

RAPPORT D'ÉTAPE

2014

Influence de la disponibilité en eau sur le développement végétatif des bleuetiers et sur le rendement en année de production : Estimation de l'impact de la pratique de l'irrigation sur les indicateurs de productivité en bleuetière.

PROGRAMME D'APPUI AU DÉVELOPPEMENT

DE L'AGRICULTURE ET DE L'AGROALIMENTAIRE EN RÉGION

Appui à des projets d'innovation (4051)

Par

Mireille Bellemare, *M.Sc.* Biologie

Responsable volet projets



13 janvier 2015

Table des matières

Remerciements.....	4
Note importante	5
Résumé.....	5
Introduction.....	6
Mise en place du dispositif expérimental.....	7
Déroulement de la collecte de données.....	8
Suivi hydrique de la saison 2014	9
Résultats	11
<i>Caractérisation des propriétés physiques du sol</i>	12
<i>Évaluation du taux d'infection juillet et août</i>	12
<i>Évaluation de la matière sèche en juillet et août</i>	13
<i>Hauteur des tiges et nombre de bourgeons à fruits par tige</i>	13
Conclusion	15
Annexe 1	16
Carte du dispositif expérimental	16
Annexe 2	17
Observation des pluviomètres et temps d'irrigation (par le producteur)	17
Annexe 3	18
Synthèse résultats courbes de désorption en eau du sol – Bleuets.....	18

Liste des figures et tableaux

Figure 1: Rendements de référence dans le bleuet sauvage 2001-2014	6
Figure 2: Graphiques des tensions du sol mesurées en juin, juillet, août et septembre 2014 par les sondes des tensiomètres.....	11
Figure 3: Taux d'infection par les taches foliaires dans les parcelles irriguées et non irriguées en juillet et août.....	12
Figure 4: Masse sèche de sections de 15 cm x 15 cm dans les parcelles irriguées et non irriguées en juillet et août.....	13
Figure 5 : Hauteur des tiges (cm) pour les bleuetiers dans les parcelles irriguées et non irriguées (à gauche); Nombre de bourgeons à fruits/tige pour les parcelles irriguées et non irriguées.....	14
Photo 1 : Vue d'ensemble du site expérimental.....	7
Photo 2 : Cylindre échantillon pour la caractérisation des propriétés physiques du sol.....	8
Tableau 1 : Étapes réalisées en 2014	9

Remerciements

« Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec – Direction régionale du Saguenay-Lac-St-Jean.».

L'équipe de recherche tient à remercier ce partenaire et plus particulièrement, M. Pierre-Olivier Martel (agronome) pour sa participation lors de l'élaboration et de la réalisation du projet et Mme Andrée Tremblay (dta) pour sa collaboration pour la collecte de données (MAPAQ, Direction régionale du Saguenay-Lac-St-Jean).

Nous désirons aussi remercier le Syndicat des producteurs de bleuets du Québec (SPBQ), un partenaire financier dans le projet.

Merci à Dubois Agrinovation et Recoltech, deux partenaires qui ont également contribué à la réalisation de ce projet. Merci à l'entreprise Hortau pour sa collaboration au projet, plus particulièrement Mme Caroline Letendre et M. Jean Caron.

Merci à M. Jean Lafond, chercheur à Agriculture et Agroalimentaire Canada, pour les conseils scientifiques et la révision des documents.

Remerciements sincères à M. Daniel Bergeron, agronome, conseiller en production maraîchère MAPAQ- Direction régionale Capitale-Nationale, pour ses conseils avisés.

Nous remercions également le producteur, M. Stéphane Blanchette pour sa très grande implication dans ce projet!

Merci enfin aux équipes des volets agroenvironnement et gestion du CCB d'avoir contribué par leurs conseils et commentaires au projet de recherche ainsi qu'à Mireille Fortin, aide-technique pour son travail appliqué sur le terrain.

Note importante

Ce rapport d'étape ne présente que les étapes réalisées et les résultats préliminaires. Un rapport plus complet comportant les données en année de récolte sera rédigé en 2015-2016. Les analyses y seront plus approfondies.

Résumé

Le projet sur l'irrigation dans les bleuetières a démarré en 2014. Peu de projets portent sur l'irrigation dans le bleuet sauvage et ceux qui ont été réalisés datent de plusieurs années. Il s'agit d'un projet de deux ans, dont la première année consiste à irriguer dans un champ en végétation et la seconde année dans un champ en production. L'objectif de ce projet est d'évaluer l'impact de la pratique de l'irrigation sur les indicateurs de productivité que sont la hauteur des plants végétatifs, le nombre de bourgeons à fruits, le nombre de fleurs et ultimement, le rendement. Une évaluation du taux d'infection des plants a été réalisée.

Les résultats de l'année de végétation (2014) n'ont pas permis d'affirmer que les maladies foliaires sont plus présentes dans les parcelles irriguées. Les variables hauteurs de tiges et le nombre de bourgeons à fruits par tige vont à l'encontre de ce qui était attendu. En effet, les tiges sont plus hautes et portent plus de bourgeons à fruits dans les parcelles non irriguées.

La seconde année du projet viendra compléter ces analyses avec une mesure des rendements. Il est probable que les fruits soient plus gros dans les parcelles irriguées.

Introduction

Les sols légers sont favorables au développement du bleuets sauvage. Toutefois, la disponibilité en eau peut rapidement devenir préoccupante pour des sols de cette nature, surtout pour une plante qui a un système racinaire peu développé et superficiel, comme c'est le cas pour le bleuëtier. En effet, la réserve utile (RU) en eau de ces sols est faible ce qui augmente les risques pour la plante de subir un stress hydrique. De plus, la nature de ces sols leur confère des propriétés drainantes qui sont favorables au lessivage des nitrates en profondeur. Dans l'optique d'une gestion adéquate de l'eau disponible pour la culture, la mesure de la tension du sol est une variable clé. Cette information permettra de préciser le moment où l'irrigation est nécessaire.

