

Programme d'appui au développement de l'agriculture et de
l'agroalimentaire en région
Projet no. 1516-4051-013QC

Création et validation d'un feuillet technique sur la performance
de systèmes d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte en
champ

Rapport final

Rapport présenté au :
Réseau de lutte intégrée Orléans inc. (RLIO)

irda INSTITUT DE RECHERCHE
ET DE DÉVELOPPEMENT
EN AGROENVIRONNEMENT

**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**

Québec 
Capitale-Nationale

Rédigé par :
Stéphane Nadon – IRDA
Daniel Bergeron – DRCN MAPAQ
Carl Boivin – IRDA
Jérémie Vallée – IRDA

Mars 2016

L'IRDA a été constituée 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, de la Faune et des Parcs (MDDEFP) et le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MESRST).



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

Pour en savoir plus

www.irda.qc.ca

Ce projet a été réalisé en vertu du programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).



Équipe de réalisation du projet

IRDA

Stéphane Nadon
Carl Boivin
Jérémy Vallée

Direction régionale de la Capitale-Nationale - MAPAQ

Daniel Bergeron
Jérôme Carrier

RLIO

Mathieu Côté
Patrice Thibault

Entreprises agricoles

Ferme Maurice et Philippe
Vaillancourt
Ferme Victorin Drolet
Ferme François Gosselin
Ferme Jean-Pierre Plante
Ferme des Pionniers
Polyculture Plante
Ferme André Blouin
Ferme Avicole Orléans

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

Carl Boivin

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

2700, rue Einstein

Québec, (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-2380, poste 430

Télécopie : 418 644-6855

Courriel : carl.boivin@irda.qc.ca

Le rapport peut être cité comme suit :

Nadon, S., D. Bergeron, C. Boivin et J. Vallée. 2016. Création et validation d'un feuillet technique sur la performance de systèmes d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte en champ. Rapport final remis au RLIO. IRDA. 59 p.

Table des matières

Table des matières.....	iv
Liste des figures	v
Liste des tableaux.....	v
Chapitre 1 – RAPPORT DU PROJET	1
Introduction	1
1 Contexte/Historique	2
2 Adaptation du modèle californien au contexte du projet	4
2.1 Contexte californien	4
2.2 Modification de la méthodologie en fonction du contexte rencontré au Québec.....	5
3 Observations et recommandations générales	7
3.1 Évaluations de la performance des systèmes d’irrigation	7
3.1.1 Systèmes d’irrigation par aspersion	9
3.1.2 Système d’irrigation par goutte à goutte	10
3.2 Méthodologie.....	14
3.2.1 Mesure du débit des goutteurs.....	14
3.2.2 Mesure de la pression dans le tube de goutte à goutte	15
3.2.3 Temps de chargement du système d’irrigation	16
3.2.4 Mesure du volume d’eau appliqué à l’aide d’un débitmètre.....	17
3.2.5 Portée de l’évaluation.....	18
Conclusion.....	19
Références	20
Chapitre 2 – FEUILLET TECHNIQUE	21
1 Évaluation du système d’irrigation	21
2 Les trois étapes.....	22
2.1 Analyse préliminaire du système d’irrigation	22
2.2 Corrections à apporter avant d’analyser la performance du système	22
2.3 Évaluation du système d’irrigation.....	22
2.3.1 Système de rampe d’aspersion et de canon avec enrouleur	29
2.3.2 Systèmes par goutte à goutte.....	33
2.3.3 Système par goutte à goutte à la surface du sol	33
2.3.4 Système par goutte à goutte enfouis dans le sol et sous paillis de plastique.....	42
Chapitre 3 – RAPPORTS D’ÉVALUATION DE LA PERFORMANCE DES SYSTÈMES D’IRRIGATION	43
Site A.....	44
Site B.....	46
Site C.....	48
Site D.....	50
Site E.....	52
Site F.....	54
Site G.....	56
Site H.....	58

Liste des figures

Figure 1. Station de mesure typique de la pression et du débit des goutteurs avec un système par gag à la surface du sol (Californie, É-U).	4
Figure 2. Une station de mesure de la pression et du débit des goutteurs sur un système parallèle de tubes de gag (Ile d'Orléans, Québec).	6
Figure 3. Station de mesure de la pression et du débit des goutteurs avec un système par gag enfouis dans le sol et sous un paillis de plastique (Ile d'Orléans, Québec).	6
Figure 4. Rétro-siphonage avec conduite de tête sous le niveau du tube de gag.	13
Figure 5. Conduite de tête surélevée par rapport au tube de gag pour éviter le rétro-siphonage.	13
Figure 6. Prise de mesure de la pression à l'aide d'un tube de Pitot (a) et colmatage du trou avec un bouchon (« goof plug ») (b).	15
Figure 7. Débit dans la conduite de tête du champ.	16
Figure 8. Montage d'un contenant sur un piquet.	29
Figure 9. « Pluviodières ».	30
Figure 10. Distribution au champ des « Pluviodières ».	30
Figure 11. Plan du réseau de distribution et des stations de mesure de la pression et du débit.	34
Figure 12. Valeur de l'exposant fourni dans les spécifications du fabricant des tubes de gag.	36
Figure 13. Débit des goutteurs en fonction de la pression avec un exposant de 0,3.	37
Figure 14. Débit des goutteurs en fonction de la pression avec un exposant de 0,03.	37
Figure 15. Évaluation du niveau de colmatage des goutteurs par mesure du débit des goutteurs.	38
Figure 16. Caractérisation des sédiments recueillis à la sortie d'un tube de gag.	40
Figure 17. Mesure de la pression dans un tube de gag à l'aide d'un tube de Pitot.	41
Figure 18. Bouchon réparateur « goof plug »	41

Liste des tableaux

Tableau 1. Uniformité de la distribution de l'eau d'irrigation selon le site et le type de système.	8
Tableau 2. Comparaison des volumes d'eau réels et estimés dirigés vers la culture.	17
Tableau 3. Analyse sommaire pré-diagnostic – Système par goutte à goutte.	23
Tableau 4. Information complémentaire ayant trait aux notes présentées au Tableau 3.	24
Tableau 5. Analyse sommaire pré-diagnostic – Système par canon avec enrouleur.	25
Tableau 6. Information complémentaire ayant trait aux notes présentées au Tableau 5.	26
Tableau 7. Analyse sommaire pré-diagnostic – Système par rampe d'aspersion avec enrouleur.	27
Tableau 8. Information complémentaire ayant trait aux notes présentées au Tableau 7.	28
Tableau 9. Matériel nécessaire à l'évaluation des systèmes d'irrigation en goutte à goutte.	33

Chapitre 1 – RAPPORT DU PROJET

Introduction

L'irrigation est devenue une nécessité pour le développement du secteur horticole québécois. Qualité, rendement et stabilité des volumes offerts figurent parmi les avantages recherchés pour conserver et développer des parts de marché. Cependant, l'irrigation peut aussi présenter des effets négatifs d'ordre agronomiques (diminution de la qualité du produit, gaspillage de l'eau, etc.), environnementaux (contamination des eaux par le nitrate et les pesticides) et financiers (diminution de la marge bénéficiaire et de la compétitivité, etc.) si elle ne fait l'objet d'une régie raisonnée. Ce raisonnement doit considérer plusieurs facteurs, dont le type de sol en présence, les besoins de la culture, les outils de régie, les ressources disponibles et les objectifs poursuivis par l'irrigation.

Aussi, la réalisation de nombreux projets par le personnel de la Direction de la Capitale-Nationale du MAPAQ et de l'équipe de régie de l'eau de l'IRDA au cours des dernières années a permis de constater qu'il peut exister un décalage entre les performances théorique et réelle des systèmes d'irrigation. Ce problème, qui est généralement sous-estimé, voire ignoré par le producteur, peut affecter grandement l'uniformité et l'efficacité de l'irrigation. Cette situation est favorable à la création de zones de champs qui sont sur-irriguées (asphyxie racinaire, lessivage de fertilisants, etc.) ou sous-irriguées (stress hydrique). La pression d'opération du système, le diamètre et la longueur des tuyaux, les filtres, la topographie du champ, etc. sont autant de sources de distorsion qui peuvent affecter la performance obtenue (Bergeron, 2006; Bergeron et coll., 2006 et Bergeron, 2013). Il est donc essentiel d'intégrer, au raisonnement de la régie d'irrigation, l'évaluation de la performance du système d'irrigation.

L'objectif du présent projet est d'améliorer la gestion de l'eau utilisée pour l'irrigation en établissant un diagnostic de la performance du système d'irrigation, à l'échelle d'un champ et de l'entreprise, et en proposant des interventions pour améliorer la performance du système en question. Aussi, le projet vise la production et la validation d'un feuillet technique sur la performance des systèmes d'irrigation par aspersion et par goutte à goutte en champ qui pourra être utilisé par les producteurs et les intervenants.

1 Contexte/Historique

À l'été 2015, un membre de l'équipe de régie de l'eau de l'IRDA s'est rendu en Californie afin de suivre une formation spécialisée en évaluation de systèmes d'irrigation. Cette formation pratique, offerte par l'*Irrigation Training and Research Center* (ITRC), en Californie, est offerte à tous ceux et celles qui sont soucieux d'acquérir les plus récentes techniques et connaissances nécessaires à l'évaluation de la performance de l'uniformité d'application d'eau de différents systèmes d'irrigation. Cet organisme, affilié à la *California Polytechnic State University* (Cal Poly), est reconnu depuis plusieurs années comme étant un centre d'excellence ayant grandement contribué à l'avancement et au transfert des connaissances liées au domaine de l'irrigation.

Au cours des dernières décennies, l'équipe de chercheurs et d'étudiants de la Cal Poly ont développé un programme permettant d'effectuer des évaluations rapides sur les principaux systèmes d'irrigation utilisés (micro-irrigation, micro-aspersion, gicleurs fixes, canons mobiles, rampes mobiles, pivots, etc.). Ces évaluations, réalisées à l'intérieur d'une seule journée, utilisent un minimum de mesures afin de dresser le portrait global et actuel de l'uniformité des apports en eau auxquels une culture est soumise. De plus, elles ont comme objectif de fournir les principales recommandations qui permettraient d'améliorer, ou voir même de prévenir une éventuelle diminution de l'uniformité des applications en eau d'irrigation.

Ce programme comprend trois grandes parties : 1) des formulaires terrain; 2) un fichier de compilation de données (Excel) pour chaque type de système d'irrigation; et 3) un rapport d'évaluation destiné au producteur qui fait état des principales observations et recommandations à apporter au système.

La standardisation des mesures à effectuer au champ, l'automatisation des opérations de calculs et du format d'impression du rapport, ainsi que la génération systématique de recommandations permet à l'évaluateur de remettre au producteur un rapport détaillé de l'état de son système d'irrigation avant de quitter le site le jour de l'évaluation.

Le programme d'évaluation repose principalement sur la détermination d'un indice de performance : l'uniformité de la distribution d'eau (DU). En aspersion, cet indice est déterminé par un simple calcul issu du relevé des hauteurs d'eau appliquées à la surface en culture. Pour leur part, les systèmes par goutte à goutte (gag) sont caractérisés par un DU dit « Global » qui prend en compte quatre « sous-DU ». Ces types de DU représentent les principaux facteurs affectant l'uniformité de l'application d'eau au champ :

- $DU_{Débit}$: Uniformité liée à la différence de pression qui se traduit par une différence de débit appliqué selon le type de tubulure (exposant). La définition complète est présentée dans le feuillet technique.
- $DU_{Comatage}$: Uniformité liée à la combinaison du colmatage, de l'usure et de la variation manufacturière des émetteurs.
- $DU_{Drainage}$: Uniformité liée au drainage inégal des tubulures.
- $DU_{Espacement}$: Uniformité liée à la différence dans l'espacement des plants ou des émetteurs dans un champ.

Les deux derniers sous-DU ne sont que très approximés par le programme de la Cal Poly étant donné que ceux-ci ne représentent que 3 % (1 % pour le drainage) des cas de non-uniformité observés en Californie dans les champs qui sont irrigués avec des systèmes par gag (Burt, 2004). Toutefois, au Québec la topographie est généralement riche en pentes, d'où l'intérêt de connaître l'impact de ce drainage sur l'uniformité.

2 Adaptation du modèle californien au contexte du projet

2.1 Contexte californien

Bien que le modèle d'évaluation des systèmes de micro-irrigation développé par l'ITRC soit basé sur des principes fondamentaux d'hydraulique et sur des pratiques universellement reconnues en gestion efficace de l'eau en agriculture, il n'en demeure pas moins que celui-ci demeure adapté à un contexte californien bien défini.

L'immensité des surfaces californiennes dédiées aux vignes et aux vergers (systèmes par gag), ainsi que les conditions hydrologiques extrêmes que l'on y connaît permettent d'atteindre l'objectif de rapidité dans la réalisation des évaluations pour trois principales raisons :

- Ces cultures présentent l'avantage d'utiliser un système de micro-irrigation reposant à la surface du sol, ce qui permet un accès direct à la tubulure afin d'y effectuer les mesures de pression et de débits.
- La forte fréquence de longs épisodes d'irrigation due à l'absence de pluviométrie facilite grandement la planification des évaluations depuis que les producteurs ont quotidiennement une parcelle de champ en irrigation et que les conditions météorologiques sont toujours favorables à de tels essais.
- Le faible impact reconnu du drainage des conduites en fin d'irrigation sur l'uniformité d'application d'eau dans cette région permet de minimiser le nombre de mesures associées à ce paramètre et donc de diminuer la durée des évaluations.



Figure 1. Station de mesure typique de la pression et du débit des goutteurs avec un système par gag à la surface du sol (Californie, É-U).

2.2 Modification de la méthodologie en fonction du contexte rencontré au Québec

Les entreprises ayant accepté de se soumettre aux évaluations dans le cadre du présent projet utilisent différents modes d'irrigation. Voici le type de système d'irrigation utilisé par chacune des huit entreprises participantes, ainsi que les cultures présentent au moment de l'évaluation :

- Par aspersion : (1) rampe avec enrouleur et (1) canon avec enrouleur (pomme de terre).
- Par gag qui est légèrement enfoui dans le sol et sous un paillis de plastique : (5) (fraise et tomate).
- Par gag qui est à la surface du sol : (1) (pomiculture).

Il en ressort que la plupart de ces entreprises utilisent un système par gag qui est légèrement enfoui dans le sol et sous un paillis de plastique. L'accès aux goutteurs dans ces situations est problématique, car il faut à la fois dégarnir la butte de son paillis, déterrer le tube de gag afin d'y effectuer les mesures nécessaires et finalement remettre la butte dans son état original avant de quitter le site. Cela rend le processus relativement destructeur en plus d'augmenter le temps nécessaire pour réaliser l'évaluation.

La stratégie envisagée afin de contourner cette problématique a été de modifier le protocole original et d'effectuer les mesures de pression et de débit des goutteurs sur des tubes de gag neufs. Ces derniers ont été déroulés en parallèle à trois endroits dans le champ de manière à couvrir la majorité des conditions hydrauliques possibles (Figure 2). L'utilisation de collecteurs d'eau (gouttières) disposés sous les goutteurs de chaque station de mesure a également permis de simplifier les opérations au champ (Figure 2) (Adapté de Gulik, 2005). Cette modification est supportée par le fait que les probabilités de colmatage des goutteurs dans ce type de système cultural sont assez faibles étant donné que les tubes de gag sont remplacés annuellement et en considérant que les standards de filtration sont rencontrés. Une évaluation a toutefois été menée sur la tubulure enfouie existante en fin de saison où les buttes n'ont pas eu à être remises à leur état initial. (Figure 3).

Le temps requis pour l'installation et l'opération de ces stations à l'intérieur du délai disponible (irrigation type d'environ 50 minutes) nécessite donc l'abandon de la prise de mesures normalement effectuée dans les champs environnants simultanément irrigués par le même système de pompage.

Au total, 4 stations de mesures ont été installées à égale distance sur chacun des 3 tubes pour un total de 12 stations. Les lectures de pression ont été effectuées à l'aide de manomètres installés à même le tube de gag à chaque station contrairement au protocole initial qui propose l'utilisation d'un tube de Pitot (Figure 6a).

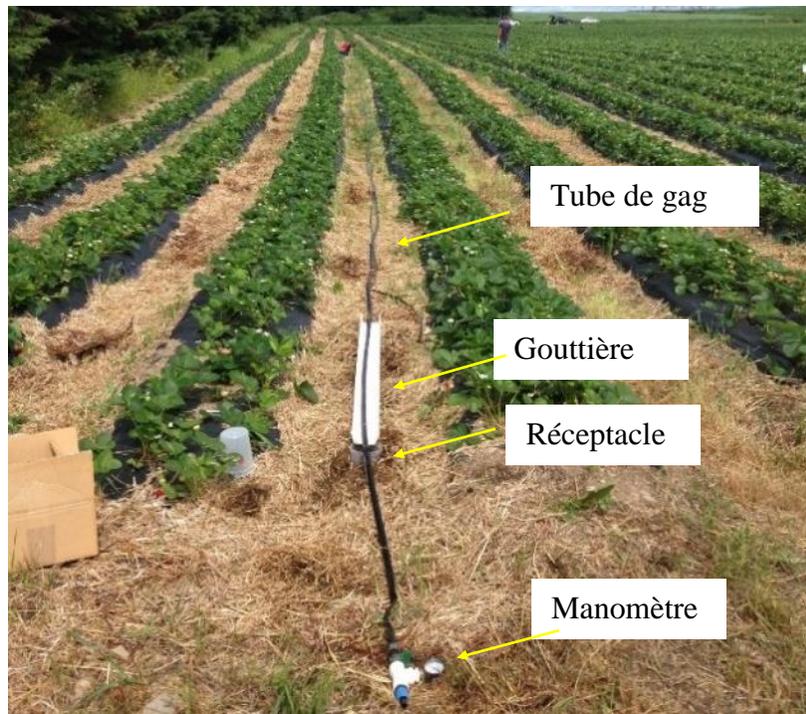


Figure 2. Une station de mesure de la pression et du débit des goutteurs sur un système parallèle de tubes de gag (Ile d'Orléans, Québec).

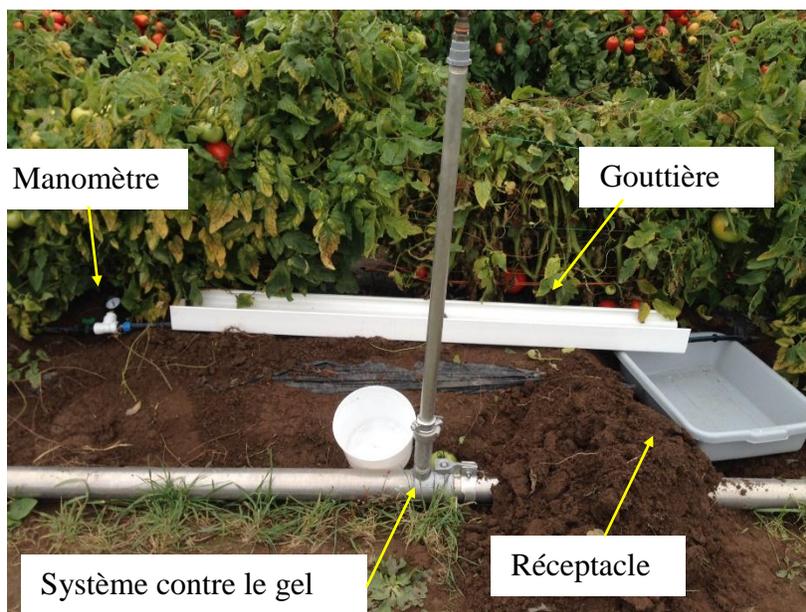


Figure 3. Station de mesure de la pression et du débit des goutteurs avec un système par gag enfouis dans le sol et sous un paillis de plastique (Ile d'Orléans, Québec).

Tel que mentionné précédemment, la non-uniformité de la distribution d'eau due au drainage des tubes de gag dans les champs en Californie ne représente que 1 % des cas. Les très faibles pentes des surfaces cultivées, ainsi que les longues périodes d'irrigations (plusieurs heures) peuvent expliquer pourquoi le drainage des tubes de gag ne constitue pas une source importante de non-uniformité dans cet État.