Ce projet a vu le jour étant donné qu'aucune donnée récente traitant spécifiquement de l'impact de la disponibilité en eau sur le développement végétatif et sur le rendement en année de production n'était disponible en conditions culturales québécoises. La production de bleuets sauvages est devenue une culture de plus en plus productive, le rendement en fruits était de 1330 kg/ha en 2001 alors qu'il a atteint 1812 kg/ha en 2014 (FADQ – voir figure 1). Il est justifié de se questionner sur l'apport de l'irrigation dans les bleuëtiers suite à cette intensification de la production. De plus, avec les changements climatiques, il sera peut-être difficile dans le futur de ne compter que sur les précipitations pour les besoins en eaux des plants de bleuets.



Figure 1: Rendements de référence dans le bleuets sauvage 2001-2014 (source : FAQQ - http://www.fadq.qc.ca/statistiques_et_taux/statistiques/assurance_recolte/rendements_de_reference.html)

L'**objectif** de ce projet est d'évaluer l'impact de la pratique de l'irrigation sur les indicateurs de productivité que sont la hauteur des plants végétatifs, le nombre de bourgeons à fruits, le nombre de fleurs et ultimement, le rendement. L'impact de l'irrigation sur le taux d'infection est aussi estimé.

Au préalable, une caractérisation des propriétés physiques du sol a été réalisée. Des courbes de désorption ont été tracées à l'aide de cette caractérisation. De plus, la

granulométrie, le pourcentage de matière organique, la densité apparente du sol ont été déterminés.

L'**hypothèse** de ce projet est que l'application de l'irrigation aura un impact positif sur les indicateurs de rendement.

Ce rapport ne présente que les résultats pour la première année du projet (2014), soit l'année de végétation. Les données sur les fleurs et les fruits ne seront pas présentées.

Mise en place du dispositif expérimental

Les lignes d'irrigation (au nombre de 4 – voir la carte à l'annexe 1 – et photo 1), ont été mises en place par le producteur au cours du mois mai. Elles sont distancées de 60 pieds chacune. Il y a en tout 16 gicleurs disposés aux 60 pieds sur une ligne. Le rayon d'aspersion est de 45 pieds. Certains gicleurs sur les lignes ont été intentionnellement fermés pour obtenir le dispositif expérimental désiré (annexe 1) :

- ✓ Deux traitements : irrigué (humide) et non irrigué (sec).
- ✓ Design expérimental en blocs complets avec un total de 4 blocs.
- ✓ Trois sous-parcelles par parcelle dans le traitement irrigué et 3 sous-parcelles par parcelle dans le traitement non-irrigué (total de 24 sous-échantillons)
- ✓ La dimension des sous-parcelles est de 2 m².

Un débitmètre (Miller) a été installé sur la ligne d'irrigation principale.



Photo 1 : Vue d'ensemble du site expérimental

Les cylindres échantillons pour la caractérisation des propriétés physique du sol ont été pris tôt en saison au mois de mai (photo 2).



Photo 2 : Cylindre échantillon pour la caractérisation des propriétés physiques du sol

Au début juin, deux tensiomètres Hortau ont été installés avec chacun une sonde à 15 cm de profondeur et une sonde à 30 cm. Le premier tensiomètre a été disposé dans un secteur non irrigué alors que le second a été installé dans un secteur irrigué.

Les résultats de la caractérisation des propriétés physiques n'ont été disponibles qu'à l'automne 2014, donc beaucoup trop tard pour s'y fier pour les consignes d'irrigation du projet pendant la saison 2014. Suite aux discussions avec les spécialistes d'Hortau, les consignes d'irrigation ont été fixées à 10 kPa (début de l'irrigation) et 4 kPa (fin de l'irrigation). Ces consignes se rapprochent de celles utilisées dans la canneberge.

Déroulement de la collecte de données

Les données suivantes ont été prises : le pourcentage de maladies, la matière sèche, le nombre de bourgeons à fruits et la hauteur des plants de bleuets.

Le tableau 1 présente une synthèse des étapes réalisées pour la première année du projet (2014). Pour le pourcentage de maladies, il s'agit d'une estimation pour l'ensemble de la sous-parcelle de 2 m x 2 m réalisée à la mi-juillet et à la mi-août. Les taches foliaires étaient les maladies observées, principalement la tache septorienne. La matière sèche a été mesurée à partir d'une section de 15 cm x 15 cm de tiges aériennes prise à proximité d'une sous-parcelle par bloc, pour un total de 8 échantillons en juillet et 8 en août. Pour le nombre de bourgeons à fruits, il a été dénombré sur 30 tiges sélectionnées aléatoirement pour chacune des sous-parcelles. De la même façon, les hauteurs des tiges ont été mesurées sur 30 tiges. Ce sont les moyennes qui seront présentées.

Les analyses statistiques sont réalisées avec le logiciel Statistix 8. Il s'agit d'analyses de variance pour un design en blocs complets. La normalité a été vérifiée avec le test de Shapiro-Wilk.

Tableau 1 : Étapes réalisées en 2014

Étape	Date	Réalisé par
Échantillon caractérisation propriétés physiques du sol	09-mai	CCB - MAPAQ
Mise en place du dispositif - ligne irrigation	fin mai	Producteur
Mise en place des parcelles expérimentales	17-juin	CCB - MAPAQ
Évaluation du taux d'infection juillet + matière sèche	16-juil	CCB - MAPAQ
Évaluation du taux d'infection août + matière sèche	20-août	CCB
Hauteur des tiges et nombre de bourgeons/tige	06-oct	CCB - MAPAQ

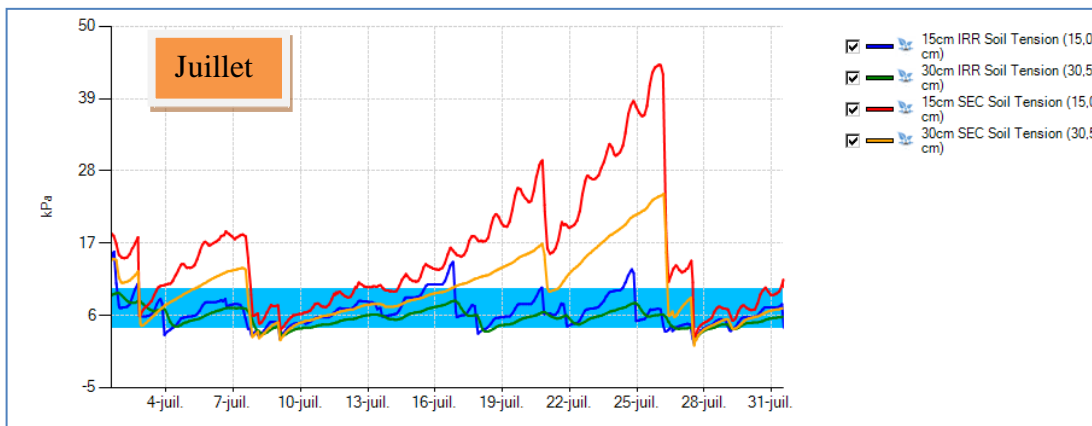
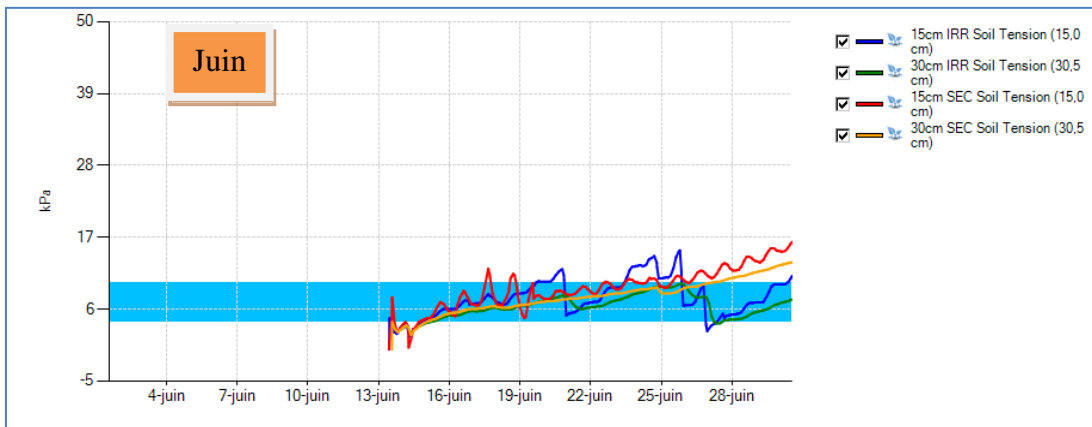
Suivi hydrique de la saison 2014

L'uniformité de l'irrigation a été mesurée en début de saison. La lecture dans les pluviomètres (par le producteur) a indiquée que l'irrigation était relativement uniforme.

Des mesures de pluviomètres ont été prises régulièrement par le producteur. Le tableau à l'annexe 2 présente un résumé des données consignées. Pour la période du 25 juin au 13 septembre, le total de précipitations est de 219 mm alors que l'irrigation aurait apporté au moins 126 mm d'eau. Au total, 345 mm d'eau ont été apportés aux bleuétiers via les précipitations et l'irrigation pour les plants dans les parcelles irriguées. La station météo apporte un résultat semblable avec ses 200,5 mm d'eau du 24 juin au 1^{er} septembre. Cela donne une moyenne d'environ 20 mm d'eau par semaine via les précipitations et un peu plus de 34 mm d'eau lorsque l'on considère les parcelles irriguées. Pour les parcelles non irriguées la quantité d'eau reçue est donc en deçà de la valeur de référence au Maine, soit 1 pouce (25,4 mm) d'eau par semaine (règle du « pouce » <http://umaine.edu/blueberries/factsheets/irrigation/guide-to-efficient-irrigation-of-the-wild-blueberry/>).

Lors de la saison 2014, il y a eu 13 irrigations d'une durée moyenne de 2,5 heures. Le débit mesuré par le débitmètre est de 110 gallons (us)/minute, ce qui correspond à environ 4-5 mm d'eau par heure. Grâce aux tensiomètres, les irrigations étaient déclenchées peu de temps après un appel automatisé au producteur. La consigne pour débiter l'irrigation était 10 kPa alors que l'arrêt devait se faire aux environs de 4 kPa. Les graphiques de la figure 2 présentent les tensions du sol en kPa. Un sol à 0 kPa est gorgé d'eau. On voit au mois de juin les irrigations qui ont commencé le 25. À ce moment, les courbes bleu (sonde à 15 cm de profondeur – traitement irrigué) et verte (sonde à 30 cm de profondeur – traitement irrigué) ont commencé à suivre un patron différent des courbes rouge (sonde à 15 cm de profondeur – traitement non irrigué) et orange (sonde à 30 cm de profondeur – traitement non irrigué). Tout le mois de juin, les tensions se sont

maintenues en deçà de 17 kPa. Il y a eu en tout trois irrigations (voir annexe 2). Pour le mois de juillet, les précipitations se sont avérées relativement espacées, sept irrigations ont été réalisées lorsque les tensions du sol indiquaient d'irriguer (annexe 2). On voit sur la figure 2 que pour le mois de juillet, la tension a été plus élevée pour la sonde à 15 cm de profondeur dans les parcelles non irriguées, elle a même atteint un sommet de 44 kPa. Au mois d'août, trois irrigations ont été réalisées. Les précipitations ont été plus abondantes. Les tensions du sol se sont maintenues majoritairement en deçà de 17 kPa. Enfin, pour le mois de septembre, aucune irrigation n'a été réalisée, les bleuetiers sont en dormance. De plus, les tensions du sol étaient dans la zone de confort (entre 10 kPa et 4 kPa), et même légèrement en dessous, pour tout le mois.