Ces conditions sont donc très différentes de celles présentes chez les producteurs évalués et l'intérêt de connaître l'impact de ce drainage sur cette uniformité a donc motivé l'ajout de mesures permettant de le quantifier. D'autres mesures jugées utiles pour les producteurs du Québec ont également été prises telles que l'estimation du temps requis pour le chargement complet du système ainsi qu'une estimation du volume d'eau nécessaire à l'irrigation de la surface évaluée à une pression d'opération standard pour la période de temps prescrite par le producteur.

Pour ce qui est des producteurs utilisant un système par aspersion (2) et par gag à la surface du sol (1), la méthodologie originale a été appliquée.

3 Observations et recommandations générales

3.1 Évaluations de la performance des systèmes d'irrigation

Les rapports détaillés des évaluations effectuées chez les huit producteurs qui ont collaboré au projet sont présentés au Chapitre 3. Le Tableau 1 présente un résumé des DU observés pour chacun des systèmes d'irrigation évalués (Site A à H), ainsi que les principales causes potentielles de non-uniformité.

Tableau 1. Uniformité de la distribution de l'eau d'irrigation selon le site et le type de système.

Types de systèmes d'irrigation	Sites	DU global	Causes potentielles de non-uniformité
Aspersions	A Rampe avec enrouleur	0,44 ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Non-uniformité de la hauteur des buses p/r à la canopée le long de la rampe • Pas de chevauchement entre les passages de rampe • Absence de régulateur de pression • Vent
	B Canon avec enrouleur	0,76	<ul style="list-style-type: none"> • Ajustement du brise-jet • Pas de chevauchement entre les passages de canon • Vent
Goutte à goutte enfouis dans le sol et sous paillis de plastique	C	n.d. ¹	<ul style="list-style-type: none"> • Drainage des tubes de gag
	D	n.d. ¹	n.d. ¹
	E	0,86 ²	<ul style="list-style-type: none"> • Drainage des tubes de gag • Drainage des conduites principales dans les tubes de gag.
	F	0,71 ²	<ul style="list-style-type: none"> • Distribution des pressions (forte pente) • Exposant du système de gag
	G	0,97 ²	<ul style="list-style-type: none"> • Drainage des conduites principales dans les tubes de gag
Goutte à goutte à la surface du sol	H	0,93	<ul style="list-style-type: none"> • Colmatage des goutteurs par intrusion de sédiments

¹ Voir rapport diagnostic au Chapitre 3

² Valeur excluant le colmatage des émetteurs (non mesuré)

3.1.1 Systèmes d'irrigation par aspersion

Rampe

Les faibles valeurs de DU obtenues pour la rampe avec enrouleur s'expliqueraient en grande partie par les faits suivants :

- Absence de régulateur de pression.
- Pression observée et celle recommandée.
- Non-uniformité de la hauteur des buses par rapport à la canopée, ainsi que dans leur distribution le long de la rampe.
- Jet d'extrémité inapproprié.
- Chevauchement insuffisant entre les passages de la rampe.

Un ajustement adéquat de ces paramètres permettrait une nette amélioration de l'uniformité de la distribution d'eau avec ce type d'équipement.

Canon

Pour sa part, la performance du canon enrouleur pourrait être améliorée en considérant les éléments suivants :

- Ajuster la position du brise-jet afin d'uniformiser la taille des gouttelettes et par conséquent leur distribution.
- Opter pour un angle de couverture d'environ 220°.
- Combiner de façon appropriée la taille de la buse et la pression d'opération. Ces ajustements permettraient de diminuer le rayon d'action du canon et limiteraient les pertes en eau vers les surfaces adjacentes.

Les spécifications du fabricant demeurent d'excellentes sources d'information afin d'effectuer les modifications nécessaires.

En général, la performance des systèmes par aspersion en termes d'uniformité de distribution de l'eau est intimement liée aux conditions de vent en vigueur lors des épisodes d'irrigation. Dans les deux cas étudiés, celles-ci ont été jugées comme acceptables. Dans un contexte de production commerciale, il est difficile d'utiliser les équipements d'irrigation strictement pendant les périodes les moins venteuses de la journée, soit de la soirée jusqu'au matin, étant donné la forte sollicitation de ceux-ci lors des périodes de forte demande en eau. Des compromis doivent donc être envisagés selon le contexte de l'entreprise.

3.1.2 Système d'irrigation par goutte à goutte

Les DU obtenus pour les entreprises utilisant des systèmes par gag enfouis légèrement dans le sol et sous un paillis de plastique sont variables, mais généralement bons (Tableau 1). Il est important de rappeler que ces valeurs de DU ne considèrent que le DU relié à la différence de pression observée dans le champ et celui relié au drainage des tubes de gag issu du modèle développé en Californie. Le DU relié au colmatage n'a pu être déterminé, mais il est considéré comme négligeable, tel que discuté plus haut. Cependant, comme traité au point 3.1.2.2, la situation peut s'avérer différente au Québec.

3.1.2.1 Gestion de l'eau résiduelle (post irrigation)

La mesure des volumes d'eau de drainage des tubulures à chaque station de mesure a permis de constater que malgré les bons DU drainage obtenus selon la méthode californienne qui demeure approximative, le drainage des tubes de gag suite aux irrigations (eau résiduelle) pourrait néanmoins représenter une source potentielle de non-uniformité « longitudinale » aux sites évalués.

Ces éléments peuvent avoir un fort impact sur l'uniformité de la distribution de l'eau de drainage des tubes de gag :

- La topographie
- La longueur du champ
- Le diamètre du tube de gag
- L'exposant du gag fourni par le fabricant¹

En effet, plus le champ est pentu et long, plus il est propice à ce que le bas du champ reçoive une plus grande quantité d'eau. Cela peut éventuellement mener à des problèmes de lessivage de nutriments, favoriser le développement de maladies et enfin, occasionner une diminution du rendement dans cette zone de champ. Des différences en « temps équivalent d'irrigation » allant jusqu'à 30 % ont été observées pour une pente d'à peine 2 % (voir rapport Site C au Chapitre 3). C'est pourquoi les producteurs qui ont des champs qui présentent ces caractéristiques devraient être sensibilisés à ces risques.

La mise à l'essai de vannes de purge, communément appelée « flush valves », installées à l'extrémité des tubes de gag lors de certains essais (Sites D et F) n'a pas montré de résultats concluants, mais pourrait démontrer un certain potentiel dans l'amélioration du drainage des tubes à la fin de l'épisode d'irrigation. Il existe différents modèles de vannes de purge qui diffèrent principalement selon leur combinaison « pression d'ouverture/pression de fermeture ». L'évaluation de la performance de vannes présentant des pressions d'ouverture plus élevées serait intéressante. La pression d'ouverture de ces soupapes est intimement liée à la pression de fermeture, ce qui implique qu'un plus grand besoin en pression de la part du système de pompage pourrait s'avérer nécessaire lors du chargement du système si de telles vannes devaient être utilisées. Il est également

¹ Voir Feuillet Technique section 2.3.3.3

important de savoir que ces vannes ne sont pas initialement conçues pour drainer les tubes de gag en fin d'irrigation, mais bien pour les nettoyer en début d'irrigation. L'idéal serait d'utiliser des vannes à double fonctionnement qui permettraient d'obtenir une fermeture à basse pression lors du chargement et une ouverture à plus haute pression lors du drainage. De telles vannes ne sont toutefois actuellement pas disponibles sur le marché d'après nos recherches.

Solutions potentielles

Parmi les solutions à envisager, figure la possibilité d'installer une valve manuelle au bout de chacun des tubes de gag. Cette dernière devra être ouverte à la fin de chaque irrigation et fermée avant le début de la prochaine. Celles-ci pourraient même être reliées à une conduite de vidange pouvant recueillir l'eau résiduelle provenant de l'ensemble des tubes de gag afin d'acheminer cette eau hors du champ. Cette conduite de vidange est en fait une seconde conduite de tête² ou communément appelée « *Main* ou *Lay Flat* ».

Une autre option, semblable à la précédente, serait de relier le bout de chacun des tubes de gag sur la conduite de vidange, mais sans y installer de valve individuelle. Une seule valve serait installée à la fin de la conduite de vidange. Le principal avantage par rapport à l'option précédente est qu'une seule valve doit être ouverte à la fin de chaque irrigation et fermée avant le début de la prochaine. Évidemment, ces deux suggestions ne permettent pas d'économie d'eau, mais évitent tout de même de sur-irriguer et de réduire le risque de lessiver les éléments nutritifs en bas de champ.

Les conduites de tête de champ peuvent également être disposées de manière à éviter qu'un certain nombre de tubes de gag ne reçoivent davantage d'eau résiduelle en provenance de ces conduites que d'autres (uniformité latérale). Nécessairement, si la conduite de tête repose complètement à l'horizontale (aucune pente), son contenu en eau résiduelle devrait se distribuer uniformément dans l'ensemble des tubes de gag, ce qui n'aurait sensiblement aucun impact sur l'uniformité latérale du champ. Par contre, si la conduite de tête repose sur un terrain en pente, un écoulement préférentiel pourrait solliciter davantage l'alimentation des tubes situés au point le plus bas de la conduite de tête. Le nivellement ou l'installation d'une valve de vidange au point le plus bas de la conduite de tête pourrait être envisagé dans de tels cas.

Cette problématique de gestion des eaux résiduelles est d'autant plus importante lorsque le champ est situé à l'extrémité éloignée et basse du réseau de distribution et où il y a absence de vanne de fermeture pour restreindre le drainage des conduites principales³ dans les conduites de tête. La gestion de ces eaux réside dans l'identification des zones qui risquent de recevoir ces eaux résiduelles autant à l'échelle du champ qu'à l'échelle du système de distribution. Il faut donc veiller à installer et opérer adéquatement des vannes de fermetures aux endroits ciblés.

² Conduite de tête : Communément appelé « *Main* » ou « *Lay Flat* »

³ Conduite principale : Tuyau qui sert au transport de l'eau entre la pompe et le champ

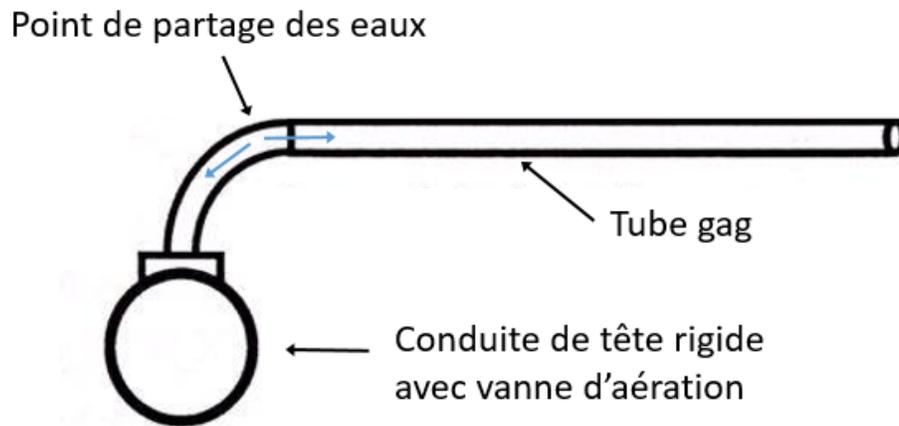
3.1.2.2 Colmatage des goutteurs

Les résultats d'uniformité de la distribution de l'eau présentés au Tableau 1 sont issus de mesures effectuées sur des tubes de gag neufs. Évidemment, cela ne permet pas d'évaluer le potentiel de colmatage des goutteurs en cours de saison. Ce compromis demeure toutefois valable que dans un contexte où les tubes de gag sont utilisés pour une seule saison. Toutefois, de bonnes pratiques de filtration de l'eau et de fertigation sont essentielles.

Si la qualité physico-chimique de l'eau utilisée pour l'irrigation laisse entrevoir un risque évident d'intrusion de sédiments ou de développement de biofilm (CPVQ, 1992) qui pourrait affecter la performance des goutteurs, une autopsie de quelques échantillons de tubes de gag prélevés à différents endroits dans le champ en fin de saison pourrait donner une idée de l'état de colmatage. Ces échantillons seraient soumis à des tests en laboratoire qui consistent simplement à mesurer le débit des goutteurs à une pression donnée et de comparer les résultats avec les valeurs fournies par le fabricant. De plus, le risque de colmatage est augmenté lorsque le même système cultural est utilisé la saison suivante. Cette situation est fréquente dans le secteur de la production de la fraise à jours neutres.

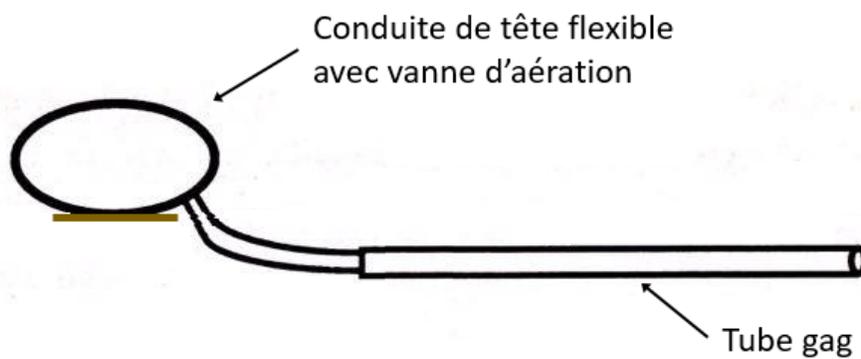
Enfin, le recours à un débitmètre s'avère également une option pertinente. Le débit mesuré par l'appareil lorsque le tube vient d'être installé au champ peut être comparé à différents moments au cours de la saison. Une diminution du débit est une indication très fiable qu'il y a du colmatage. Quoique le système soit renouvelé annuellement, il est important de trouver la source de ce colmatage.

Une autre source de colmatage des goutteurs peut provenir du rétro-siphonage de sol saturé vers les émetteurs lorsqu'un système gag enfoui est mis à l'arrêt et que des conditions de vacuum se créent dans le système. En effet, lors de l'arrêt du système de pompage sur des terrains à pente forte, une pression suffisante demeure à l'extrémité basse du tube de gag, même si la pression à son entrée est nulle. Cette pression en bas de champ, générée par différence d'élévation, est suffisante pour créer une demande en débit dont la conduite de tête ne peut fournir. Il s'ensuit donc un écrasement du tube sous l'effet de la succion et ultimement un rétro-siphonage de la solution de sol vers l'intérieur du tube via les émetteurs. Cela est d'autant plus propice de se passer si la conduite de tête est située sous le niveau d'entrée du tube de gag, tel qu'illustré à la Figure 4. Malgré que la conduite de tête soit remplie d'eau et qu'il y ait présence de bon nombre de vannes d'aération sur le réseau, la petite section en « U » entre le tube et la conduite de tête agit comme un siphon d'évier et empêche l'air de pénétrer dans le tube. Un vacuum est donc créé, le tube s'aplatit et le sol est siphonné dans les émetteurs. Une configuration où la conduite de tête serait plus élevée que le tube serait à préconiser pour les terrains à forte pente (Burt & Styles, 2011) (Figure 5). L'installation de vannes d'aération immédiatement à l'aval de toute vanne de fermeture ainsi qu'à proximité des points les plus hauts sur les conduites de tête peut également contribuer à réduire le potentiel de rétro-siphonage (Burt & Styles, 2011).



Adapté de : Burt & Styles, 2010

Figure 4. Rétro-siphonage avec conduite de tête sous le niveau du tube de gag.



Adapté de : Burt & Styles, 2010

Figure 5. Conduite de tête surélevée par rapport au tube de gag pour éviter le rétro-siphonage.

3.1.2.3 Épaisseur des parois de la tubulure

Le relevé systématique des pressions durant l'irrigation permet d'apprécier la distribution de celles-ci à travers le champ, mais également de constater que dans certains cas, la pression maximale d'opération recommandée par le fabricant est dépassée. Ces informations permettent donc de relever un risque plus élevé de rupture des tubulures qui peuvent donc avoir des répercussions sur l'uniformité, mais également sur les besoins en main-d'œuvre nécessaire à la réparation des fuites. Le producteur peut donc se référer à la fiche technique du produit afin de déterminer l'épaisseur optimale des parois de la tubulure selon les pressions d'utilisation envisagées.

3.2 Méthodologie

La méthode californienne s'applique bien très bien aux systèmes par aspersion ou par gag de surface (ex. vignes, vergers, bleuets, etc.). Le cas des systèmes par gag qui sont légèrement enfouis dans le sol et sous un paillis de plastique est plus problématique de par la difficulté d'accès au tube de gag. Les modifications apportées à la méthode californienne sont donc discutées ici.

3.2.1 Mesure du débit des goutteurs

Les mesures de débit en gouttière effectuées avec des tubes neufs ne permettent pas d'évaluer le potentiel de colmatage, celui-ci devant être conduit par une mesure du débit sur plusieurs goutteurs selon le patron d'échantillonnage décrit dans le programme (Burt et coll., 2010). Ces mesures permettent toutefois de contrevérifier les données du fabricant quant à la variation du débit des goutteurs en fonction de la pression. Dans la grande majorité des cas, ces débits suivent la tendance du fabricant (Chapitre 3). Il conviendrait alors de ne plus effectuer ces mesures ou, au besoin, le faire sur un banc d'essai où les conditions de mesures seraient mieux contrôlées.

3.2.2 Mesure de la pression dans le tube de goutte à goutte

L'abandon des mesures de débit sur les tubes de gag neufs permettrait aussi d'éliminer la nécessité de dérouler ces derniers à travers le champ. En effet, il deviendrait plus rapide de simplement effectuer une petite entaille dans le paillis afin d'accéder au tube de gag pour y effectuer la mesure de la pression à l'aide d'un tube de Pitot (Figure 6a). Le trou percé dans la tubulure doit ensuite être colmaté à l'aide d'un bouchon spécialement conçu (« *goof plug* ») (Figure 6b) et le paillis est rapiécé à l'aide de ruban adhésif de type « *Tuck Tape*^{MD} ».



(a)



(b)

Figure 6. Prise de mesure de la pression à l'aide d'un tube de Pitot (a) et colmatage du trou avec un bouchon (« *goof plug* ») (b).

3.2.3 Temps de chargement du système d'irrigation

La mesure du temps de chargement du système est une information intéressante à fournir au producteur puisqu'elle renseigne sur le délai qui peut exister entre le démarrage du système de pompage et le chargement complet du système d'irrigation. Cela permet donc de moduler le temps de fonctionnement de la pompe en fonction du temps d'irrigation désiré. Cette mesure peut être facilement déterminée en chronométrant le temps entre le démarrage de la pompe et le moment où la pression se stabilise au champ. L'utilisation d'un débitmètre permet d'obtenir une mesure plus précise de ce temps de chargement en analysant la courbe du débit en fonction du temps. L'atteinte d'un plateau signifie que le débit s'est stabilisé du fait que le chargement du système est complété (Figure 7).