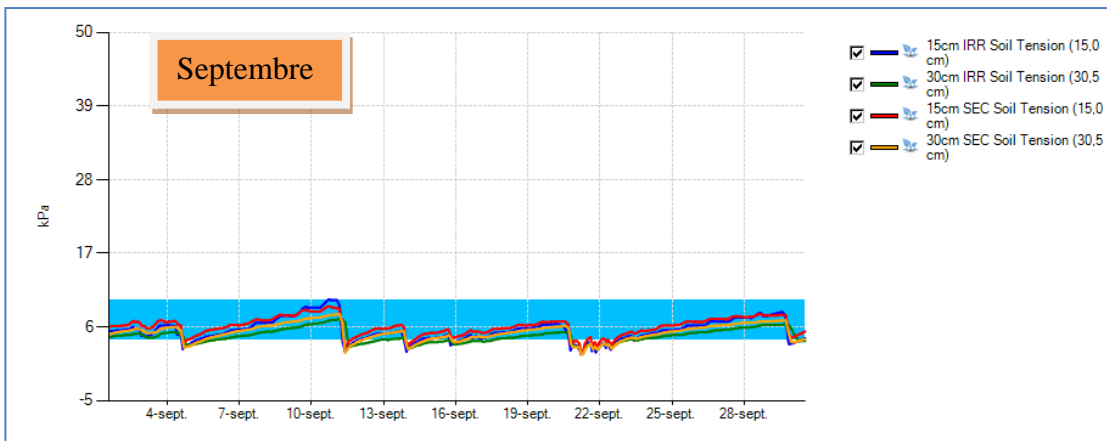
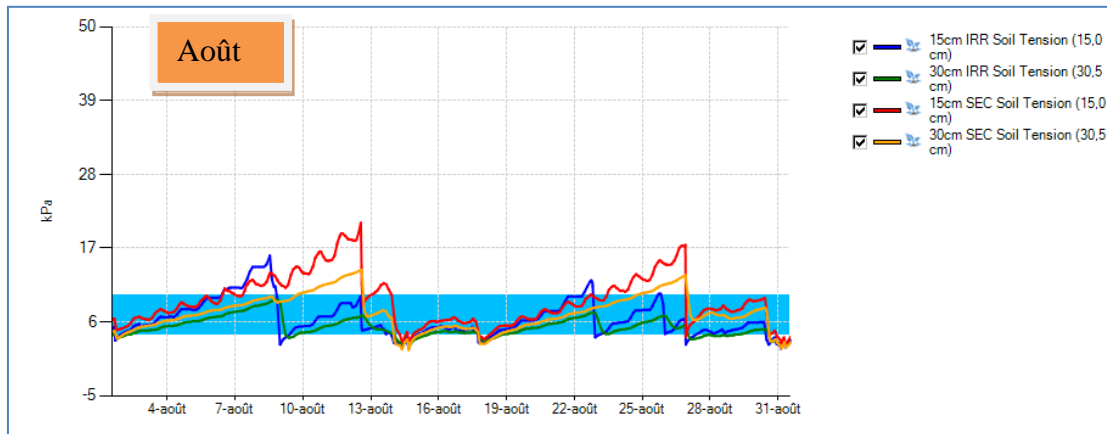


Figure 2: Graphiques des tensions du sol mesurées en juin, juillet, août et septembre 2014 par les sondes des tensiomètres. Deux traitements : irrigué et non irrigué. Deux profondeurs : 15 et 30 cm.

Résultats

La sous-parcelle #23 a dû être retirée des analyses car elle devait être dans un secteur non irrigué mais suite au géoréférencement, il s'avère qu'elle était dans le rayon d'irrigation d'un gicleur.

Lors de la première visite, nous avons observés des dommages possiblement dus à l'hexazinone à l'extrémité sud du dispositif. Il serait intéressant dans le cadre d'une prochaine étude sur l'irrigation d'inclure cette variable, soit la relation en l'irrigation et les intrants appliqués dans la culture et les bénéfices ou dommages observés sur les plants.

Caractérisation des propriétés physiques du sol

La caractérisation des propriétés physiques du sol a été réalisée dans le but de développer une approche de gestion de l'eau d'irrigation utilisable en condition de production commerciale. Il s'agit d'un outil déjà disponible mais pas encore utilisé par les producteurs de bleuets. Un rapport a été réalisé M. Carl Boivin, chercheur à l'IRDA (annexe 3). La consigne selon M. Boivin devrait être aux environs de 33 kPa. Ce qui est beaucoup plus élevé que ce qui a été réalisé pendant la saison 2014. De plus, une seule fois la tension a été au-dessus de 33 kPa, soit le 26 juillet. Le mois de juillet n'a pas été extrêmement pluvieux et c'est à ce moment que les bourgeons à fruits se forment. Cependant, toujours selon M. Boivin, étant donné que les courbes de désorption étaient très variables, il était pertinent de reprendre d'autres échantillons de sol à l'automne 2014 pour confirmer les conclusions tirées de la première collecte d'échantillons. Ces résultats sont à venir.

Évaluation du taux d'infection juillet et août

Les taux d'infection par les taches foliaires ont été évalués à la mi-juillet et à la mi-août. C'est principalement la tache septorienne qui a été observée. Les parcelles du traitement irrigué (1,4% en juillet et 9% en août) ne présentent pas plus de maladies que les parcelles non irriguées (1,3% en juillet et 7% en août) (figure 3). Les taux d'infection, en deçà de 10%, ne sont pas très élevés en comparaison à d'autres bleuétières de la région pour 2014.

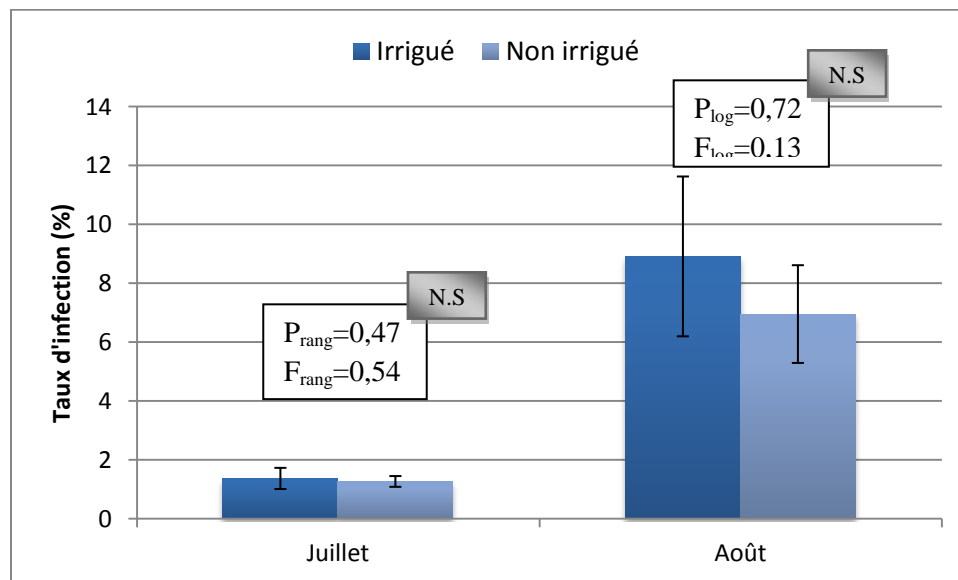


Figure 3: Taux d'infection par les taches foliaires dans les parcelles irriguées et non irriguées en juillet et août.

Évaluation de la matière sèche en juillet et août

Il n'y a pas de différence significative entre les sections de 15 cm x 15 cm pour les parcelles irriguées et non irriguées pour la matière sèche (figure 4). Au mois de juillet, la masse sèche mesurée était moins grande dans les parcelles irriguées (13 g) que dans les parcelles non irriguées (17 g). La masse sèche s'est maintenue à 13 g pour le mois d'août dans les parcelles irriguées alors qu'il a été mesuré à 10 g pour les parcelles non irriguées. L'irrigation n'a donc pas influencé la croissance végétative des plants pour la saison 2014.

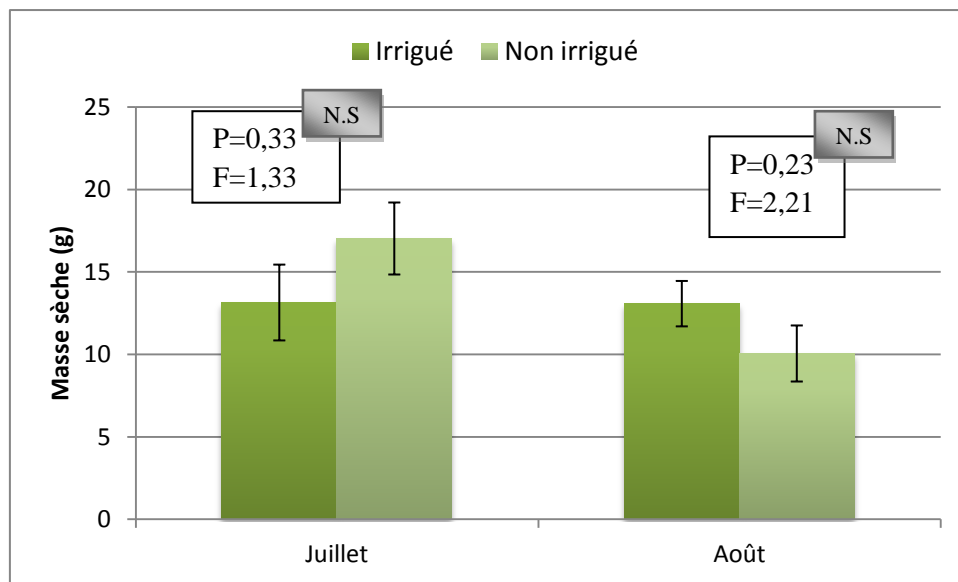


Figure 4: Masse sèche de sections de 15 cm x 15 cm dans les parcelles irriguées et non irriguées en juillet et août.

Hauteur des tiges et nombre de bourgeons à fruits par tige

Les résultats obtenus pour les variables hauteurs des tiges et nombre de bourgeons à fruits par tige vont à l'encontre de ce qui était attendu en début de projet. En effet, bien qu'elle ne soit pas réellement significative à 5%, la différence pour la hauteur des tiges va dans le sens inverse de ce qui était espéré. Les tiges les plus hautes ont été mesurées dans les parcelles non irriguées, la différence n'est cependant que de 0,8 cm (figure 5). Dans le même ordre d'idées, il y a 1,5 bourgeon de plus par tige pour les bleuétiers des parcelles non irriguées. Il est logique qu'une tige plus haute porte plus de bourgeons à fruits.