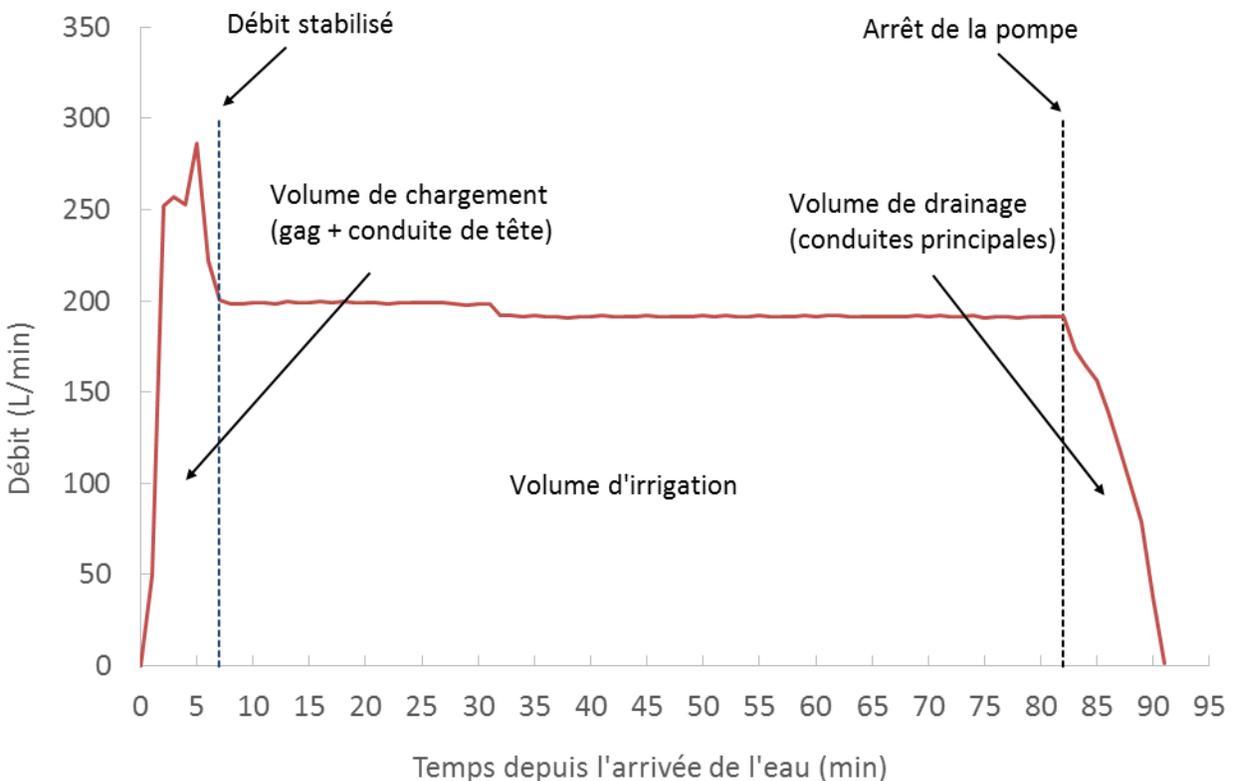


Figure 7. Débit dans la conduite de tête du champ.

3.2.4 Mesure du volume d'eau appliqué à l'aide d'un débitmètre

Le débitmètre est un outil qui s'installe généralement à l'intérieur d'une conduite et permet de suivre non seulement les débits, mais aussi le volume total d'eau utilisé lors d'une irrigation. Généralement munis d'un cadran de lecture pour effectuer des mesures ponctuelles, certains modèles permettent l'acquisition des données en continu. Dans un cas comme dans l'autre, le débitmètre est un outil intéressant à utiliser pour diagnostiquer rapidement les systèmes d'irrigation et plus particulièrement lorsque les systèmes sont installés de manière permanente. En effet, les mesures de débit prises à différents moments de la saison ou d'une année à l'autre fournissent des informations comparatives sur les débits mesurés au champ. L'analyse de ces informations procure un diagnostic rapide sur l'état du système de gag, à savoir, le degré de colmatage des goutteurs, la présence de fuites ou de bris, l'obstruction des filtres durant une irrigation, etc. De plus, les informations recueillies par le débitmètre peuvent être comparées aux valeurs du fabricant. Il est alors possible de déceler des problèmes liés à la pression d'opération ou à un mauvais design du système. Dans le cas des systèmes d'irrigation qui sont remplacés annuellement, le débitmètre peut également servir à diagnostiquer certaines de ces problématiques, mais comme ces systèmes renouvelés régulièrement, le risque de colmatage des goutteurs est plus faible. À titre d'exemple d'application, les mesures de débit de trois entreprises ont été réalisées dans le cadre du projet (Tableau 2). Les mesures de débit au site C incluent deux champs. Les volumes ont donc été divisés en deux, considérant qu'ils sont de taille similaire.

Tableau 2. Comparaison des volumes d'eau réels et estimés dirigés vers la culture.

Sites	Volume d'eau réel apporté au champ par mesure avec débitmètre (m ³)				Volume d'eau théorique apporté à la culture calculée (m ³ à pression moyenne) ¹
	Irrigation	Chargement (conduite de tête + gag)	Drainage (conduites principales)	Total	Irrigation
C	8,2	1,9	0,3	10,4	8,2
E	13,5	3,0	0,6	17,1	13,1
G	14,5	1,4	1,1	17,0	14,2

¹ Estimation selon l'espacement des buttes et des goutteurs, la durée de l'irrigation (pression stable), le débit des goutteurs à pression moyenne et la surface en culture.

² Pour une irrigation différente de celle de l'évaluation.

3.2.5 Portée de l'évaluation

Les essais réalisés chez les producteurs au cours de la saison 2015 ont été effectués sur un seul champ parmi ceux simultanément irrigués par le même système de pompage. Le retrait des mesures de débit des goutteurs pourrait donc être compensé par plusieurs relevés de pression sur la globalité des champs alimentés lors du même épisode d'irrigation, tel que proposé initialement dans la méthode. Cela permettrait d'obtenir la distribution des pressions sur toutes les surfaces couvertes par le système de distribution d'eau. Certains champs pourraient toutefois être ciblés pour un suivi plus serré dépendamment des intérêts du producteur ou selon les observations préliminaires de l'évaluateur. Globalement, les informations suivantes seraient relevées par la nouvelle méthode « hybride » :

1. Temps de chargement du système sur certains champs ciblés.
2. Distribution des pressions sur l'entièreté du réseau de distribution normalement sollicité lors d'une irrigation standard afin de vérifier le design de celui-ci.
3. Temps de fonctionnement de la station de pompage.
4. Temps/volume d'eau de drainage de certains tubes de gag.
5. Volume d'eau réellement appliqué au champ (débitmètre).
6. Évaluation du risque de colmatage des goutteurs (gag).

Néanmoins, il est également suggéré de procéder à une analyse préliminaire du système avant de se lancer dans une telle évaluation. En effet, quelques simples observations ou analyses de base peuvent déjà donner des indications sur le potentiel d'uniformité d'un champ donné. Une évaluation pourrait donc être entreprise suite à la correction de ces facteurs clés afin de peaufiner le diagnostic et ainsi économiser du temps au site de l'évaluation. Ces points d'intérêt sont présentés au Chapitre 2.

Conclusion

La méthode rapide d'évaluation des systèmes d'irrigation proposée par l'ITRC est intéressante parce qu'elle permet de tracer les grandes lignes de l'état du système en plus de cibler les facteurs pouvant avoir un impact potentiel sur l'uniformité d'application de l'eau d'irrigation.

Les recommandations issues de ces évaluations orientent donc le producteur vers des pratiques menant à une utilisation optimale autant des ressources en eau que de ses équipements, afin de tirer le maximum des surfaces cultivées.

La méthode s'applique aussi bien à des systèmes par aspersion qu'à des systèmes par gicelle qui sont installés à la surface du sol. Son utilisation avec des systèmes par gicelle qui sont enfouis dans le sol et sous un paillis de plastique devient plus contraignante et requiert des ajustements afin de gagner du temps sans toutefois compromettre la qualité de l'évaluation. L'appui sur les données du fabricant et du faible potentiel de colmatage des goutteurs, permet de s'affranchir d'opérations laborieuses lors de l'évaluation. Si le risque de colmatage est jugé très faible, l'accent sera alors mis sur l'évaluation de la distribution des pressions sur l'ensemble du système de distribution, ainsi que sur le potentiel de drainage des eaux résiduelles étant donné que ces éléments risquent d'influer davantage sur l'uniformité de la distribution de l'eau dans un champ.

Une analyse préliminaire du système d'irrigation devrait également être entreprise préalablement à toute intervention au champ afin de cibler les éléments majeurs pouvant affecter l'uniformité. Il est possible que certains éléments doivent être corrigés avant de procéder à une évaluation complète du système. La documentation complète de la méthode est disponible pour commande auprès de l'ITRC (www.itrc.org).

Références

Bergeron, D. 2006. Efficacité de l'irrigation par aspersion. Conférence prononcée lors des Journées horticoles St-Rémi, 7 décembre.

Bergeron, D., J. Noreau et C. Boivin. 2006. Essai d'une rampe mobile à basse pression pour l'irrigation de la pomme de terre à l'Île d'Orléans.

<https://www.agrireseau.net/pdt/documents/irrirampe.pdf>

Bergeron, D. 2013. Irrigation : il faut vraiment creuser la question. Conférence prononcée lors des Journées horticoles St-Rémi, 5 décembre.

http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Monteregie-Ouest/Journees_horticoles_2013/5_decembre/Horticulture_biologique/9h30Conference_irr_Bio_St-RemiFINALE5dec2013.pdf

Burt, C.M. 2004. Rapid field evaluation of drip and microspray distribution uniformity.

<http://www.itrc.org/irrevaldata/isedata.htm>

Burt, C.M. et S. Styles. 2011. Drip and Micro Irrigation Design and Management. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center.

Burt, C.M., R. Walker, S. Styles, et J. Parrish. 2010. Irrigation Evaluation. San Luis Obispo: Irrigation Training and Research Center (ITRC).

CPVQ. 1992. Bulletin technique 18 - Le colmatage des systèmes d'irrigation goutte à goutte. Gouvernement du Québec. 24 p.

Gulik, T.W. van der. 1989. B.C. Sprinkler Irrigation Manual. Irrigation Industry Association of British Columbia. 163.

Gulik, T.W. van der. 2005. B.C. Irrigation Management guide. Irrigation Industry Association of British Columbia. 238 p.

USDA, 1997. National Engineering Handbook - Irrigation Guide. US Department of Agriculture. 754 p. <http://directives.sc.gov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17837.wba>

Chapitre 2 – FEUILLET TECHNIQUE

1 Évaluation du système d'irrigation

L'objectif principal d'une évaluation est de fournir des recommandations au producteur afin qu'il puisse adopter des pratiques qui promeuvent la conservation de l'eau. L'évaluation d'un système d'irrigation consiste à mesurer la performance et identifier les problèmes qui empêchent ce dernier de fonctionner de façon optimale. La performance du système est mesurée à l'aide d'un indice ; l'uniformité de la distribution d'eau (DU).

Dans le cas où l'analyse préliminaire du système décrite à la section suivante (Les 3 étapes) ci-dessous oriente l'évaluateur vers la prise de mesures au champ, celui-ci peut suivre la méthodologie présentée dans cette section afin de déterminer l'uniformité de la distribution de l'eau à la culture. Les systèmes par aspersion (rampe et canon avec enrouleur) sont regroupés puisque la méthodologie reste la même, alors que les systèmes par goutte à goutte font l'objet d'une section à part entière.

Il est important de mentionner que les conditions d'irrigation au cours de l'évaluation doivent refléter autant que possible les conditions normales d'irrigation du producteur.

2 Les trois étapes

2.1 Analyse préliminaire du système d'irrigation

Différents aspects du système doivent être analysés avant de procéder à la prise de mesures au champ. Les questions posées au producteur en ce qui a trait aux particularités du système et la consultation des données du fabricant peuvent déjà donner une indication sur le potentiel d'uniformité d'application de l'eau d'irrigation dans le champ.

Ces paramètres d'intérêt sont présentés sous forme de questions dont l'évaluateur doit obtenir les réponses avant de passer aux mesures au champ. Ces points de vérification sont présentés selon le type de système et sont accompagnés d'informations complémentaires permettant d'interpréter l'impact de ceux-ci sur l'uniformité d'application de l'eau et d'évaluer la pertinence d'effectuer une analyse de la performance du système. L'analyse préliminaire selon le système considéré s'articule de la façon suivante :

Types de systèmes	Analyse sommaire	Informations complémentaires
Gag	Tableau 3	Tableau 4
Canon avec enrouleur	Tableau 5	Tableau 6
Rampe avec enrouleur	Tableau 7	Tableau 8

2.2 Corrections à apporter avant d'analyser la performance du système

Il est possible que l'analyse préliminaire aboutisse à la nécessité d'apporter des correctifs au système avant de procéder à une évaluation complète ou à un questionnement en ce qui a trait à la pertinence de réaliser une évaluation complète.

2.3 Évaluation du système d'irrigation

L'objectif principal d'une évaluation est de fournir des recommandations au producteur afin qu'il adopte des pratiques qui promeuvent la conservation de l'eau. L'évaluation d'un système d'irrigation consiste à mesurer sa performance et identifier les problèmes qui l'empêchent de fonctionner à son niveau optimal. Le niveau de performance du système est mesuré à l'aide d'un indice : l'uniformité de la distribution d'eau (DU). Dans le cas où l'analyse préliminaire du système oriente l'évaluateur vers la prise de mesures au champ, la méthodologie présentée à partir de la section 2.3.1 pourrait être utilisée afin de déterminer l'uniformité de la distribution de l'eau à la culture. Les systèmes par aspersion (rampe et canon avec enrouleur) sont regroupés en une seule section puisque la méthodologie reste la même pour les deux systèmes alors que les systèmes par gag font l'objet d'une section à part entière.

Il est important de mentionner que les conditions d'irrigation au cours de l'évaluation doivent refléter autant que possible les conditions normales d'irrigation du producteur.

Tableau 3. Analyse sommaire pré-diagnostic – Système par goutte à goutte.

	Éléments d'analyse	Précisions	OK	Source potentielle de problèmes	Notes
A	Culture	()	Annuelle	Pérenne	1
B	Tubes gag en place		< 1 an	> 1 an	1
C	Conduites de tête sont-elles rigides?	(PVC, HDPE, etc. vs Lay flat)	Non	Oui	
D	Si C = Oui →	Présence de vanne d'aération?	Oui	Non	2
E	Pierrosité du sol		Faible	Élevée	3
F	Pente du champ		< 2 %	> 2 %	4
G		Uniforme ou Vallonné	Uniforme	Vallonné	5
H	Système gag	Plus d'un modèle dans le même champ?	Non	Oui	6
I		Fabricant ()			
J		Modèle ()			
K		Espace entre goutteur ()			
L	Design système conçu par professionnel		Oui	Non	7
M	Si L = Oui →	Modification au design initial?	Non	Oui	8
N	Pression d'opération		Connue (PSI)	Inconnue	9
O	Longueur tube gag (rang)	()	< 600'	> 600'	10
P	Nombre de tubes (champ)	()			
Q	Longueur tube gag totale (champ)	O x P ()			
R	Débit théorique (gpm/100') à PSI =N	()			
S	Débit total pour le champ	Q/100 x R ()			
T	Régulateur de pression		Oui	Non	11
U		Pression réglée à (PSI)	U = N	U ≠N	12
V	Débit min. et max. d'opération	Min. () Max. ()	U = S	U > ou < que S	13
W	Filtration (mesch ou micron)	()			
X		Min. recommandé fabricant ()	X = ou < W	X > W	14
Y	Conduites de tête avec pente vers système		Non	Oui	15
Z	Fertigation, emplacement injecteur		Avant le filtre	Après le filtre	16
AA	Engrais utilisés conviennent au gag?		Oui	Non	17
BB	Qualité de l'eau (physico-chimique)				18

Tableau 4. Information complémentaire ayant trait aux notes présentées au Tableau 3.

Notes	Informations complémentaires
1	Indication sur le potentiel de colmatage ou de fuites des tubes de gag si l'entretien du système a été négligé. La présence de plus d'une culture permet de se questionner sur la pertinence de recourir à une évaluation complète.
2	Les vannes d'aération permettent l'introduction d'air dans le réseau en condition de vacuum. Cela prévient le rétro siphonnage d'eau à travers les goutteurs enfouis lors du drainage des tubes de gag. Indication sur le potentiel de colmatage.
3	Il est recommandé d'opter pour un tube de gag aux parois plus épaisses en présence d'un sol avec une forte porosité.
4	Une forte pente favorise la variation de la pression dans le réseau de gag. Les effets peuvent être atténués à l'aide de goutteurs compensateurs pour la pression (PC). Il est recommandé d'opter pour un tube de gag aux parois plus épaisses en présence d'une pente très forte, car il y a un risque que la pression augmente à un niveau supérieur à celui auquel le tube peut résister.
5	La pression à l'intérieur du tube de gag peut augmenter dans les vallons et diminuer sur les buttons.
6	La présence de plus d'un modèle de gag permet de se questionner sur la pertinence de recourir à une évaluation complète.
7	Un design effectué par un spécialiste reconnu permet de se questionner sur la nécessité de recourir à une évaluation complète.
8	Un système initialement conçu par un spécialiste pour des conditions bien précises n'est pas garant de qualité si le système est utilisé dans d'autres conditions (ex : autre champ) ou si des modifications ont été apportées au système.
9	La pression d'opération doit être connue.
10	Généralement, la longueur maximale d'un tube de gag ne devrait pas excéder 600'. Au-delà de cette longueur, il est permis de se questionner sur la pertinence de recourir à une évaluation complète.
11	L'absence d'un régulateur de pression rend inutile l'évaluation de la performance du système d'irrigation. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.
12	La pression en amont du régulateur de pression doit être supérieure à la pression du régulateur. L'installation d'un manomètre en aval du régulateur permet de vérifier l'ajustement du régulateur.
13	Les régulateurs de pression sont conçus pour opérer de manière optimale à l'intérieur d'une certaine gamme de débits. Vérifier si le débit passant se situe dans l'intervalle du régulateur en place. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.
14	Risque de colmatage. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.
15	Lorsque la conduite de tête de champ est en pente, cela peut diriger l'eau de drainage des conduites principales vers les tubes de gag situés à son point le plus bas.
16	Des réactions de précipitation peuvent avoir lieu lors de l'injection de produits chimiques dans l'eau d'irrigation. L'injecteur doit donc être positionné avant le filtre afin que ces précipités soient captés par ce dernier.
17	Il est important de s'assurer que les engrais utilisés sont recommandés par le fabricant pour un usage avec un système par gag afin d'éviter les risques de colmatage
18	L'analyse physico-chimique de l'eau permet d'évaluer le risque de colmatage (CPVQ, 1992)

Tableau 5. Analyse sommaire pré-diagnostic – Système par canon avec enrouleur.

	Éléments d'analyse	Précisions	OK	Source potentielle de problèmes	Notes
A	Longueur du champ irrigué	()			
B	Largeur du champ irrigué	()			
C	Fabricant du canon	()			
D		Modèle ()			
E		Année de fabrication ()			
F		Canon acheté neuf? ()			1
G		Modifications depuis l'achat? ()			2
H	Longueur tuyau enrouleur	()			
I	Portée du canon	()			
J	Angle de couverture du canon	()			3
K	Source d'eau (étang, rivière, etc.)	()			4
L	Pression d'opération du canon		Connue (PSI)	Inconnue	5
M	Régulateur de pression		Oui	Non	6
N		Pression réglée à (PSI)			7
O	Débit min. et max. d'opération du régulateur	Min () Max ()			8
P	Type de filtration	()			
Q		Exigences du fabricant ()			
R	Champ irrigué en plusieurs passages?			Oui et non	
S	Si R = Oui →	Distance entre allées de passage ()			
T	Comment la vitesse d'avancement est définie?	()			

Tableau 6. Information complémentaire ayant trait aux notes présentées au Tableau 5.

Notes	Informations complémentaires
1	Indication sur l'usure du système.
2	S'assurer que les spécifications fournies par le fabricant sont applicables suite aux modifications.
3	Un angle de 220° est recommandé.
4	Les réseaux collectifs d'alimentation en eau sont propices aux variations de pression. L'utilisation d'un régulateur de pression à la rampe/buses peut permettre de compenser pour ces variations potentielles.
5	La pression d'opération doit être connue.
6	La présence d'un régulateur de pression ajustable permet de régler la pression au canon et donc de régler la portée, la taille des gouttelettes ainsi que le débit au canon. L'absence d'un régulateur de pression rend inutile l'évaluation de la performance du système d'irrigation. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.
7	La pression en amont du régulateur de pression doit être supérieure à la pression du régulateur. L'installation d'un manomètre en aval du régulateur permet de vérifier l'ajustement du régulateur.
8	Les régulateurs de pression sont conçus pour opérer de manière optimale à l'intérieur d'une certaine gamme de débits. Vérifier si le débit passant se situe dans l'intervalle du régulateur en place. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.

Tableau 7. Analyse sommaire pré-diagnostic – Système par rampe d’aspersion avec enrouleur.