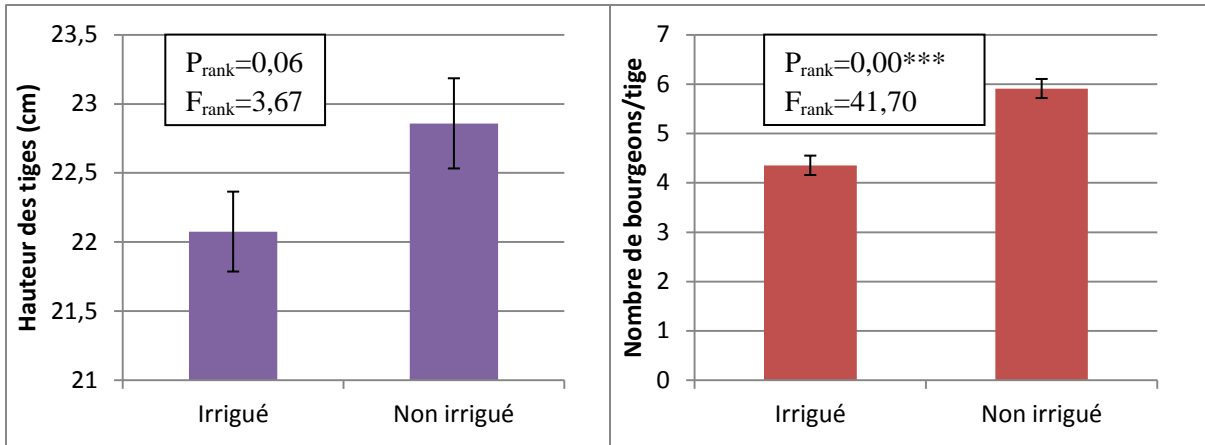


Figure 5 : Hauteur des tiges (cm) pour les bleuétiers dans les parcelles irriguées et non irriguées (à gauche); Nombre de bourgeons à fruits/tige pour les parcelles irriguées et non irriguées

Conclusion

Les constats pour l'année de végétation (2014) sont :

- ✓ Pas de différence au niveau du pourcentage de maladies foliaires entre le traitement irrigué et non irrigué.
- ✓ La matière sèche est similaire pour les deux traitements soit entre 13 et 17g.
- ✓ Les tiges sont plus hautes de 0,8 cm de manière presque significative dans les parcelles non irriguées. Cela est contraire aux attentes en début de projet.
- ✓ De même, le nombre de bourgeons par tiges est significativement plus grand pour les parcelles non irriguées. La différence est de l'ordre de 1,5 bourgeon par tige de plus.

Pour des raisons pratiques et monétaires, le nombre de traitements (2) et de blocs (4) est peu élevé dans ce projet, il faut donc faire preuve de prudence dans l'attribution des effets aux traitements ou au hasard.

Les données de la seconde année du projet sont importantes, elles viendront compléter cette analyse avec la mesure des rendements. Il est probable que les fruits soient plus gros dans les parcelles irriguées. Le calibre des fruits sera possiblement mesuré. L'irrigation contre le gel sera réalisée pour l'ensemble du champ, puis l'irrigation contre la sécheresse sera réalisée dans les parcelles irriguées selon les consignes déterminées.

Annexe 1

Carte du dispositif expérimental

Annexe 2

Observation des pluviomètres et temps d'irrigation (par le producteur)

Date	Pluie (mm)	Irrigation (h)	Irrigation (mm)	Commentaires
25-juin		2	10	
26-juin		3	15	
27-juin		3	15	
01-juil	5	0,75	3	
02-juil	5	1	5	
03-juil		3	12	? le temps est approximatif
6-7-8 juil	25			
12-13 juil	2			
16-juil		3	12	
17-juil		3	12	
17 au 24 juil	3			
21-juil		1	4	
24-juil		2	8	
27-28-29 juil	40			
30-31 juil 1-2-3-4 août	2			
5-6-7-8 août	4			pluie occasionnelle
08-août		3,5	14	
12-13-14-15 août	30			
16-17-18 août	40			
22-août		2	8	? Le 8 ml est approximatif
25-août		2,5	10	? le 10 ml est approximatif
27-août	15			gros orage
28-août	5			
30-31 août	15			
3-4-5 sept	25			
09-sept	1			
13-sept	2			
Total	219	26,75	126	
TOTAL	345			

Annexe 3

Synthèse résultats courbes de désorption en eau du sol – Bleuets

Par Carl Boivin, chercheur IRDA

Un total de 4 courbes de désorption en eau du sol a été réalisé au Laboratoire d'analyses agroenvironnementales de l'IRDA à Québec. Pour y parvenir, des cylindres de sol ont été échantillonnés par l'équipe du projet dans un champ (2 endroits) situé dans la région du Lac St-Jean. À chacun des 2 endroits, 2 profondeurs ont été échantillonnées (0-15 cm) et (15-30). Les 11 points (kPa) analysés pour la courbe de désorption en eau du sol ont été : Saturation, 2,5-5-7,5-10-15-20-33-100-1500.

C'est donc 8 cylindres de sol qui ont été prélevés, soit 4 à chacun des 2 endroits et 2 pour chacune des profondeurs. De plus, des sacs de sol ont été recueillis pour chacune des 4 courbes. Cette approche (2 cylindres pour une même profondeur) est utilisée pour accélérer le temps d'analyse. Ainsi, les 5 premiers points ont été faits sur un cylindre, les 5 suivants sur un autre et le dernier point (1500 kPa) ont été faits avec le sol récupéré avec les sacs. De plus, la texture et le % M.O. ont été déterminés avec le contenu en sol des sacs. Enfin, la densité apparente de chacun des 8 cylindres a été mesurée. La capacité au champ (CC) a été déterminée à partir des graphiques générés avec les tensiomètres HORTAU. La CC a été estimée à environ 4 kPa. La texture et le % de M.O. sont présentés au tableau 1, alors que la densité apparente du sol de chacun des cylindres prélevés est présentée au tableau 2.