Analyse sommaire pré-diagnostic – Système d’irrigation par rampe avec enrouleur					
	Éléments d’analyse	Précisions	OK	Source potentielle de problèmes	Notes
A	Longueur du champ irrigué	()			
B	Largeur du champ irrigué	()			
C	Fabricant de la rampe	()			
D		Modèle ()			
E		Année de fabrication ()			
F		Rampe achetée neuve? ()			1
G		Modifications depuis l’achat?			2
H	Longueur tuyau enrouleur	()			
I	Portée de la rampe	()			
J	Fertigation		Non	Oui	3
K	Pression d’opération de la rampe		Connue (PSI)	Inconnue	4
L	Source d’eau (étang, rivière, etc.)	()			5
M	Régulateur de pression		Oui	Non	6
N		À l’entrée de la rampe ()			
O		À chaque buse ()			
P		Pression réglée à (PSI)			7
Q	Débit min. et max. d’opération du régulateur	Min () Max ()			8
R	Type de filtration	()			
S		Exigences du fabricant ()			
T	Champ irrigué en plusieurs passages?			Oui et non	
U	Si T = Oui →	Distance entre allées de passage ()			
V	Comment la vitesse d’avancement est définie?	()			

Tableau 8. Information complémentaire ayant trait aux notes présentées au Tableau 7

Notes	Informations complémentaires
1	Indication sur l'usure du système.
2	S'assurer que les spécifications fournies par le fabricant sont applicables suite aux modifications.
3	Si la rampe est utilisée pour la fertigation, l'uniformité d'application de l'eau et la couverture du champ sont très importantes
4	La pression d'opération doit être connue.
5	Les réseaux collectifs d'alimentation en eau sont propices aux variations de pression. L'utilisation d'un régulateur de pression à la rampe/buses peut permettre de compenser pour ces variations potentielles.
6	La présence d'un régulateur de pression ajustable permet de régler la pression au canon et donc de régler la portée, la taille des gouttelettes ainsi que le débit au canon. L'absence d'un régulateur de pression rend inutile l'évaluation de la performance du système d'irrigation. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.
7	La pression en amont du régulateur de pression doit être supérieure à la pression du régulateur. L'installation d'un manomètre en aval du régulateur permet de vérifier l'ajustement du régulateur.
8	Les régulateurs de pression sont conçus pour opérer de manière optimale à l'intérieur d'une certaine gamme de débits. Vérifier si le débit passant se situe dans l'intervalle du régulateur en place. Situation à corriger avant de procéder au diagnostic.

2.3.1 Système de rampe d'aspersion et de canon avec enrouleur

2.3.1.1 Liste du matériel

Items

Piquets de bois	Masse
Gobelets de plastique	Pelle
Rondelles de PVC	Niveau
Gros élastiques	Anémomètre équipé d'un acquiiseur de données
Chaîne d'arpenteur	
Cylindres gradués de 1000 ml	
Cylindres gradués de 100 ml	
Entonnoirs	

2.3.1.2 Mesure des hauteurs d'eau appliquées

Le principe est de récolter l'eau en provenance de la rampe/canon dans des réceptacles disposés le long d'un transect orienté perpendiculairement à la direction d'avancement de la rampe/canon. Disposez les contenants sur des piquets plantés environ 3 mètres (10 pieds) d'intervalle de part et d'autre de l'allée centrale (chariot) et ce, jusqu'à que toute la zone mouillée soit couverte. Assurez-vous que les contenants soient de niveau et ceux-ci soient à la même hauteur que la canopée. Au besoin, dégager les environs afin d'éviter tout obstacle entre les gouttelettes d'eau et le réceptacle. Un exemple de montage est présenté à la Figure 8.



Figure 8. Montage d'un contenant sur un piquet.

Un autre type de contenant, un « pluviodièrre » est présenté à la (Figure 9 et Figure 10). Constitué d'une chaudière et d'un entonnoir, il a l'avantage de limiter les pertes d'eau par évaporation. Cet avantage est précieux lorsque le contenu en eau du pluviodièrre ne peut pas être mesuré immédiatement après le passage de la rampe ou du canon.



Figure 9. « Pluviodièrres ».



Figure 10. Distribution au champ des « Pluviodièrres ».

2.3.1.3 *Mesure de la direction et de la vitesse du vent*

Étant donné que les conditions de vent en vigueur lors de l'évaluation de systèmes par aspersion peuvent avoir un fort impact sur l'uniformité de la distribution de l'eau, il est important de mesurer la vitesse ainsi que la direction du vent lors des essais. L'utilisation d'un anémomètre monté sur un trépied et muni d'un acquiiseur de données programmable permet d'apprécier l'évolution des conditions de vent au cours de l'essai. Un anémomètre avec acquiiseur de données a été utilisé au cours la saison.

L'anémomètre est installé à proximité du transect de mesure des hauteurs d'eau, et ce à une distance suffisante pour, d'une part, ne pas entraver l'avancement de la rampe ou du canon, mais également pour que celui-ci ne soit pas soumis à l'impact des gouttelettes d'eau de la rampe ou du canon lors de son passage au-dessus du transect. L'évaluateur doit également choisir un emplacement qui est le plus représentatif des conditions observées au champ. En notant à la fois l'heure à laquelle les premières gouttelettes commencent et cessent de tomber dans les réceptacles, il devient alors possible de retrouver la plage de données d'intérêt dans le fichier de sortie de l'acquiiseur de données de l'anémomètre. Les conditions de vent observées seront rapportées dans le rapport présenté au producteur.

2.3.1.4 *Procédure de calcul du DU*

Dans le cas des systèmes d'irrigation par aspersion, l'indice de l'uniformité de la distribution d'eau (DU) est obtenu par la méthode du premier quartile (DU_{pq} ou DU_{lq} pour *low quarter*) décrite par la relation suivante (Burt, 2004):

$$DU_{pq} = \frac{\text{moyenne des hauteurs d'eau du premier quartile}}{\text{moyenne des hauteurs d'eau totales}} \quad (1)$$

Le DU_{pq} est obtenu en deux étapes. Premièrement, il faut trier en ordre croissant les n données de hauteur d'eau obtenues supérieure à zéro. Le numérateur de l'équation (1) est obtenu en calculant la moyenne du quart des données les plus faibles. Par exemple, si sur un transect de 30 réceptacles, seulement 28 d'entre eux ont reçu de l'eau, cette moyenne serait calculée sur les 7 valeurs de hauteur d'eau les plus faibles. La conversion des mesures de volume d'eau en hauteur d'eau est obtenue en divisant le volume d'eau mesuré dans les réceptacles par la surface de l'ouverture de ce dernier. Ainsi, si le volume d'eau mesuré est exprimé en ml et le diamètre de l'ouverture en mm, la relation suivante s'applique :

$$\text{Hauteur d'eau (mm)} = 1273,2 \left(\frac{V}{d^2} \right)$$

Où :

V = Volume d'eau du réceptacle (ml)

d = Diamètre de l'ouverture du réceptacle (mm)

1273,2 = Facteur de conversion d'unités

Un DU_{pq} d'environ 0,70 est jugé comme acceptable pour des pratiques d'irrigation habituelles (Gulik, 1989; USDA, 1997).

2.3.1.5 Mesure de la vitesse d'avancement

La mesure de la vitesse d'avancement du chariot permet de valider la vitesse réglée à l'enrouleur. Celle-ci est simplement évaluée en mesurant le temps de parcours du chariot entre deux bornes (piquets). Ces bornes sont installées le long du sentier de passage du chariot de manière à couvrir approximativement la longueur nécessaire entre le début et la fin du remplissage des réceptacles. Un chronomètre est démarré lorsque le centre de la roue du chariot franchit la première borne et est arrêté lorsque le centre de cette même roue franchit la deuxième borne. La vitesse d'avancement est obtenue en divisant la distance entre les deux bornes avec le temps obtenu au chronomètre.

2.3.2 Systèmes par goutte à goutte

2.3.2.1 Liste du matériel (commun aux 2 types de systèmes)

Le matériel pour les systèmes par gag enfouis est similaire à celui des systèmes qui sont à la surface du sol. Cependant, étant donné qu'aucune mesure de débit aux goutteurs n'est effectuée, seul le matériel nécessaire à la prise des dimensions du champ, du débit passant dans la conduite de tête et des mesures de pression est nécessaire.

Tableau 9. Matériel nécessaire à l'évaluation des systèmes d'irrigation en goutte à goutte.

Items	
Débitmètre	Gobelets de plastique
Chaîne d'arpenteur (ou roue à mesurer)	Matériau de type bas de nylon
Ruban à mesurer	Aiguille de gonflage à ballon
Nécessaire pour prise de notes	Lame tranchante de type Exacto ^{MD}
Plan du système d'irrigation	Ruban adhésif rouge de type Tuck Tape ^{MD}
Poinçon éjecteur	Piquets de couleur en plastique ou petits drapeaux métalliques
Lunettes de sécurité	Tissus absorbants
Bouchons réparateurs « <i>goof plug</i> »	
Ensemble de tube de Pitot et manomètre (0-30 psi)	

2.3.3 Système par goutte à goutte à la surface du sol

2.3.3.1 Procédure globale

- 1) Installer le débitmètre à l'entrée de la conduite de tête du champ en suivant les recommandations d'installation du fabricant du débitmètre.
- 2) Relever toutes les dimensions requises dans l'analyse préliminaire afin de confirmer les informations du producteur.
- 3) Démarrer le chronomètre de manière synchronisée avec le démarrage de la pompe.
- 4) Effectuer le relevé des pressions dans tout le bloc irrigué lorsque la pression dans le système s'est stabilisée (section 2.3.3.2).
- 5) Effectuer le relevé du débit des goutteurs (section 2.3.3.4).
- 6) À l'arrêt de la pompe, noter le temps sur le chronomètre sans l'arrêter.
- 7) Déterminer le temps supplémentaire pendant lequel quelques goutteurs continuent à couler alors que la majorité des goutteurs ont cessé.
- 8) Compiler les résultats et effectuer le calcul des différents DU (sections 2.3.3.3 à 2.3.3.5).
- 9) Un DU global pour le système évalué est obtenu en multipliant les 4 composantes du DU (Burt, 2004):

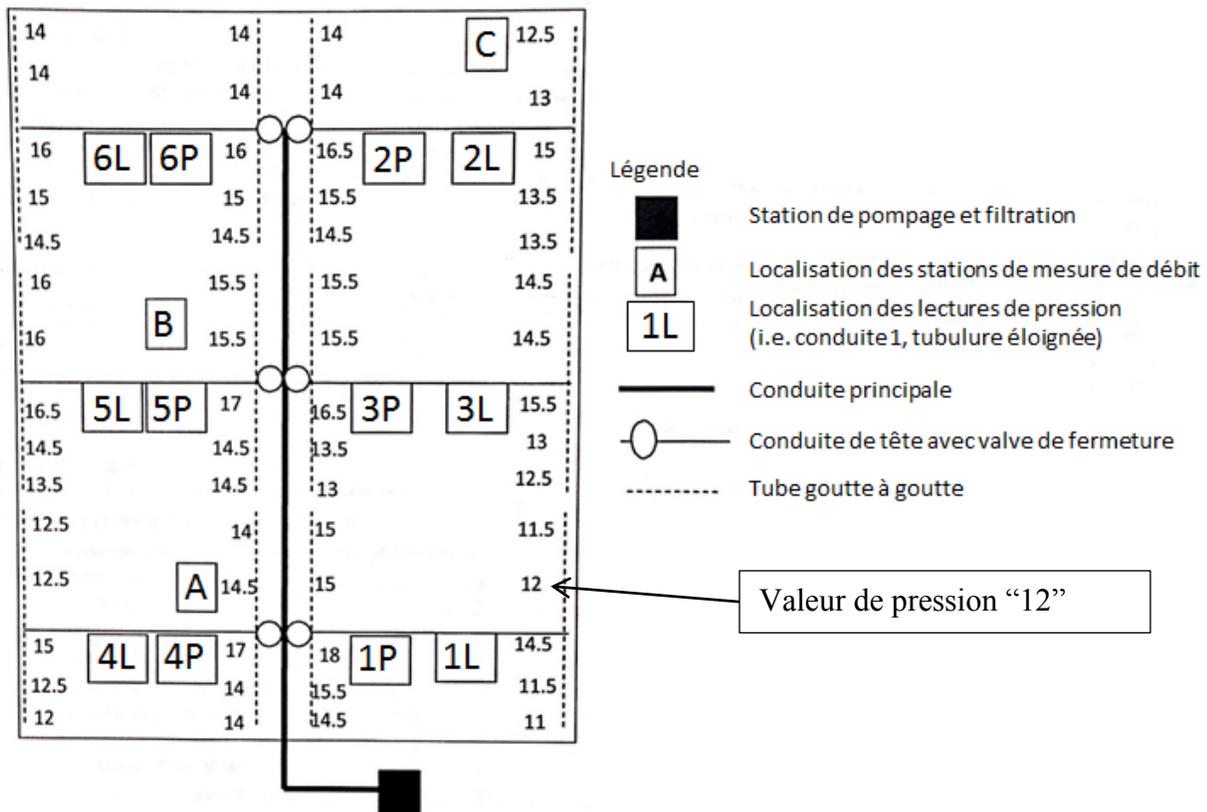
$$DU_{Global} = DU_{Débit} \times DU_{colmatage} \times DU_{Drainage} \times DU_{espacement}$$

Toutefois, étant donné que le $DU_{\text{espacement}}$ est négligeable (=1) dans la majorité des cas (la densité de la culture et le modèle de gag utilisé est uniforme à travers les champs), celui-ci n'est pas évalué. Le détail du calcul peut être retrouvé dans Burt (2004).

2.3.3.2 Procédure pour l'évaluation de la distribution des pressions

Sur un plan du réseau de distribution, localiser les six conduites de têtes énumérées ci-dessous où seront effectués les relevés de pression sur les tubes de gag (Figure 11).

- 1 Conduite de tête la plus hydrauliquement proche de la pompe.
- 2 Conduite de tête la plus hydrauliquement éloignée de la pompe.
- 3 Conduite de tête située à une distance hydraulique intermédiaire de la pompe.
- 4 Conduite de tête située à une distance hydraulique intermédiaire de la pompe.
- 5 Conduite de tête située à une distance hydraulique intermédiaire de la pompe.
- 6 Conduite de tête située à une distance hydraulique intermédiaire de la pompe.



Adapté de : Burt et coll., 2010

Les conduites 3 à 6 sont sélectionnées de manière à couvrir de manière représentative la surface irriguée.

Figure 11. Plan du réseau de distribution et des stations de mesure de la pression et du débit.

À chacune de ces conduites de tête sont associées deux autres localisations, soient le tube de gag étant la plus proche de l'entrée de la conduite [P] et celui étant le plus éloigné [L], pour un total de 12 localisations.

À chacune de ces sous-localisations, trois à cinq lectures de pression sont relevées selon si la conduite de tête laisse partir des tubes de gag de part et d'autre de celle-ci. Si tel est les cas, 5 mesures sont effectuées aux endroits suivants sur ces tubes pour un total de 60 lectures (Figure 11) :

- 1) À l'extrémité, en aval du tube de gag situé du côté « élevé » du terrain (topographiquement parlant).
- 2) Au milieu du tube de gag situé du côté « élevé » du terrain (topographiquement parlant).
- 3) À l'entrée du tube de gag (d'un côté ou de l'autre, pas d'importance).
- 4) Au milieu du tube de gag situé du côté « bas » du terrain.
- 5) À l'extrémité, en aval du tube de gag situé du côté « bas » du terrain.

Dans le cas où des tubes de gag ne partiraient que dans une seule direction sur la conduite de tête, n'effectuer que les 3 premières lectures (entrée, milieu, extrémité en avale) pour un total de 36 lectures. La procédure pour effectuer des lectures de pression dans un tube de gag est présentée à la section 2.3.3.5.

Notez les résultats sur le plan du réseau de distribution (Figure 11).

2.3.3.3 Procédure pour le calcul du $DU_{Débit}$

1) Convertir les pressions en débit selon l'égalité suivante :

$$Q = KP^x$$

Où

Q = Débit du goutteur (lph)

K = Facteur de conversion d'unités

P = Pression (psi)

x = Exposant des goutteurs fourni par le fabricant des tubes de gag (Figure 12)

La variable K peut être déterminée en connaissant l'exposant du tube de gag et son débit à une certaine pression (normalement fourni par le fabricant). Il est très important de rappeler que la valeur de K change en fonction de la combinaison des unités utilisées pour Q et P, ainsi que selon la valeur de x. Une valeur de K pour un débit en lph et une pression en bar pour un exposant donné ne peut donc pas être utilisée pour un même exposant, mais avec un débit en lph et une pression en psi.



Aqua-Traxx FLOW RATES												
Emitter Flow Part Number	Outlet Spacing		Emitter Flow Rate				Q-100				Emitter Exponent	Filtration Requirement
			gph		lph		gpm/100 ft		lph/1 meter			
			@ 8 psi	@ 10 psi	@ 0.55 bar	@ 0.7 bar	@ 8 psi	@ 10 psi	@ 0.55 bar	@ 0.7 bar		
	in	cm										mesh (micron)
0.07 gph emitter												
EAXxx0817	8	20	0.07	0.08	0.26	0.30	0.17	0.20	1.30	1.47	0.55	200 (74)
EAXxx1609	16	40	0.07	0.08	0.26	0.30	0.09	0.10	0.65	0.74		
0.09 gph emitter												
EAXxx0822	8	20	0.09	0.10	0.34	0.38	0.22	0.25	1.66	1.88	0.55	200 (74)
EAXxx1611	16	40	0.09	0.10	0.34	0.38	0.11	0.13	0.83	0.94		
0.10 gph emitter												
EAXxx0825	8	20	0.10	0.11	0.38	0.43	0.25	0.28	1.86	2.11	0.55	200 (74)
EAXxx1613	16	40	0.10	0.11	0.38	0.43	0.13	0.14	0.93	1.05		
0.13 gph emitter												
EAXxx0467	4	10	0.13	0.15	0.51	0.57	0.67	0.75	4.99	5.58	0.5	140 (105)
EAXxx0644	6	15	0.13	0.15	0.51	0.57	0.44	0.50	3.33	3.72		
EAXxx0834	8	20	0.13	0.15	0.51	0.57	0.34	0.37	2.50	2.79		
EAXxx1222	12	30	0.13	0.15	0.51	0.57	0.22	0.25	1.66	1.86		
EAXxx1617	16	40	0.13	0.15	0.51	0.57	0.17	0.19	1.25	1.40		
EAXxx1814	18	45	0.13	0.15	0.51	0.57	0.14	0.17	1.11	1.24		
EAXxx2411	24	60	0.13	0.15	0.51	0.57	0.11	0.12	0.83	0.93		

Tiré de : https://www.toro.com/~media/Files/Toro/Agriculture/drip-tape-and-dripline/ALT230_ATFamilyBrochure_Eng_PBX.ashx

Figure 12. Valeur de l'exposant fourni dans les spécifications du fabricant des tubes de gag.

La valeur de l'exposant (x) peut avoir un impact important sur le débit du goutteur. Des mesures de débit ont été réalisées sur un gag qui a un exposant de 0,3 (TORO EAFC506 1234) et ces mesures sont rapportées à la Figure 13, selon la pression observée. Le champ où cet essai a été réalisé a une forte pente. Cela explique les pressions élevées qui ont été observées. Le débit par goutteur mesuré à 8 psi se situe entre 0,5 et 0,6 lph, alors qu'il se rapproche de 1 lph à 23 psi.

À la Figure 14, les résultats d'un essai semblable au premier sont présentés, mais cette fois-ci, avec un gag qui a un exposant de 0,03. Les variations de débit par goutteur, à partir de 8 psi sont beaucoup plus faibles avec une augmentation de la pression.

Ainsi, plus la valeur de l'exposant est élevée, plus l'impact d'une variation de la pression aura un impact important sur le débit.

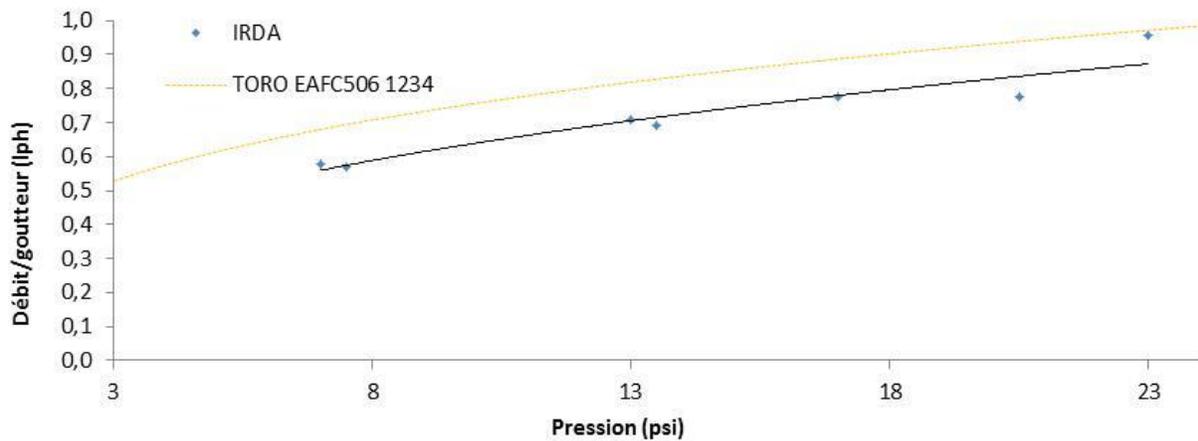


Figure 13. Débit des goutteurs en fonction de la pression avec un exposant de 0,3.

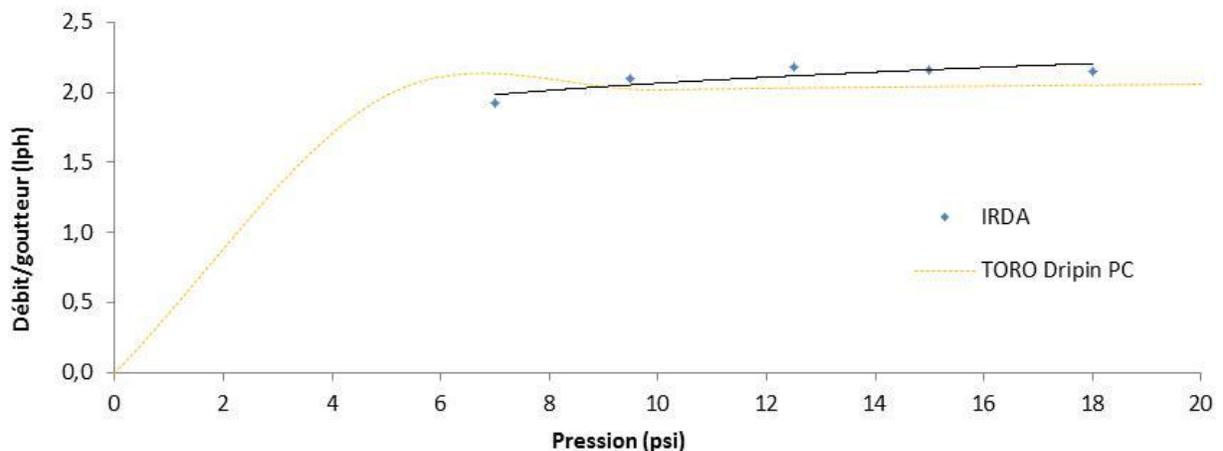


Figure 14. Débit des goutteurs en fonction de la pression avec un exposant de 0,03.

Une fois toutes les pressions converties en débits, le $DU_{\text{Débit}}$ est déterminé avec la même procédure présentée à la section 2.3.1.4, mais en remplaçant les hauteurs d'eau pas les débits :

$$DU_{\text{Débit}} = \frac{\text{Moyenne des débits du 1er quartile}}{\text{Moyenne des débits totaux}}$$

2.3.3.4 Procédure pour l'évaluation du $DU_{\text{colmatage}}$

L'évaluation du degré de colmatage des goutteurs s'effectue en mesurant le débit sur un échantillon de goutteurs à trois endroits sur le système de distribution (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**), soit :

A Au milieu du tube de gag le plus proche de l'entrée de la conduite de tête

B Au milieu du tube de gag « intermédiaire » sur une des conduites de tête **3** **6**.

C À l'extrémité « en aval » du tube de gag le plus éloigné de l'entrée de la conduite de tête **2**.

Pour les endroits **A** et **B**, sélectionnez 16 goutteurs contigus sur lesquels les débits seront mesurés. Assurez-vous que les goutteurs soient tous à la même pression. Par intervalle de 10 secondes, disposez un gobelet de plastique sous chacun des goutteurs en prenant soin de démarrer le chronomètre à l'installation du premier gobelet et en s'assurant que la tubulure repose de manière stable sur les gobelets (Figure 15).



Figure 15. Évaluation du niveau de colmatage des goutteurs par mesure du débit des goutteurs.

Après 10 minutes, retirer les gobelets en suivant l'ordre d'installation et à un intervalle régulier de 10 secondes. Mesurez ensuite le volume recueilli dans chacun des gobelets à l'aide des cylindres gradués et notez les résultats. Pour l'endroit C, effectuez la même procédure, mais sur 32 goutteurs contigus. Remplacez le tube de gag à son emplacement initial.

Le $DU_{colmatage}$, est déterminé avec la relation suivante (Burt, 2004) :

$$DU_{colmatage} = 1 - \frac{1}{\sqrt{n}} \left(1 - \frac{(\sum_A^C DU_{Débit_i})}{3} \right)$$

Où :

n = Nombre de goutteurs par plant

$DU_{Débit_i}$ = $DU_{Débit}$ calculé sur les mesures de débit effectuées aux trois stations de mesure A, B et C.

Afin de vérifier l'efficacité du système de filtration, il est également intéressant d'évaluer la quantité et la qualité des sédiments qui peuvent s'accumuler dans les parties « sales » du système, c'est-à-dire dans les zones les plus hydrauliquement éloignées du système de pompage. Vous pouvez donc profiter du fait que vous vous retrouvez à cet endroit pour ouvrir l'extrémité d'un tube de gag et observer les sédiments recueillis. Pour ce faire, orientez rapidement l'extrémité ouverte du tube de gag dans un matériau de type « bas de nylon » et évaluez le temps requis avant que l'eau devienne claire. Analysez autant la nature (organique ou inorganique), que la taille des sédiments (argile, sable, etc.) (Figure 16).

La quantité de matière recueillie peut également donner une indication sur le niveau d'entretien effectué sur le système. Une quantité anormalement élevée de sable peut indiquer : 1) la présence de fuites dans le réseau; 2) la présence d'une brèche dans le système de filtration si un filtre au sable est utilisé ou encore; 3) lors de la mise en place du système au début de la saison, des sédiments sont entrés. Cette situation risque d'augmenter le risque de colmatage des goutteurs.



Figure 16. Caractérisation des sédiments recueillis à la sortie d'un tube de gag.

2.3.3.5 Procédure pour l'évaluation du DU_{drainage}

L'évaluation du DU_{drainage} est obtenue en évaluant le temps supplémentaire durant lequel certains émetteurs continuent à couler alors que la majorité ait cessé. Cette méthode proposée par l'ITRC demeure très exhaustive et se veut qu'une simple approximation. Si l'analyse préliminaire du système d'irrigation laisse entrevoir un fort potentiel de non uniformité apporté par le drainage inégal des tubes de gag suite à une irrigation, les recommandations de la section 3.1.2.1 du Chapitre 1 peuvent être apportées. La relation suivante permet donc d'évaluer ce DU_{drainage} (Burt, 2004) :

$$DU_{\text{drainage}} = 1 - \left(\frac{\text{minutes supp. d'opération de quelques émetteurs}}{\text{Durée moyenne de l'irrigation (min.)}} \right)$$

2.3.3.6 Procédure pour la prise de pression dans un tube de goutte à goutte

La prise de pression dans les tubulures est effectuée en perçant le tube de gag avec un poinçon éjecteur et en y insérant un tube de Pitot relié à un manomètre tel qu'illustré à la Figure 17. Portez toujours des lunettes de sécurité afin d'éviter tout contact entre vos yeux et l'eau d'irrigation. Il est important d'orienter la pointe du tube de Pitot en aval du tube de gag une fois à l'intérieur. Positionnez le tube de Pitot de manière à ce qu'il n'y ait aucune fuite d'eau. Également, gardez le manomètre à la même élévation que le tube de Pitot afin d'obtenir une mesure juste. Notez la pression sur le plan du réseau (Figure 11). Retirez le tube de Pitot en prenant soin de vous protéger les yeux de toute éclaboussure. Insérer un bouchon réparateur (« *goof plug* ») dans le trou à l'aide d'une paire de pinces appropriée.



Figure 17. Mesure de la pression dans un tube de gag à l'aide d'un tube de Pitot.



Figure 18. Bouchon réparateur « goof plug »

2.3.4 Système par goutte à goutte enfouis dans le sol et sous paillis de plastique

L'évaluation d'un système gag enfoui suit la même procédure que celle pour le gag à la surface du sol (section 2.3.3), à l'exception que l'évaluation du colmatage des tubes de gag (mesures de débits) et du drainage ne sont pas effectuées. La procédure pour la prise de pression (section 2.3.3.6) est également modifiée pour tenir compte du fait que les tubes de gag doivent être déterrés préalablement à la prise des mesures et le paillis de plastique rapiécé avant de quitter le site.

À chaque point de lecture de pression déterminé à la section 2.3.3.2, effectuer les étapes suivantes :

- 1) Inciser délicatement le paillis de plastique au-dessus du tube de gag.
- 2) Exposer le tube de gag en dégageant le sol autour de ce dernier.
- 3) À l'aide d'une aiguille de gonflage à ballon, percer le gag en vous assurant de porter des lunettes de sécurité.
- 4) Insérer le tube de Pitot en prenant soin de l'orienter vers l'aval du tube. S'assurer qu'il n'y ait pas de fuite lors de la lecture et que le manomètre repose le plus près possible du tube.
- 5) Après avoir noté la pression sur le manomètre, retirer le tube de Pitot et insérer un bouchon réparateur (Figure 17).
- 6) Remettre le sol en place et rapiécer le paillis de plastique à l'aide de ruban adhésif de type Tuck Tape^{MD}. Au besoin, essuyer le paillis de plastique à l'aide de tissu absorbant avant de rapiécer.
- 7) Effectuer la même procédure à chaque station de lecture.
- 8) Dans le cas où le temps pourrait manquer (courte irrigation), vérifier avec le producteur la possibilité de laisser le paillis non rapiécé durant l'irrigation afin d'effectuer tous les relevés nécessaires. Le rapiéçage du paillis pourrait alors être remis à la fin de l'évaluation. Dans ce cas, prévoir des piquets de couleur ou des drapeaux métalliques afin de retrouver plus facilement l'emplacement des stations de mesure.

Seul le $DU_{Débit}$ est calculé. Se référer à la procédure de la section 2.3.3.3 pour le détail des calculs.

AVIS AU LECTEUR

Les diagnostics effectués ne visaient pas à évaluer la performance de l'équipement, mais plutôt la performance globale du système dans le contexte de son utilisation par l'entreprise. De plus, les résultats ayant trait à ces diagnostics et les recommandations qui en découlent ne sont valides que dans le contexte auxquels ils réfèrent.

Site A

IDENTIFICATION

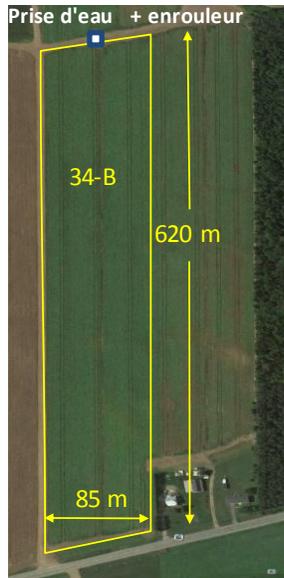
Entreprise: Site A
 Champ / culture:
 Contact à la ferme:
 Adresse:

Évaluateurs: Stéphane Nadon IRDA
 Daniel Bergeron MAPAQ
 Ayoub Rizki IRDA (étudiant)
 Producteur

Date de l'évaluation: 16-juil-2015

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

RAMPE AVEC ENROULEUR

Modèle rampe: RM Albatros
 Pression à l'entrée de la rampe: 20 psi
 Diamètre des buses: 7 mm
 Vitesse d'avancement: 50 m/h

Tableau 1. Indicateurs de performance du système d'irrigation

Distance (pi)	Uniformité Distribution (DU)	Hauteur d'eau moyenne appliquée (mm)	Performance (%) (CU*)
10' – 100'	0,80	12,7	83**
100' – 120'	0,65	6,8	52
120' – 150'	0,48	4,7	38

* Coefficient d'uniformité p/r à l'objectif

** 91 % si l'on considère que l'objectif est atteint si > 12 mm

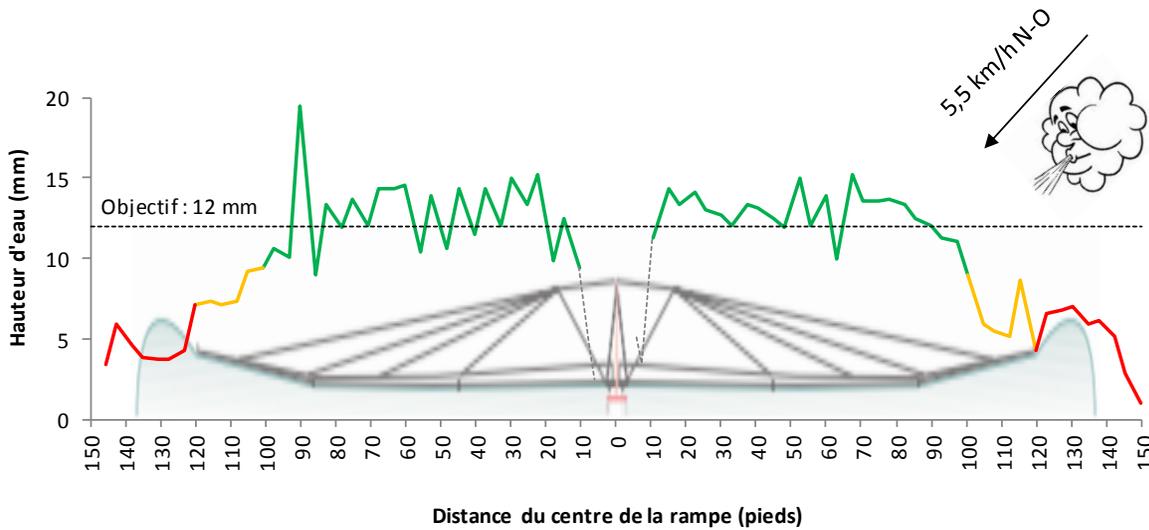


Figure 1. Distribution des hauteurs d'eau le long de la rampe



Figure 2. Aperçu de la rampe d'irrigation et du dispositif d'évaluation

Ugelli		Fascia		Velocità di avvolgimento in m/h															Diametro - Lunghezza tubo della macchina									
Coltura	Press. Ala	Portata Ala	Cons. 85%	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100	120	150	110	110	120	120	125	125	125	125			
mm	Atm.	l/sec. mch	mt.	Altezza loggia in mm.															Pressione in macchina									
giallo	1	11,9	42,84	80,0	53,6	35,7	28,8	21,4	17,9	13,4	10,7	8,9	7,7	6,7	6,0	5,4	4,9	3,6	2,7	3,2	3,7	2,3	2,8	2,8	2,1	2,2	2,3	2,4
	1,5	14,3	51,48	82,0	62,8	41,9	31,4	25,1	20,9	15,7	12,6	10,5	9,0	7,8	7,0	6,3	5,2	4,2	3,7	4,9	5,2	3,1	3,6	3,8	2,9	3,0	3,1	3,2
	2	16,7	60,12	83,0	72,4	48,3	36,2	29,0	24,1	18,1	14,5	12,1	10,3	9,1	8,0	7,2	6,3	4,8	4,7	5,6	6,6	4,0	4,6	4,9	3,6	3,8	3,9	4,0
rosso	2,5	18,6	66,96	84,0	79,7	53,1	39,9	31,9	26,6	19,9	15,9	13,3	11,4	10,0	8,8	8,0	6,3	5,3	5,6	7,3	8,0	4,8	5,5	5,8	4,4	4,6	4,7	4,9
	3	20,6	74,16	85,0	87,2	58,2	43,6	34,9	29,1	21,6	17,4	14,5	12,5	10,9	9,7	8,7	7,3	5,8	6,6	8,1	8,7	5,7	6,4	6,7	5,2	5,5	5,7	6,0
	1	14,6	52,56	81,0	64,9	43,3	32,4	26,0	21,6	16,2	13,0	10,8	9,3	8,1	7,2	6,5	5,4	4,3	3,2	4,4	4,7	2,6	3,1	3,3	2,4	2,5	2,6	2,8
nero	1,5	17,4	62,64	83,0	75,5	50,3	37,7	30,2	25,2	18,9	15,1	12,6	10,8	9,4	8,4	7,5	6,3	5,0	4,6	5,4	6,5	3,6	4,3	4,5	3,2	3,4	3,5	3,8
	2	20,2	72,72	84,0	86,6	57,7	43,3	34,6	28,9	21,6	17,3	14,4	12,4	10,8	9,6	8,7	7,3	5,8	5,6	7,0	8,4	4,6	5,8	6,0	4,1	4,3	4,5	4,8
	3	25	90	87,0	103,4	69,0	51,7	41,4	34,5	28,9	20,7	17,3	14,8	12,9	11,5	10,3	8,4	6,9	7,8	10,0	10,8	6,8	7,8	8,3	5,9	6,2	6,4	6,8

Figure 3. Charte des hauteurs d'eau du fabricant (RM Irrigation)

RÉSUMÉ

L'évaluation de la rampe d'aspersion du champ 34-B a relevé les observations suivantes :

- 1) L'uniformité d'application d'eau est relativement uniforme (0,8) (Tableau 1 et Figure 1) à l'intérieur des premiers 100 pieds de la rampe. Celle-ci chute à 0,65 pour la section de 100 à 120 pieds et à 0,48 pour la dernière section située entre 120 et 150 pieds du chariot central.
- 2) La performance de rampe d'irrigation est déterminée en considérant les hauteurs d'eau appliquées par rapport à l'objectif fixé par le producteur. On observe que la performance de la rampe suit la même tendance qu'observée en 1), c'est-à-dire que celle-ci est intéressante à l'intérieur des premiers 100 pieds (83 %), mais diminue significativement au-delà de cette distance avec des indices de performance de 52 % et 38 % pour les sections 100-120 pieds et 120-150 pieds respectivement (Tableau 1). Globalement, cela signifie que seulement 66 % de la surface (100 pieds/150 pieds) à irriguer reçoit la quantité d'eau initialement fixée par le producteur à cet endroit du champ.
- 3) Il a été observé que le système ne comptait aucun régulateur de pression depuis la connexion au réseau (irrigant) et les buses de la rampe. Puisque la rampe est connectée à un réseau de distribution d'eau collectif (regroupement de producteurs de la région) où la pression peut varier en fonction de la demande des différents utilisateurs, celle-ci est donc directement soumise à ces mêmes variations de pression soit d'une irrigation à l'autre ou à l'intérieur d'une même irrigation. Cela risque d'induire des variations de débits aux buses et ainsi entraîner une non-uniformité longitudinale à l'intérieur du champ.
- 4) La charte des hauteurs d'eau du fabricant (Figure 3) fournit une bonne estimation de la vitesse d'avancement nécessaire à l'application d'une hauteur d'eau désirée.

RECOMMANDATIONS

Il est possible de diminuer l'impact des faibles hauteurs d'eau appliquées aux extrémités de la rampe en superposant ces zones de faible apport lors de l'irrigation des champs adjacents. Un positionnement judicieux du chariot central permettrait un chevauchement adéquat des zones déficientes et offrirait ainsi une meilleure uniformité à ces endroits critiques. Il serait également intéressant de vérifier les possibilités offertes par le fabricant au niveau du choix de buses pouvant être installées sur les gicleurs d'extrémité de rampe.