Tableau 1. Granulométrie et % de M.O. du sol échantillonné selon l'endroit.

Sacs de sol	Granulométrie	M.O. (%)
1 (0-15 cm)	Sable loameux	3,76
1 (15-30 cm)	Sable loameux	3,33
2 (0-15 cm)	Loam sableux	9,38
2 (15-30 cm)	Sable	1,10

Tableau 2. Densité apparente du sol selon le cylindre.

	Cylindres	Densité apparente (g/cm ³)
0 à 10 kPa	1 (0-15 cm)	1,10
	1 (15-30 cm)	1,10
	2 (0-15 cm)	0,78
	2 (15-30 cm)	1,30
15 à 100 kPa	1 (0-15 cm)	0,92
	1 (15-30 cm)	1,30
	2 (0-15 cm)	0,84
	2 (15-30 cm)	1,41

Les quatre courbes de désorption sont présentées aux Figures 1 et 2. Le deuxième graphique diffère du premier par l'ajout des valeurs à chacune des étiquettes.

Constats :

- La jonction, pour une même courbe, entre les deux cylindres (0-10 kPa) et (15-100 kPa) n'est pas « harmonieuse ».
- La courbe (2 15-30 cm) est très différente des autres.
 - La densité apparente et la texture pourraient expliquer en partie l'ampleur de cette variabilité.
- Capacité au champ (4 kPa).
 - Malgré la variabilité, la valeur de CC entre les 3 premières courbes sont semblables (+/-43 cm³ eau/cm³ sol).
- Consigne de déclenchement probable (33 kPa).
 - L'approche « plateau » peut être utilisée pour évaluer la valeur de kPa de la consigne de déclenchement. Toutefois, en absence d'essais terrain où les consignes identifiées sont comparées, il faut être prudent. L'approche plateau consiste à identifier la valeur qui correspond au moment où la courbe atteint un plateau. Ce moment arrive vers 33 kPa pour les 3 premières courbes. Toutefois, les valeurs de contenu en eau diffèrent (de 20 à 33 cm³ eau/cm³ sol).
- Hauteur d'eau (mm) disponible à la culture.
 - La différence entre la valeur à la CC et celle à la Consigne permet d'évaluer la hauteur d'eau disponible à la culture selon la profondeur d'enracinement.
 - Courbe triangles (43 – 33) = 10
 - Courbe carrés (43 – 24) = 19
 - Courbe losanges (43 – 33) = 10

Tableau 3. Estimation de la hauteur d'eau (mm) disponible à la culture selon la profondeur d'enracinement et le volume d'eau disponible (CC – Consigne).

CC – Consigne (cm ³ eau/cm ³ sol)	Profondeur enracinement (cm)	
	15	30
10 (courbes triangles et losanges)	15 mm	30 mm
19 (courbe carrés)	29 mm	57 mm

- Évolution tension
 - L'évolution des tensions du traitement sec présenté à la Figure 3, entre le 8 et le 21 juillet 2014, indique qu'il a fallu environ 13 jours pour passer de la CC à une valeur de tension de près de 33 kPa. Cette évaluation a été réalisée sans savoir s'il y a eu des précipitations et sans connaître la demande en évapotranspiration.

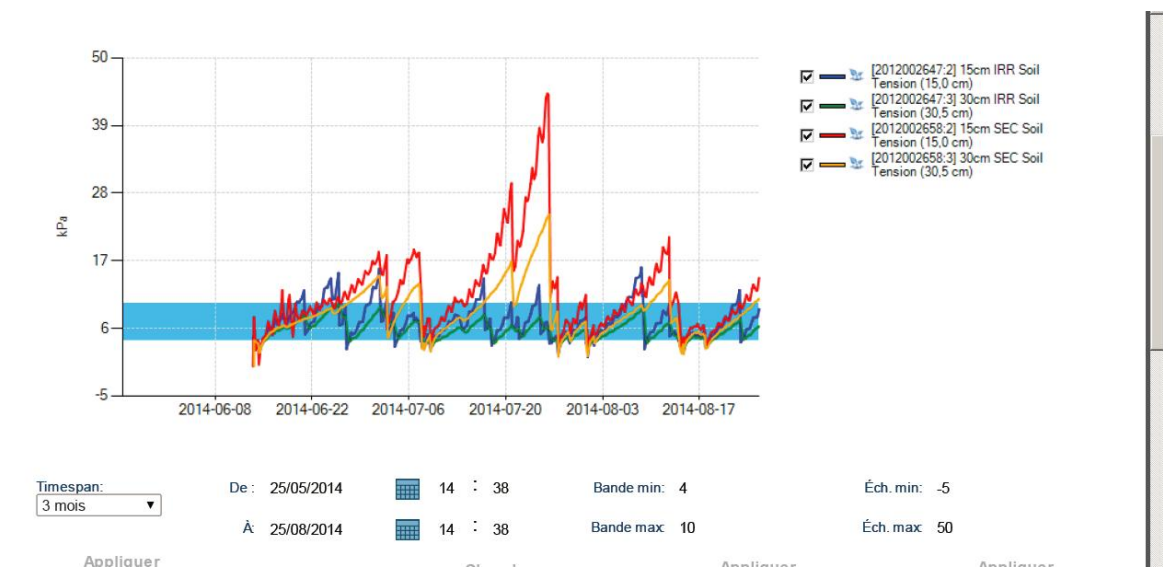


Figure : Évolution de la tension mesurée avec des tensiomètres (Été 2014).