L'atteinte d'un certain niveau d'uniformité dans la hauteur des buses par rapport à la canopée semble limitée avec ce type d'équipement. Il serait donc intéressant de réfléchir à des solutions permettant d'améliorer cette condition.

L'installation d'un régulateur de pression à l'entrée de la rampe permettrait d'assurer une pression constante (i.e. un débit constant) aux buses au cours d'un épisode d'irrigation. Toutefois, l'évaluation du potentiel de variation de la pression dans le réseau ainsi que l'impact de celle-ci sur la pression à l'entrée de la rampe serait une information pertinente à obtenir afin d'évaluer la nécessité d'une telle intervention. Cela pourrait être fait en inscrivant au registre des irrigations la pression lue à l'entrée de la rampe lors de chaque irrigation. Ces lectures devraient toutefois être faites à l'aide d'un manomètre calibré et en bon état.

IDENTIFICATION

Entreprise: Site B
 Champ / culture: Pomme de terre
 Contact à la ferme:
 Adresse:

Évaluateurs: Stéphane Nadon IRDA
 Ayoub Rizki IRDA (étudiant)
 Maxime Richard IRDA (étudiant)

Date de l'évaluation: 19-août-2015

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

CANON AVEC ENROULEUR

Modèle enrouleur: OCMIS VR-7
 Modèle canon: SIME Mariner 2
 Pression à l'enrouleur: 125 psi
 Pression au canon: 83 psi
 Diamètre buse du canon: 32 mm
 Vitesse d'avancement: ≈ 45 à 50 m/h

Tableau 1. Indicateurs de performance du système d'irrigation

Uniformité Distribution (DU)	Hauteur d'eau moyenne appliquée (mm)	Performance (%) (CU*)
0,76	21,4	78**

* Coefficient d'uniformité p/r à l'objectif

** 89% si l'on considère que l'objectif est atteint si > 20 mm

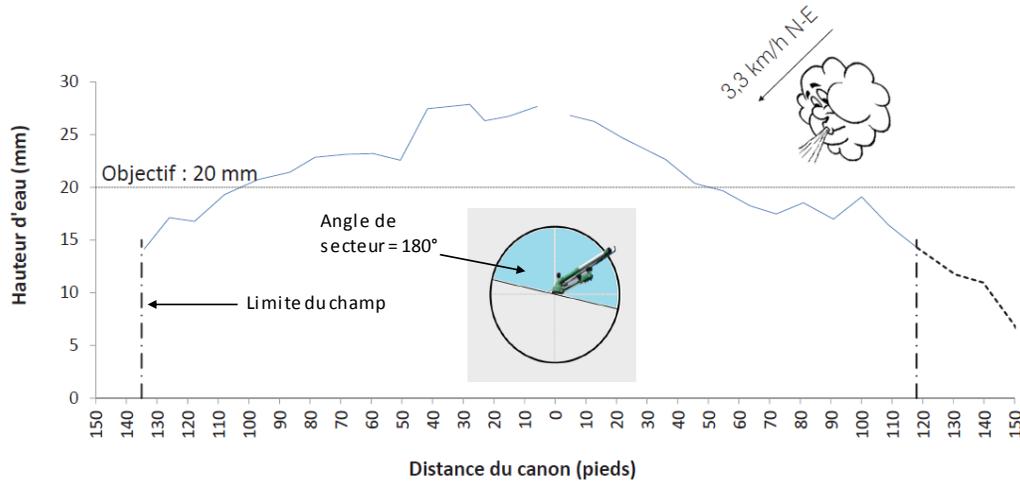


Figure 1. Distribution des hauteurs d'eau le long de la rampe



Figure 2. Aperçu du système d'irrigation



Figure 3. Aperçu du dispositif d'évaluation

BOCC	IRR.	IRR.	FASCIA	CONC.	Lù/Min	Q = PORTATA	Lù/h	M3/h	POST.	mm DI PIOGGIA SULLA FASCIA IRRIGATA E PRESSIONE NECESSARIA ALLA MACCHINA															
										10	15	20	25	30	35	40	50	60	mm						
mm	bar	mt	mtx80%				Ha	mth	bar	mth	bar	mth	bar	mth	bar	mth	bar	mth	bar	mth	bar	mth	bar		
28	3,0	44	70	848	50.880	50.88	3,41	72	5,1	48	4,9	36	4,9	29	4,8	24	4,7	21	4,7	18	4,7	14	4,6	12	4,6
4,0	51	82	981	58.860	58.86	4,01	72	6,4	48	6,2	36	6,2	29	6,1	24	6,0	21	6,0	18	6,0	14	5,9	12	5,9	
4,5	53	85	1.040	62.400	62,40	4,18	74	7,1	49	6,9	37	6,9	29	6,8	25	6,7	21	6,7	18	6,7	15	6,6	12	6,6	
5,0	56	90	1.096	65.760	65,76	4,44	73	7,7	49	7,5	37	7,5	29	7,4	24	7,3	21	7,3	18	7,3	15	7,2	12	7,2	
5,5	58	93	1.149	68.940	68,94	4,62	74	8,4	50	8,2	37	8,2	30	8,1	25	8,0	21	8,0	19	8,0	15	7,9	12	7,9	
6,0	60	96	1.202	72.120	72,12	4,80	75	9,0	50	8,9	38	8,8	30	8,7	25	8,6	21	8,6	19	8,6	15	8,5	12	8,5	
30	3,0	48	77	974	58.440	58,44	3,75	76	5,4	51	5,2	38	5,2	30	5,1	25	5,0	22	5,0	19	5,0	15	4,9	13	4,9
4,0	52	83	1.127	67.620	67,62	4,09	81	6,8	54	6,6	41	6,6	33	6,5	27	6,4	23	6,4	20	6,4	16	6,3	14	6,3	
4,5	54	86	1.195	71.700	71,70	4,27	83	7,5	55	7,3	41	7,3	33	7,2	28	7,1	24	7,1	21	7,1	17	7,0	14	7,0	
5,0	56	90	1.260	75.600	75,60	4,44	84	8,2	56	8,0	42	8,0	34	7,9	28	7,8	24	7,8	21	7,8	17	7,7	14	7,7	
5,5	58	93	1.320	79.200	79,20	4,62	85	8,9	57	8,7	43	8,7	34	8,6	28	8,5	24	8,5	21	8,5	17	8,4	14	8,4	
6,0	60	96	1.381	82.800	82,86	4,80	86	9,6	58	9,4	43	9,4	35	9,3	29	9,2	25	9,2	22	9,2	17	9,1	14	9,1	
32	4,0	54	86	1.282	76.920	76,92	4,27	89	7,3	59	7,1	45	7,1	36	7,0	30	6,9	25	6,9	22	6,9	18	6,8	15	6,8
4,5	56	90	1.359	81.540	81,54	4,44	91	8,0	61	7,8	46	7,8	36	7,7	30	7,6	26	7,6	23	7,6	18	7,5	15	7,5	
5,0	58	93	1.433	85.980	85,98	4,62	93	8,7	62	8,5	46	8,5	37	8,4	31	8,3	26	8,3	23	8,3	19	8,2	15	8,2	
5,5	60	96	1.501	90.060	90,06	4,80	94	9,5	63	9,3	47	9,3	38	9,2	31	9,1	27	9,1	23	9,1	19	9,0	16	9,0	
6,0	62	99	1.570	94.200	94,20	4,98	95	10,2	63	10,0	47	10,0	38	9,9	32	9,8	27	9,8	24	9,8	19	9,7	16	9,7	

Figure 4. Charte des hauteurs d'eau du fabricant (OCMIS)

RÉSUMÉ

L'irrigation du champ #5-7 visé par cette évaluation s'est déroulée en soirée, ce qui n'a pas permis aux évaluateurs de voir le système en état de marche. Toutefois, la collaboration du producteur a permis de relever quelques informations pertinentes. Voici les principales observations qui ressortent de cette évaluation :

- 1) L'uniformité d'application d'eau semble moyennement uniforme ($DU = 0,76$) si l'on ne considère pas la surface irriguée à l'extérieur du champ ciblé (Tableau 1 et Figure 1). En effet, le rayon d'action du canon est supérieur à la surface à irriguer tel que montré à la Figure 1.
- 2) La performance du système d'irrigation est de 78 %. Celle-ci est basée sur les mesures de hauteur d'eau appliquées par rapport à l'objectif fixé par le producteur et appliquée à cette même surface de champ.
- 3) Le système semble apporter d'avantage d'eau à la culture à l'intérieur des premiers 50 pieds de part et d'autre du canon (Figure 1).
- 4) Le patron d'application d'eau est très sensible aux conditions de vent de par la baisse plus rapide des hauteurs d'eau à mesure que l'on s'éloigne du canon du côté est comparativement au côté ouest. En effet, malgré un désalignement du patron de rotation du gicleur par rapport à l'orientation du champ de 16° vers l'est pour tenter de compenser les impacts du vent, on atteint la hauteur d'eau visée de 20 mm à l'intérieur d'une distance d'environ 50 pieds du côté est alors que celle-ci est atteinte pour des distances inférieures à 100 pieds du côté ouest. Le système atteint donc l'objectif d'application d'eau de 20 mm sur seulement 60 % de la surface d'intérêt.
- 5) La vitesse d'avancement mesurée du chariot concorde avec les spécifications du fabricant pour une application d'eau de 20 mm (Figure 4).

RECOMMANDATIONS

Il est reconnu qu'il est difficile d'obtenir une excellente uniformité d'application d'eau à partir d'un système de canon-enrouleur, car celui-ci est très sensible aux conditions de vent en vigueur lors d'un épisode d'irrigation. Il est toutefois possible d'apporter certains réglages au système afin d'en optimiser son utilisation.

Diminuer la portée du jet circonscrirait la surface irriguée à celle du champ en culture en plus de réduire la dérive due aux conditions de vent. Cela permettrait donc de réduire la consommation d'eau d'irrigation de cette parcelle de champ. La portée du jet peut être réduite avec une combinaison adéquate du diamètre et de la forme de la buse et de la pression d'opération au canon. Cette combinaison peut être estimée à partir des chartes disponibles auprès du fabricant. Cette stratégie possède toutefois ses limites étant donné qu'une grande partie de l'uniformité peut être améliorée en jouant sur l'espacement entre les passages adjacents du canon et que cette avenue n'est pas possible selon les caractéristiques présentées par la disposition du champ évalué. De plus, certains auteurs recommandent l'utilisation d'un angle de secteur de 220° au lieu de 180° pour les canons-enrouleur. Cette option serait donc intéressante à considérer.

Les fortes hauteurs d'eau observée à proximité du canon pourraient traduire la présence d'une taille de gouttelettes trop fines. Un ajustement du brise-jet permettrait d'obtenir une meilleure dispersion de la taille des gouttelettes à l'intérieur du jet et donc une meilleure uniformité dans les hauteurs d'eau appliquées.

Finalement, éliminer les principales contraintes à la source en effectuant les irrigations en période de faibles vents, soit généralement le soir et la nuit, demeure toujours une bonne pratique

RÉSUMÉ

Certains impondérables se sont produits lors de l'évaluation au Site C, ce qui a limité l'évaluation de certains paramètres prévus au protocole, notamment le volume de drainage de la ligne 1. Toutefois, voici ce qui a été constaté:

- 1) Globalement, un délai d'environ une dizaine de minutes est observé dans le champ V4 avant que le système soit complètement chargé.
- 2) La distribution des débits observée dans ce champ avec ce modèle de goutte-à-goutte (gag) demeure très bonne avec une uniformité de 0,96 (DU pression) selon le barème présenté plus bas (ITRC, 2015). Par contre, de long temps de drainage observés au bas du champ pourraient faire baisser l'uniformité globale (DU Global) du champ. Il n'est pas possible de conclure sur ce résultat puisque ces mesures n'ont pu être réalisées sur l'ensemble du champ.
 - DU \geq 0,95 = Excellent;
 - DU \geq 0,88 = Bon
 - DU \geq 0,75 = Typique des systèmes gag
- 3) Le débit mesuré des goutteurs concorde avec les spécifications du fabricant.
- 4) La Figure 2 présente le temps total pendant lequel cette section du champ reçoit de l'eau. Cette période de temps comprend celle entre la première goutte à sortir du gag jusqu'à l'arrêt de la pompe, ainsi que le temps de drainage des gag. Ce dernier est exprimé en « temps d'irrigation en charge », c'est-à-dire que le volume d'eau de drainage recueilli à chaque station est converti en temps d'irrigation pendant lequel un système complètement chargé aurait délivré ce même volume d'eau à cet endroit du champ. Cela permet donc d'exprimer l'impact réel de l'apport supplémentaire d'eau au champ par le drainage des conduites en termes de temps d'irrigation « en charge ».
- 5) La figure 3 présente ces mêmes résultats, mais sous forme de pourcentage de temps d'irrigation supplémentaire par rapport à l'endroit du champ où le temps d'irrigation est minimal. On constate que selon les données disponibles, le drainage des conduites entraîne des temps d'irrigation supplémentaires allant de 22 % à 30 % sur près du quart de la surface irriguée. Bien qu'il ne soit pas possible de fournir de valeur numérique d'uniformité liée au drainage par manque de données, il est tout de même pertinent de souligner qu'il existe une certaine problématique de drainage des conduites qui pourrait nuire à la productivité de cette partie du champ.
- 6) À titre indicatif, l'irrigation d'un hectare de fraisiers pendant 45 minutes à une pression moyenne de 11 psi et ayant un espacement entre les buttes d'environ 53 po nécessiterait un volume d'eau d'environ 16 m³ avec ce type de gag.

RECOMMANDATIONS

Suggestions pour diminuer l'impact du drainage des lignes de gag sur l'uniformité d'application d'eau :

- 1) Installer une valve de fermeture sur les conduites de tête de champ et les fermer à la suite de chaque irrigation afin de limiter l'alimentation en eau de drainage de cette dernière par la ligne principale.
- 1) Installer des soupapes à ressort à la jonction entre la conduite de tête et les lignes de gag si celles-ci sont sujettes à être alimentées en eau de drainage.
- 2) Installer une conduite de vidange en aval des lignes de gag elles-mêmes équipées d'une valve pouvant être ouverte à après chaque séance d'irrigation. Cela ne permet pas d'économie d'eau, mais permet néanmoins d'éviter les problèmes de sursaturation du sol pouvant être observés en bas de champ*.
- 3) Disposer les conduites de tête de manière à éviter que celle-ci se drainent dans les lignes de gag.

*Voir rapport PADAAR

IDENTIFICATION

Entreprise: Site D
 Champ / culture: Fraise
 Contact à la ferme:
 Adresse:

Évaluateurs: Stéphane Nadon
 Daniel Bergeron
 Marie-Pier Huot
 Ayoub Rizki

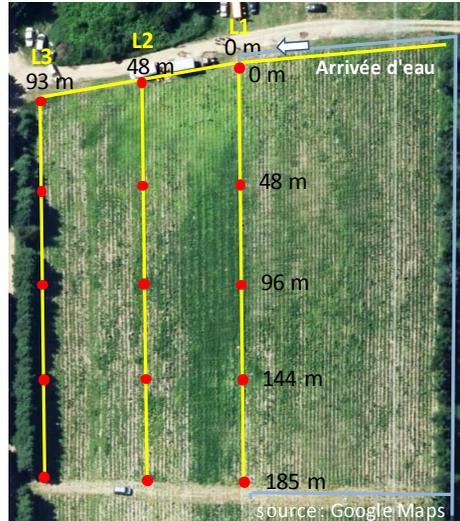
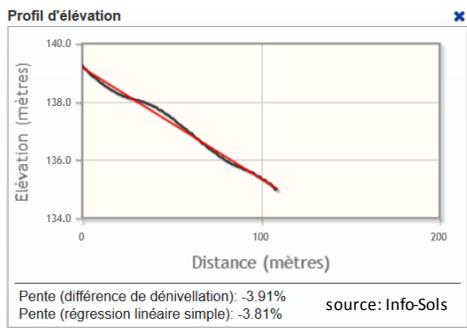
IRDA
 MAPAQ
 Étudiante MAPAQ
 Étudiant IRDA

Date de l'évaluation:

27-juil-15

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

TUBULURE:

Modèle:	Netafim DripNet PC 1612	Réglage du régulateur de pression (psi):	aucun
Espacement des goutteurs (po):	12	Volume d'eau approx. @ pression moyenne (m ³ /ha):	21
Débit des goutteurs @ 10 psi (lph):	1,0	Temps de fonctionnement de la pompe (r):	52
Compensateur de pression (PC):	Oui	Temps chargement global du système (mi):	≈ 5-10 min
Exposant:	0	Pente du champ:	4 %
Coefficient de variation (cv):	n.d.	DU GLOBAL:	n.d.
		DU (pression):	1,00
		DU (drainage):	n.d.



Figure 1. Distribution des pressions dans le champ (psi)



Figure 2. Temps d'irrigation total avec volume de drainage converti en temps d'irrigation en charge (min)



Figure 3. % temps d'irrigation total en charge supplémentaire p/r au minimum observé

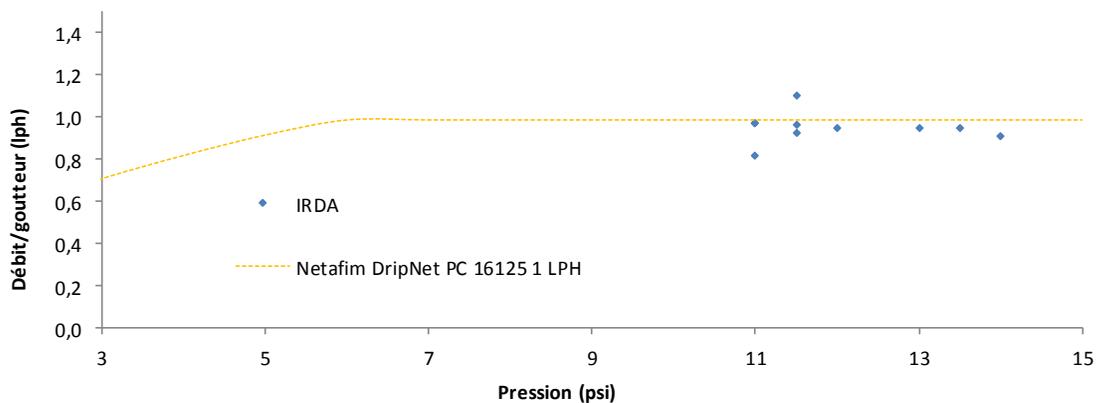


Figure 4. Débit des goutteurs en fonction de la pression

RÉSUMÉ

L'évaluation du système de goutte-à-goutte (gag) du champ 215 au Site D a permis de relever les points suivants:

- 1) Globalement, un délai d'environ 5 à 10 minutes est nécessaire avant de charger complètement le système d'irrigation. Cette incertitude est surtout due au fait que le chargement du système a été interrompu à quelques reprises par l'arrêt de la pompe lors du chargement du système. Le temps de chargement d'environ 5 minutes est donc basé sur le fait que les conduites principales étaient partiellement chargées lors du démarrage définitif du système.
- 2) Un DU pression observé de 1,00 indique que la distribution des débits dans ce champ avec ce modèle de goutte-à-goutte est parfaitement uniforme malgré la distribution des pressions présentée à la figure 1, où celle-ci varie entre 11 et 16 psi dans cette section du champ. Ce résultat est principalement dû au fait que la tubulure utilisée lors des essais est compensatrice de pression (PC). Ceux-ci ont la capacité à livrer un débit constant (1 lph) pour des pressions situées entre 6 et 16 psi, selon les spécifications du fabricant. La Figure 4 montre que les mesures de débit effectuées suivent cette tendance. Toutefois, le coefficient de variation des émetteurs (non fourni par le fabricant ici) n'étant jamais nul, il faudrait s'attendre à une valeur légèrement inférieure à 1,00.
- 3) L'uniformité globale du champ n'est pas disponible parce que l'uniformité de la distribution d'eau liée au drainage n'a pas pu être déterminée. Celle-ci étant basée sur le temps supplémentaire pendant lequel certains émetteurs continuent à couler alors que la grande majorité a cessé. Toutefois, puisque le volume de drainage a pour sa part été mesuré, un temps approximatif total d'irrigation incluant le drainage est déterminé (voir point suivant).
- 4) La Figure 2 présente le temps total pendant lequel cette section du champ reçoit de l'eau. Cette période de temps comprend celle entre la première goutte à sortir du gag jusqu'à l'arrêt de la pompe, ainsi que le temps de drainage des gag. Ce dernier est exprimé en « temps d'irrigation en charge », c'est-à-dire que le volume d'eau de drainage recueilli à chaque station est converti en temps d'irrigation pendant lequel un système complètement chargé aurait délivré ce même volume d'eau à cet endroit du champ. Cela permet donc d'exprimer l'impact réel de l'apport supplémentaire d'eau au champ par le drainage des conduites en termes de temps d'irrigation « en charge ». On observe donc que pour un temps de fonctionnement de la pompe de 52 minutes, le temps d'irrigation varie approximativement entre 49 et 55 minutes.
- 5) La figure 3 présente ces mêmes résultats, mais sous forme de pourcentage de temps d'irrigation supplémentaire par rapport à l'endroit du champ où le temps d'irrigation est minimal. On constate que le drainage des conduites entraîne des temps d'irrigation supplémentaires d'environ 7 à 11% sur près du quart de la surface irriguée. Ces valeurs indiquent que l'excès d'eau de drainage est tout-de-même bien géré avec cette tubulure. En effet, l'indépendance du débit des goutteurs vis-à-vis de la pression permet une meilleure répartition de l'eau de drainage sur la ligne de gag.
- 6) Les flush valves utilisées ici permettent de drainer approximativement les derniers 3 à 8 m de gag, ce qui semble être négligeable.
- 7) À titre indicatif, l'irrigation d'un hectare de fraisiers pendant 52 minutes à une pression moyenne de 12,7 psi et ayant un espacement entre les buttes d'environ 53 po nécessiterait un volume d'eau d'environ 21 m³ avec ce type de gag.