Conclusions :

- Difficile de conclure, car les courbes sont très variables. Toutefois, une consigne à 33 kPa serait possiblement une bonne valeur à cibler. Des essais devraient être réalisés pour comparer cette consigne (spécifique pour ce site) avec une consigne plus près de la CC afin de s'assurer que la culture ne subit aucun stress néfaste.
- L'évolution des tensions conforte l'idée que la hauteur d'eau disponible à la culture est probablement d'au moins 30 mm. Toutefois, la demande en évapotranspiration n'est pas connue.

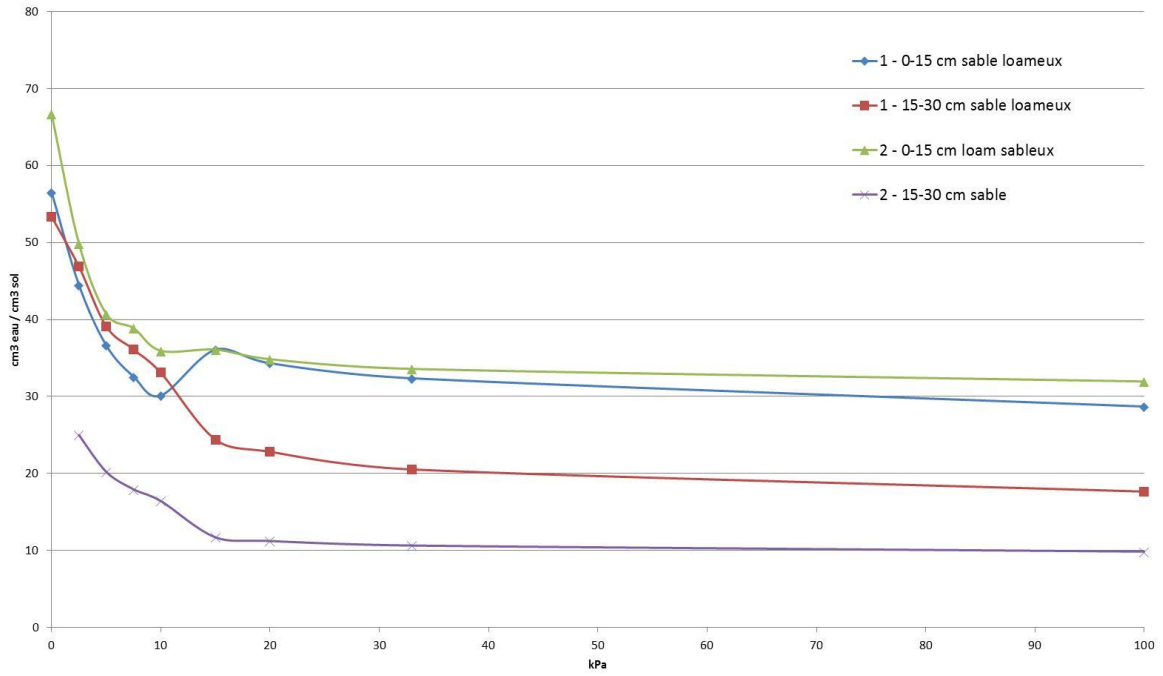


Figure 1. Courbes de désorption en eau selon l'endroit d'échantillonnage et la profondeur.

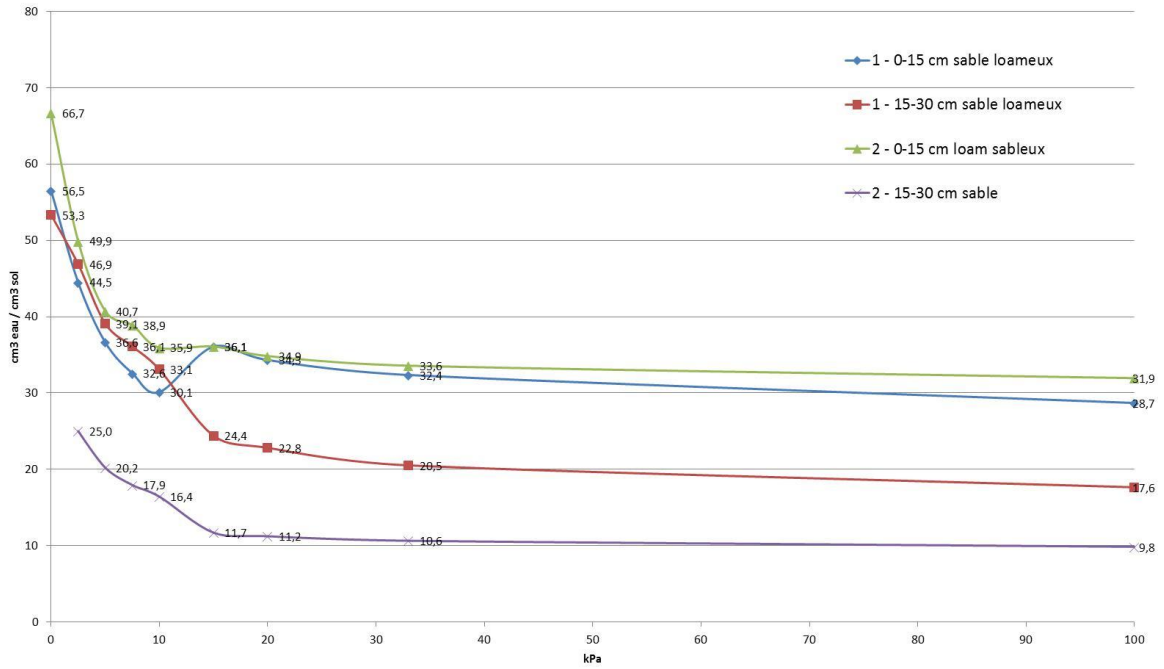


Figure 2. Courbes de désorption en eau selon l'endroit d'échantillonnage et la profondeur (avec valeurs).