RECOMMANDATIONS

Il est important de rappeler que l'évaluation a été réalisée sur un système de gag qui n'est pas celui présentement utilisé par le producteur. L'évaluation avec la tubulure standard était prévue, mais n'a pu être réalisée. L'absence de régulateur de pression à l'entrée de cette partie du champ a été relevée. L'installation d'un tel élément est recommandée afin de contrôler la pression à l'entrée des lignes de gag en plus d'éviter un apport potentiel en eau de drainage provenant des conduites principale.

Il est également possible de diminuer l'impact du drainage des lignes de gag sur l'uniformité d'application d'eau en appliquant les mesures suivantes :

- 1) Installer une valve de fermeture sur les conduites de tête de champ et les fermer à la suite de chaque irrigation afin de limiter l'alimentation en eau de drainage de cette dernière par la ligne principale.
- 1) Installer des soupapes à ressort à la jonction entre la conduite de tête et les lignes de gag si celles-ci sont sujettes à être alimentées en eau de drainage.
- 2) Installer une conduite de vidange à l'aval des lignes de gag elles-mêmes équipées d'une valve pouvant être ouverte à après chaque séance d'irrigation. Cela ne permet pas d'économie d'eau, mais permet néanmoins d'éviter les problèmes de sursaturation du sol pouvant être observés en bas de champ*.
- 3) Disposer les conduites de tête de manière à éviter que celle-ci se drainent dans les lignes de gag.

*Voir rapport PADAAR

Vérifier l'épaisseur de la paroi de la tubulure normalement utilisée dans ce champ. La tubulure évaluée convient bien à ce champ depuis que le fabricant recommande une pression d'opération maximale de 26 psi pour une épaisseur de paroi de 13 mil (16 mm) alors que la pression maximale observée dans le champ se situe à près de 16 psi. Toutefois, certains produits offrent des limites d'opération de 16 psi pour des épaisseurs inférieures à 10 mil. Il pourrait donc y avoir un risque potentiel d'éclatement si de telles épaisseurs étaient utilisées sous ces conditions de pression.

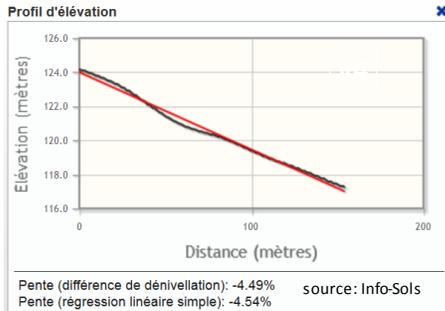
IDENTIFICATION

Entreprise: Site E
 Champ / culture: Fraise
 Contact à la ferme:
 Adresse:

Évaluateurs: Stéphane Nadon IRDA
 Ayoub Rizki IRDA (étudiant)
 Pierre-Marc Dionn IRDA (étudiant)
 Date de l'évaluation: 17-août-2015

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

TUBULURE:

Modèle: TORO EAFC 508 1234
 Espacement des goutteurs (po): 12
 Débit des goutteurs @ 10 psi (lph): 0,76
 Compensateur de pression (PC): Non
 Exosant 0,3
 Coefficient de variation (cv) ≤ 3%

Réglage du régulateur de pression (psi): 10-12
 Volume d'eau approx. @ pression moyenne (m³/ha): 15
 Temps de fonctionnement de la pompe (min): 44
 Temps chargement global du système (min): ≈ 10
 Pente du champ: 4,5%

DU GLOBAL: **0,86**
 DU (pression): 0,92
 DU (drainage): 0,93



Figure 1. Distribution des pressions dans le champ (psi)



Figure 2. Temps d'irrigation total avec volume de drainage converti en temps d'irrigation en charge (min)

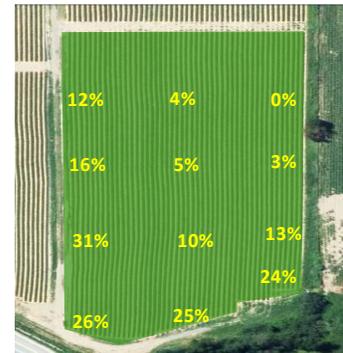


Figure 3. % temps d'irrigation total en charge supplémentaire p/r au minimum observé

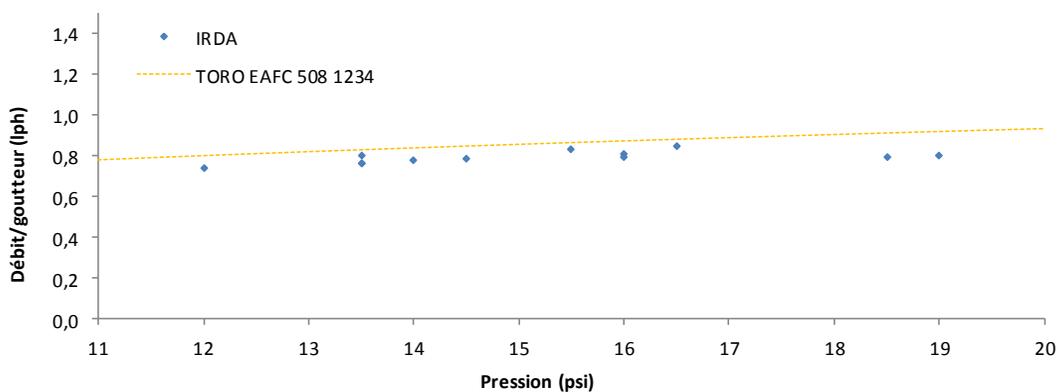


Figure 4. Débit des goutteurs en fonction de la pression

RÉSUMÉ

L'évaluation du système de goutte-à-goutte (gag) du champ 11 Sud-Est au Site E a permis de relever les points suivants:

- 1) Globalement, un délai d'environ 5 minutes est nécessaire avant de charger complètement le système d'irrigation.
- 2) Un DU pression observé de 0,92 indique que la distribution des débits dans ce champ avec ce modèle de goutte-à-goutte est très uniforme selon le barème suivant (ITRC, 2015).
 - DU \geq 0,95 = Excellent;
 - DU \geq 0,88 = Bon
 - DU \geq 0,75 = Typique des systèmes gag
- 3) Les pressions observées varient entre 9,5 et 19,0 psi.
- 4) Les relevés de débit effectués sur les goutteurs présentent des résultats légèrement inférieurs à ceux du fabricant, mais ceux-ci suivent néanmoins la même tendance (Figure 4).
- 5) La Figure 2 présente le temps total pendant lequel cette section du champ reçoit de l'eau. Cette période de temps comprend celle entre la première goutte à sortir du gag jusqu'à l'arrêt de la pompe, ainsi que le temps de drainage des gag. Ce dernier est exprimé en « temps d'irrigation en charge », c'est-à-dire que le volume d'eau de drainage recueilli à chaque station est converti en temps d'irrigation pendant lequel un système complètement chargé aurait délivré ce même volume d'eau à cet endroit du champ. Cela permet donc d'exprimer l'impact réel de l'apport supplémentaire d'eau au champ par le drainage des conduites en termes de temps d'irrigation « en charge ». On observe donc que pour un temps de fonctionnement de la pompe de 44 minutes, le temps d'irrigation varie approximativement entre 46 et 60 minutes.
- 6) La figure 3 présente ces mêmes résultats, mais sous forme de pourcentage de temps d'irrigation supplémentaire par rapport à l'endroit du champ où le temps d'irrigation est minimal. On constate que le drainage des tubes de gag entraîne des temps d'irrigation supplémentaires allant de 24 % à 31 % sur près du quart de la surface irriguée. La ligne 1 semble également plus soumise des eaux de drainage avec des temps d'irrigation en charge relativement supérieurs aux deux autres lignes. Bien que ce champ possède tout de même un bon DU global (0,86) malgré l'excès d'eau de drainage dans sa partie basse, il est tout de même pertinent de souligner que le drainage des lignes de gag pourrait potentiellement nuire à la productivité de cette partie du champ.
- 7) À titre indicatif, l'irrigation d'un hectare de fraisières pendant 44 minutes à une pression moyenne de 14,3 psi et ayant un espacement entre les buttes d'environ 53 po nécessiterait un volume d'eau d'environ 15 m³ avec ce type de gag.

RECOMMANDATIONS

Il a été rapporté que la valve de ce champ n'était pas fermée systématiquement après chaque irrigation. Il serait dorénavant important de le faire vu la vulnérabilité de ce champ être alimenté en eau par le drainage des conduites principales. La valve a été fermée suite à l'arrêt de la pompe lors de l'évaluation.

Les temps d'irrigation supplémentaires de la ligne 1 (Figure 3) pourraient être expliqués par la topographie du terrain. En effet, l'entrée de la ligne 1 (L1) (voir plan localisation) semble être le point le plus bas de la conduite de tête de ce champ. Cela aurait donc comme conséquence d'alimenter la ligne 1 en eau de drainage et ainsi augmenter la quantité d'eau apportée aux premières lignes du champ.

Voici quelques mesures envisageables afin de diminuer l'impact du drainage des lignes de gag sur l'uniformité d'application d'eau:

- 1) Installer une valve de fermeture sur les conduites de tête de champ et les fermer à la suite de chaque irrigation afin de limiter l'alimentation en eau de drainage de cette dernière par la ligne principale.
- 2) Installer des soupapes à ressort à la jonction entre la conduite de tête et les lignes de gag si celles-ci sont sujettes à être alimentées en eau de drainage.
- 3) Installer une conduite de vidange à l'aval des lignes de gag elles-mêmes équipées d'une valve pouvant être ouverte à après chaque séance d'irrigation. Cela ne permet pas d'économie d'eau, mais permet néanmoins d'éviter les problèmes de sursaturation du sol pouvant être observés en bas de champ*. (*Voir rapport PADAAR)
- 4) Disposer les conduites de tête de manière à éviter que celle-ci se drainent dans les lignes de gag.

Finalement, une tubulure à paroi plus épaisse devrait être choisie d'après les pressions maximales observées au champ. En effet, des pressions de 19 psi sont rapportées à l'intérieur de ce champ (figure 1), ce qui dépasse la pression d'opération maximale de 16 psi recommandée par le fabricant pour cette épaisseur de tubulure (8 mil). Une épaisseur de paroi de 10mil serait plus appropriée depuis que celle-ci serait la plus mince permettant de résister à une pression d'opération maximale de 25 psi.

Site F

IDENTIFICATION

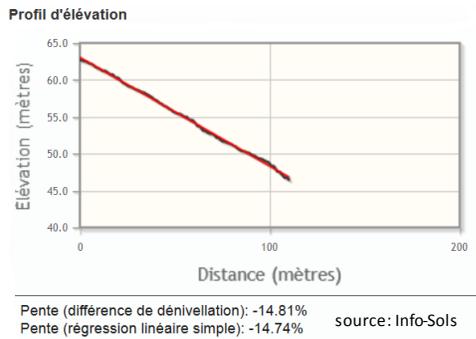
Entreprise: Site F
 Champ/culture: Fraise
 Contact à la ferme:
 Adresse:

Évaluateurs: Stéphane Nadon IRDA
 Ayoub Rizki IRDA (étudiant)
 Maxime Richard IRDA (étudiant)

Date de l'évaluation: 19-août-2015

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

TUBULURE:

Modèle: TORO E AFC506 1234
 Distance entre goutteurs (po): 12
 Débit des goutteurs @ 10 psi (lph): 0,76
 Compensateur de pression (PC): non
 Exposant: 0,3
 Coefficient de variation (cv): ≤ 3%

Réglage du régulateur de pression (psi): ≈ 5
 Volume d'eau approx. @ pression moyenne (m³/ha): 18
 Temps de fonctionnement de la pompe (min): 55
 Temps chargement global du système (min): 10
 Pente du champ: 15 %
DU GLOBAL: 0,71
 DU (pression): 0,76
 DU (drainage): 0,94

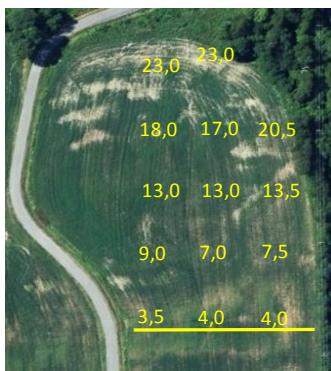


Figure 1. Distribution des pressions dans le champ (psi)



Figure 2. Temps d'irrigation total avec volume de drainage converti en temps d'irrigation en charge (min)

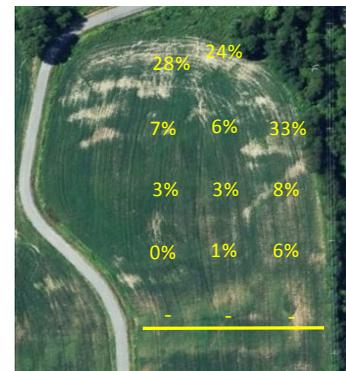


Figure 3. % temps d'irrigation total en charge supplémentaire p/r au minimum observé

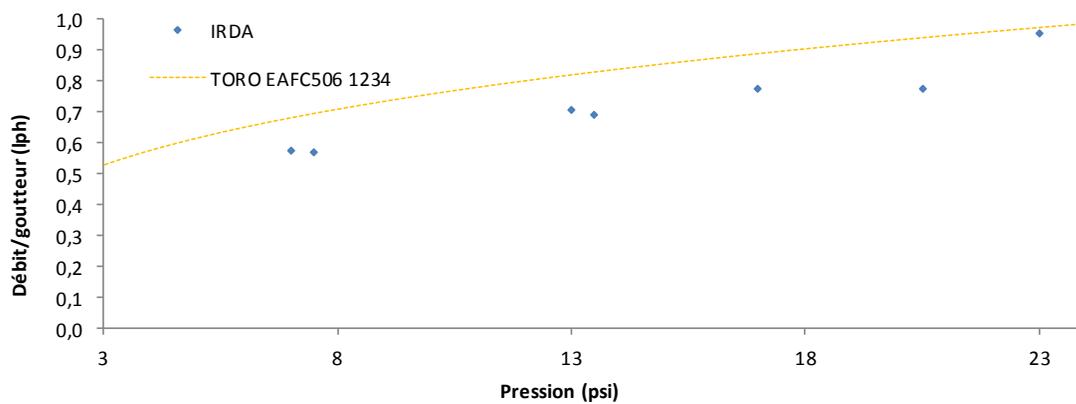


Figure 4. Débit des goutteurs en fonction de la pression

RÉSUMÉ

L'évaluation du système de goutte-à-goutte (gag) du champ JG-1 du Site F a permis de relever les points suivants:

- 1) Globalement, un délai d'environ une dizaine de minutes est nécessaire avant de charger complètement le système d'irrigation.
- 2) Un DU pression observé de 0,76 indique que la distribution des débits dans ce champ avec ce modèle de goutte-à-goutte n'est pas très uniforme, mais demeure typique des systèmes de gag selon le barème ci-dessous (ITRC, 2015). La pente de 15 % impose une variation de pression de près de 20 psi entre l'entrée et la fin de la ligne (Figure 1).

DU \geq 0,95 = Excellent;

DU \geq 0,88 = Bon

DU \geq 0,75 = Typique des systèmes gag

- 3) Les relevés de débit effectués sur les goutteurs présentent des résultats légèrement inférieurs à ceux du fabricant, mais ceux-ci suivent néanmoins la même tendance (Figure 4). En effet, la forte variation des pressions observées à l'intérieur du champ peut également faire varier le débit de plus de 45 % dans le cas le plus extrême (0,68 lph à 7 psi vs 0,98 lph à 23 psi).
- 4) La Figure 2 présente le temps total pendant lequel cette section du champ reçoit de l'eau. Cette période de temps comprend celle entre la première goutte à sortir du gag jusqu'à l'arrêt de la pompe, ainsi que le temps de drainage des gag. Ce dernier est exprimé en « temps d'irrigation en charge », c'est-à-dire que le volume d'eau de drainage recueilli à chaque station est converti en temps d'irrigation pendant lequel un système complètement chargé aurait délivré ce même volume d'eau à cet endroit du champ. Cela permet donc d'exprimer l'impact réel de l'apport supplémentaire d'eau au champ par le drainage des conduites en termes de temps d'irrigation « en charge ». On observe donc que pour un temps de fonctionnement de la pompe de 55 minutes, le temps d'irrigation varie approximativement entre 53 et 70 minutes.
- 5) La figure 3 présente ces mêmes résultats, mais sous forme de pourcentage de temps d'irrigation supplémentaire par rapport à l'endroit du champ où le temps d'irrigation est minimal. On constate que le drainage des conduites entraîne des temps d'irrigation supplémentaires allant de 24 % à 33 % sur près du quart de la surface irriguée. Bien que cet excès d'eau de drainage ne semble pas affecter significativement l'uniformité globale du champ, il est tout de même pertinent de souligner que le drainage des lignes de gag pourrait potentiellement nuire à la productivité de cette partie du champ.
- 6) À titre indicatif, l'irrigation d'un hectare de fraisiers pendant 55 minutes à une pression moyenne de 12,6 psi et ayant un espacement entre les buttes d'environ 53 po nécessiterait un volume d'eau d'environ 18 m³ avec ce type de gag.

RECOMMANDATIONS

La forte pente de 15 % observée dans ce champ a pour effet de présenter une variation de pression de près de 20 psi entre l'entrée et la fin de la ligne de gag (Figure 1). Cette grande variation de pression, liée à un gag non compensateur de pression (exposant =0,3) ne permet pas d'atteindre un optimum d'uniformité. Toutefois, le modèle de gag utilisé permet néanmoins un certain gain comparativement au modèle standard (exposant = 0,5). L'utilisation d'une tubulure complètement compensatrice de pression (exposant = 0) permettrait d'améliorer grandement l'uniformité d'application d'eau, du moins celle liée à la différence de pression. À titre de comparaison, pour une même variation de pression telle qu'observée au champ, soit de 7psi à 23 psi, une tubulure compensatrice de pression ayant les mêmes caractéristiques que celle utilisée accorderait une variation de débit pratiquement négligeable alors qu'une tubulure standard permettrait une variation maximale de débit de l'ordre de 80%.

Il est également possible de diminuer l'impact du drainage des lignes de gag sur l'uniformité d'application d'eau en appliquant les mesures suivantes :

- 1) Installer une valve de fermeture sur les conduites de tête de champ et les fermer à la suite de chaque irrigation afin de limiter l'alimentation en eau de drainage de cette dernière par la ligne principale.
- 1) Installer des soupapes à ressort à la jonction entre la conduite de tête et les lignes de gag si celles-ci sont sujettes à être alimentées en eau de drainage.
- 2) Installer une conduite de vidange à l'aval des lignes de gag elles-mêmes équipées d'une valve pouvant être ouverte à après chaque séance d'irrigation. Cela ne permet pas d'économie d'eau, mais permet néanmoins d'éviter les problèmes de sursaturation du sol pouvant être observés en bas de champ*. (*Voir rapport PADAAR)
- 3) Disposer les conduites de tête de manière à éviter que celle-ci se drainent dans les lignes de gag.

En raison de leur faible pression de fermeture/ouverture (1.85 psi / 0.87psi) la présence de « flush valves » en fin de ligne demeure insuffisante pour assurer le drainage des lignes hors du champ. L'utilisation de modèles à plus haute pression d'ouverture pourrait être envisagée. Toutefois, il est important de préciser que ces valves ne sont pas conçues pour évacuer l'eau de drainage des lignes de gag en fin d'irrigation, mais bien l'eau de nettoyage de celle-ci en début d'irrigation. Augmenter la pression d'ouverture de ces valves en fin d'irrigation implique également d'augmenter la pression de fermeture lors du chargement des lignes, ce qui risque d'augmenter les besoins en pression du système de pompage en période de chargement.

Finalement, une tubulure à paroi plus épaisse devrait être choisie d'après la pression maximale de 23 psi observée au champ (Figure 1). En effet, le fabricant recommande une pression d'opération maximale de 16 psi avec la présente tubulure. Pour un même modèle de tubes de gag, une paroi de 10mil d'épaisseur serait plus appropriée, car celle-ci serait la plus mince permettant de résister à des pressions d'opération inférieures à 25 psi selon les données du fabricant.

IDENTIFICATION

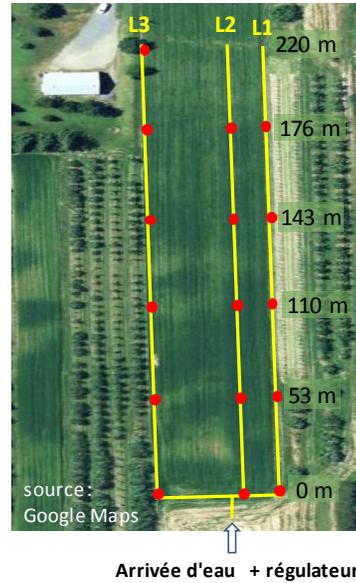
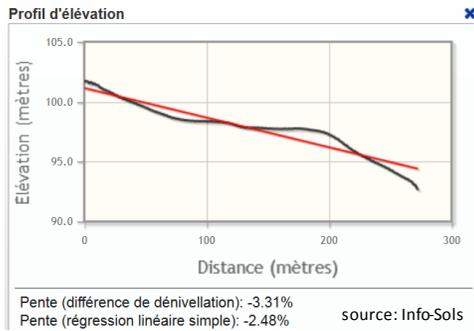
Entreprise: Site G
 Champ / culture: Tomate
 Contact à la ferme:
 Adresse:

Évaluateurs: Carl Boivin IRDA
 Daniel Bergeron MAPAQ
 Jérémie Vallée IRDA
 Jérôme Carrier MAPAQ
 Pierre-Marc Dionne IRDA (étudiant)

Date de l'évaluation: 06-oct-15

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

TUBULURE:

Modèle: TORO EA5080834
 Espacement des goutteurs (po): 8
 Débit des goutteurs à 10 psi (lph): 0,57
 Compensateur de pression (PC): Non
 Expositant 0,5
 Coefficient de variation (cv) ≤ 3%

Réglage du régulateur de pression (psi): ≈12
 Volume d'eau approx. @ pression moyenne (m³/ha) 29
 Temps de fonctionnement de la pompe (min) 85
 Temps chargement global du système (min): ≈10
 Pente globale du champ: ≈3 %
DU GLOBAL: 0,95
 DU (pression): 0,95
 DU (drainage): 0,99

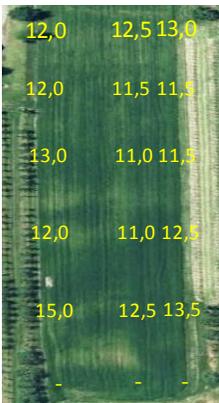


Figure 1. Distribution des pressions dans le champ (psi)

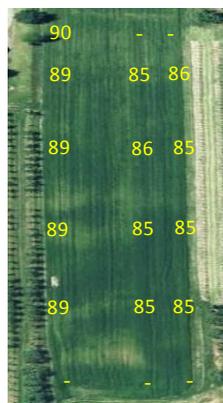


Figure 2. Temps d'irrigation total avec volume de drainage converti en temps d'irrigation en charge (min)

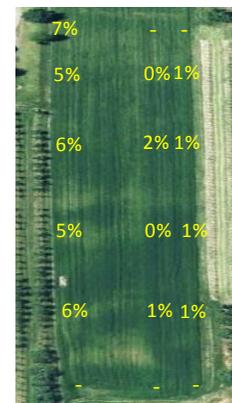


Figure 3. % temps d'irrigation total en charge supplémentaire p/r au minimum observé

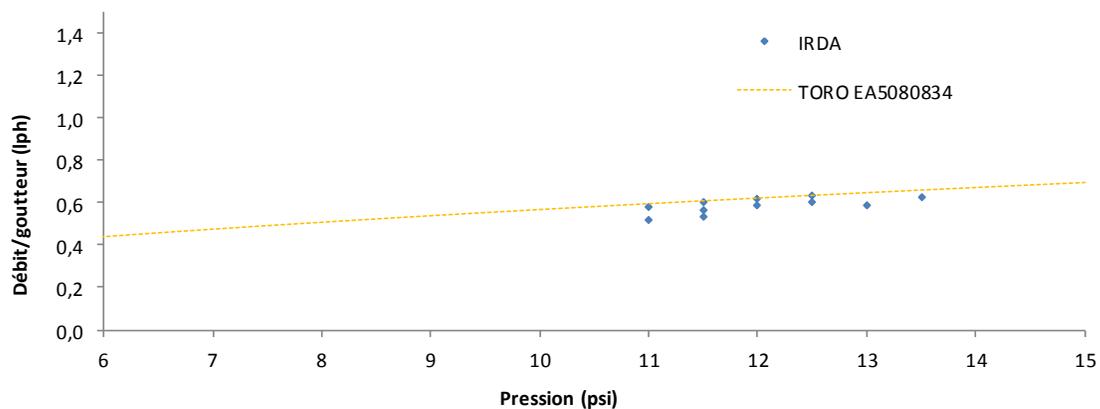


Figure 4. Débit des goutteurs en fonction de la pression

RÉSUMÉ

L'évaluation du système de goutte-à-goutte (gag) du champ #39 au Site G a permis de relever les points suivants:

- 1) Globalement, un délai d'environ une dizaine de minutes est nécessaire avant de charger complètement le système d'irrigation.
- 2) Un DU pression observé de 0,97 indique une excellente distribution des débits dans ce champ avec ce modèle de goutte-à-goutte, selon le barème ci-dessous (ITRC, 2015). En effet, la faible variation de la pression dans le champ (figure 1) permet d'atteindre une excellente distribution des débits.
DU \geq 0,95 = Excellent;
DU \geq 0,88 = Bon
DU \geq 0,75 = Typique des systèmes gag
- 3) Les relevés de débit effectués sur les goutteurs suivent la même tendance que les données du fabricant (Figure 4).
- 4) La Figure 2 présente le temps total pendant lequel cette section du champ reçoit de l'eau. Cette période de temps comprend celle entre la première goutte à sortir du gag jusqu'à l'arrêt de la pompe, ainsi que le temps de drainage des gag. Ce dernier est exprimé en « temps d'irrigation en charge », c'est-à-dire que le volume d'eau de drainage recueilli à chaque station est converti en temps d'irrigation pendant lequel un système complètement chargé aurait délivré ce même volume d'eau à cet endroit du champ. Cela permet donc d'exprimer l'impact réel de l'apport supplémentaire d'eau au champ par le drainage des conduites en termes de temps d'irrigation « en charge ». On observe donc que pour un temps de fonctionnement de la pompe de 85 minutes (1h25), le temps d'irrigation total varie approximativement entre 85 et 91 minutes.
- 5) La figure 3 présente ces mêmes résultats, mais sous forme de pourcentage de temps d'irrigation supplémentaire par rapport à l'endroit du champ où le temps d'irrigation est minimal. Globalement, ceux-ci semblent uniformes le long des 3 lignes, mais avec des pourcentages variant de 0 % à 2 % pour la ligne 1 et 2 et de 5 % à 7 % pour la ligne 3 (figure 3), signifiant que cette dernière serait probablement alimentée en eau provenant du drainage des conduites principales. Cela est en accord avec les observations rapportées qui témoignent de la présence d'un dénivelé qui favoriserait le drainage de la conduite de tête du champ vers les lignes de la partie ouest du champ. Par manque de données, il est difficile de se prononcer sur l'état du drainage à l'extrémité basse du champ. Toutefois, l'uniformité longitudinale des temps d'irrigation totaux observés à la figure 2, en plus de la topographie relativement plane de la partie centrale du champ ainsi que le relevé effectué à la station la plus basse de la ligne 3 portent à croire que celui-ci ne serait pas problématique. Ce qui expliquerait l'excellente performance du DU drainage (0,99). Néanmoins, l'observation de quelconque symptôme lié à un problème d'accumulation d'eau dans cette partie du champ pourrait remettre en question cette hypothèse.
- 6) À titre indicatif, l'irrigation d'un hectare en culture de tomates possédant un espacement entre les buttes de 60 po (sans considérer l'espacement des passages), pendant 85 minutes à une pression moyenne de 12,6 psi nécessiterait un volume d'eau d'environ 29 m³ avec ce type de gag.

RECOMMANDATIONS

La topographie du champ semble bien adaptée à l'utilisation de ce type de tubulure en ce qui a trait au fait qu'elle permet d'obtenir une distribution uniforme des pressions et, par le fait même, des débits d'eau appliqués à la culture. Malgré une excellente uniformité liée au drainage, une attention particulière doit être apportée quant au potentiel de drainage des conduites principales dans les lignes de gag. L'observation de cette faible tendance lors de cette évaluation n'est pas garante du comportement du système au cours d'une saison complète. Certaines mesures sont donc présentées ici afin de minimiser l'apport supplémentaire en eau de drainage:

- 1) Installer une valve de fermeture sur les conduites de tête de champ et les fermer à la suite de chaque irrigation afin de limiter l'alimentation en eau de drainage de cette dernière par la ligne principale.
- 2) Installer des soupapes à ressort à la jonction entre la conduite de tête et les lignes de gag si celles-ci sont sujettes à être alimentées en eau de drainage.
- 3) Installer une conduite de vidange à l'aval des lignes de gag elles-mêmes équipées d'une valve pouvant être ouverte à après chaque séance d'irrigation. Cela ne permet pas d'économie d'eau, mais permet néanmoins d'éviter les problèmes de sursaturation du sol pouvant être observés en bas de champ*. (*Voir rapport PADAAR)
- 4) Disposer les conduites de tête de manière à éviter que celle-ci se drainent dans les lignes de gag.

En comparant la distribution des pressions dans le champ avec les recommandations du fabricant du gag en termes de pression maximale d'opération, il apparaît que l'épaisseur actuelle de la tubulure serait insuffisante, du moins dans certains secteurs du champ. En effet celui-ci recommande une pression d'opération maximale de 15 psi pour une épaisseur de 8 mil (0,20 mm). Des pressions variant autour de 14 psi à 15,5 psi ayant été observées dans la conduite de tête de champ ainsi que sur la ligne 3 suggèrent qu'il faudrait soit opter pour une tubulure permettant une pression d'opération plus élevée, ou d'ajuster le régulateur de pression à l'entrée de la conduite de tête de champ afin de diminuer celle-ci en deçà de la limite d'opération.

IDENTIFICATION

Entreprise: Site H
 Champ / culture: Pommier
 Contact à la ferme:
 Adresse:

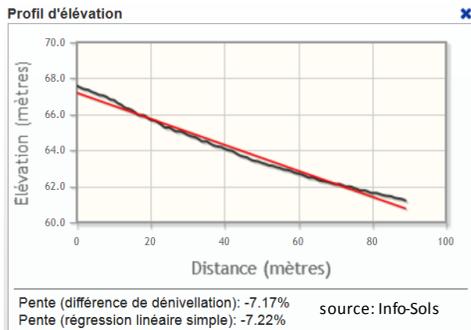
Évaluateurs: Stéphane Nadon
 Ayoub Rizki

IRDA
 IRDA (étudiant)

Date de l'évaluation: 12-août-15

Téléphone contact:

LOCALISATION



RÉSULTATS

TUBULURE:

Modèle: TORO Dripin PC 1853-18
 Espacement des goutteurs (po): 18
 Débit des goutteurs (lph): 2,0
 Compensateur de pression (PC): Oui
 Exposant: 0,03
 Coefficient de variation (cv): ≤ 5%

Réglage du régulateur de pression (psi): 10
 Volume d'eau approx. @ pression moyenne (m³/ha): 18
 Pente du champ: 7 %
DU GLOBAL: 0,93
 DU (pression): 0,99
 DU (colmatage): 0,94

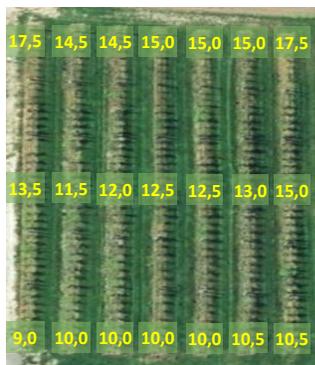


Figure 1. Distribution des pressions dans le champ (psi)



(a) (b)
 Figure 2. Fuite de la valve souterraine (a) et son impact potentiel sur l'uniformité et la consommation d'eau (b)



Figure 3. Sédiments retrouvés en fin de ligne de goutte-à-goutte

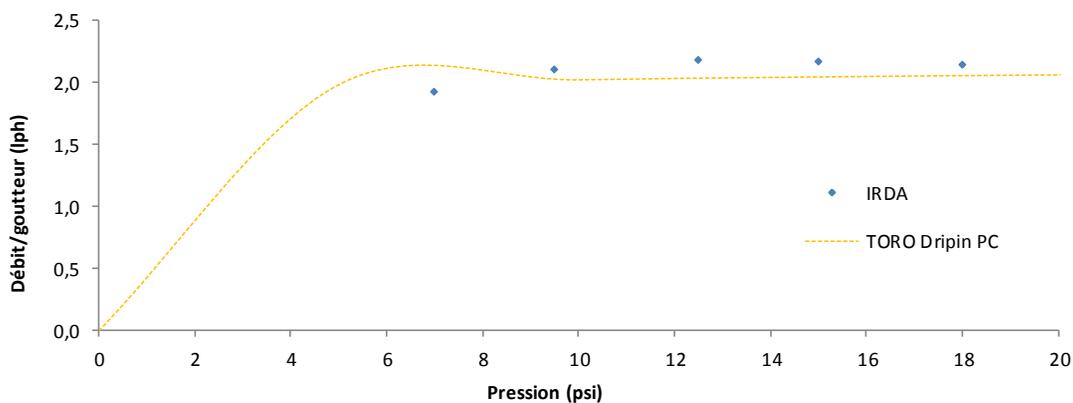


Figure 4. Débit des goutteurs en fonction de la pression

RÉSUMÉ

L'évaluation du système de goutte-à-goutte (gag) du verger au Site H a permis de relever les points suivants:

- 1) Un DU pression observé de 0,99 indique que la distribution des débits dans ce champ avec ce modèle de goutte-à-goutte est pratiquement parfaitement uniforme. En effet, même si la pression varie entre 9,0 psi et 17,5 psi à l'intérieur de ce champ (Figure 1), l'utilisation d'une tubulure de type PC (« Pressure compensating ») permet d'obtenir une très faible variation des débits associés.
- 2) Le DU lié au colmatage des émetteurs (goutteurs) est assez élevé (0,94), ce qui traduit un faible potentiel de colmatage. La Figure 3 présente les sédiments récoltés lors de l'ouverture de la tubulure à l'extrémité basse de la ligne la plus à l'est de la parcelle. On y remarque la présence d'une bonne fraction de sable et même de gravier (Figure 3), ce qui indique que le système présenterait néanmoins un certain potentiel de colmatage des émetteurs.
- 3) Une importante résurgence d'eau a été observée aux environs de la valve d'alimentation du champ, ce qui suppose que celle-ci doit être endommagée (Figure 2 a). Cette fuite semble importante puisque qu'elle entraîne un ruissellement en surface du champ (Figure 2 b).
- 4) Globalement, les relevés de débit effectués sur les goutteurs semblent légèrement supérieurs à la courbe du fabricant mais suivent néanmoins la même tendance (Figure 4).
- 5) À titre indicatif, l'irrigation d'un hectare de pommiers pendant 1 heure à une pression moyenne de 13 psi et ayant un espacement entre les buttes d'environ 53 po nécessiterait un volume d'eau d'environ 18 m³ avec ce type de gag.

RECOMMANDATIONS

Malgré que la pente relativement prononcée du champ évalué (7 %) induise une disparité dans les pressions observée à l'intérieur du champ, la tubulure en place assure néanmoins une excellente uniformité dans la distribution des débits. Toutefois, afin de perpétuer la bonne performance du système d'irrigation à travers les années, il est important de minimiser les risques de colmatage en limitant l'introduction de particules dans le système. L'accumulation de sédiments grossiers observés en fin de ligne suppose qu'il y a, ou qu'il y aurait eu des épisodes d'intrusion de particules dans le système. Il est donc recommandé, tout d'abord, de vérifier si la taille du filtre respecte les exigences minimales de filtration du fabricant, mais également l'état de celui-ci. À savoir s'il n'y aurait pas présence de brèches pouvant affecter la qualité du système de filtration. Une vérification de toutes les connections serait également recommandée. Il est clair que la valve fuyante devra être réparée ou remplacée afin de diminuer l'effort de filtration et ainsi réduire la fréquence d'entretien du filtre. Une attention particulière doit également être apportée lors du retrait/branchement de certains éléments du réseau afin de ne pas introduire de sédiments lors de ces opérations.

Malgré la présence de « flush valves » à l'extrémité de chaque ligne, une vidange manuelle de celles-ci s'avère être une pratique intéressante afin de diagnostiquer un éventuel problème d'intrusion particulière dans le système. Lors d'une irrigation, il suffit de plonger l'extrémité de la ligne dégarnie de sa « flush valve » dans un bas de nylon. L'analyse visuelle de l'aspect et de la quantité des sédiments ainsi recueillis fourniront un aperçu de l'état du système.

L'impact du drainage des lignes de gag sur le potentiel d'apport supplémentaire d'eau sur certaines portions du champ n'ayant pas été mesuré, il n'est donc pas possible de se prononcer à ce sujet. Toutefois, puisque qu'il s'agit d'un phénomène pouvant mener à une baisse de l'uniformité de l'application d'eau lors d'un épisode d'irrigation, certaines mesures sont proposées afin d'en diminuer le risque :

- 1) Installer une valve de fermeture sur les conduites de tête de champ et les fermer à la suite de chaque irrigation afin de limiter l'alimentation en eau de drainage de cette dernière par la ligne principale.
- 2) Installer des soupapes à ressort à la jonction entre la conduite de tête et les lignes de gag si celles-ci sont sujettes à être alimentées en eau de drainage.
- 3) Installer une conduite de vidange à l'aval des lignes de gag elles-mêmes équipées d'une valve pouvant être ouverte à après chaque séance d'irrigation. Cela ne permet pas d'économie d'eau, mais permet néanmoins d'éviter les problèmes de sursaturation du sol pouvant être observés en bas de champ*. (*Voir rapport PADAAR)
- 4) Disposer les conduites de tête de manière à éviter que celle-ci se drainent dans les lignes de gag.