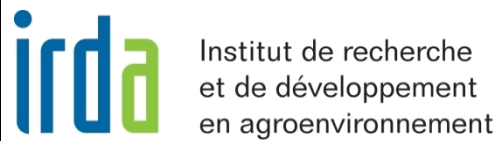


Programme d'appui au développement de l'agriculture et de
l'agroalimentaire en région
(Projet no. 1415-4073-02-QC)

**Dans une bleuetière infectée par le phytoplasme du flétrissement, mesurer la
productivité de plants d'apparences saines n'ayant reçu d'apports d'azote**

Rapport final

Rapport présenté au :
Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et
de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)



**Agriculture, Pêcheries
et Alimentation**



Rédigé par :
Émilie Larochelle – IRDA
Carl Boivin – IRDA
Christine Landry – IRDA
Jérémy Vallée – IRDA
Stéphanie Tellier – DRCN MAPAQ
Daniel Bergeron – DRCN MAPAQ

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

Carl Boivin
Christine Landry
Émilie Larochelle
Jérémy Vallée

Direction régionale de la Capitale-Nationale - MAPAQ

Stéphanie Tellier
Daniel Bergeron

Direction régionale de la Mauricie - MAPAQ

Guy-Anne Landry

Direction régionale de la Chaudière-Appalaches - MAPAQ

Christian Lacroix

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 :

Larochelle, É., C. Boivin, C. Landry, J. Vallée, S. Tellier et D. Bergeron. 2016. Dans une bleuëtière infectée par le phytoplasme du flétrissement, mesurer la productivité de plants d'apparences saines n'ayant reçu d'apports d'azote. Rapport final présenté au MAPAQ – Programme d'appui au développement de l'agriculture et de l'agroalimentaire en région. IRDA. 16 p.

Table des matières

Table des matières.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Mise en contexte	1
Objectif général.....	2
Objectifs spécifiques.....	2
Calendrier des réalisations	3
Matériel et méthodes.....	4
Résultats et analyses	10
Analyses de sols.....	10
Statut nutritionnel des feuilles	10
Productivité des plants	12
Panel de dégustation	13
Indice Brix	13
Détection du phytoplasme.....	14
Conclusion	15
Références.....	16

Liste des figures

Figure 1. Disposition des 40 plants (No. 1 à 40) dans la bleuetière de Deschambault.....	7
Figure 2. Bleuetiers d'apparence saine (à l'arrière) et bleuetiers ayant des symptômes d'infection au phytoplasme (plant rougeâtre et plant de petite taille; à l'avant).	8
Figure 3. Filets de protection contre les oiseaux installés sur les 40 plants de bleuets sélectionnés.	9
Figure 4. Réfractomètre Hanna Instruments-Hi 96801 utilisé pour déterminer l'indice Brix.	9
Figure 5. Disponibilité des éléments nutritifs à la plante selon le pH du sol.....	11

Liste des tableaux

Tableau 1. Apports d'engrais (g/plant) selon la saison.....	4
Tableau 2. Caractérisation (pH, MO, N-NH ₄ et N-NO ₃) du sol autour des 40 bleuetiers selon qu'ils aient eu ou non des apports de N.....	10
Tableau 3. Teneur en N, P, K, Ca et Mg (%) des feuilles des plants selon qu'ils aient eu ou non des apports de N.....	10
Tableau 4. Productivité des bleuetiers selon qu'ils aient eu ou non des apports de N.	12
Tableau 5. Évaluation moyenne du goût des fruits selon qu'il y ait eu ou non des apports de N.....	13
Tableau 6. Indice Brix des fruits produits par les bleuetiers qui ont eu ou non des apports de N.....	13

Mise en contexte

Le phytoplasme du flétrissement du bleuetier a été détecté au Québec en 2009. Tous les cultivars y sont sensibles, sauf Rancocas qui y est très résistant. Toutefois, ce dernier n'est pas adapté pour le Québec. Les phytoplasmes peuvent être transmis aux plantes via des insectes piqueurs-suceurs telles les cicadelles. Une fois infecté par le phytoplasme, le bleuetier dépérit. Il est ainsi recommandé de détruire les plants infectés afin d'empêcher la propagation de l'agent pathogène aux plants sains. Cette propagation est toutefois difficile à cerner, car un plant d'apparence saine peut être porteur de la maladie. Il peut aussi exprimer des symptômes de façon discontinue au fil des saisons. De plus, ces symptômes peuvent être facilement confondus avec ceux d'autres maladies ou désordres physiologiques. Des plants infectés peuvent donc être utilisés lors de l'implantation de la bleuetière et les premiers signes ne faire surface que quelques années plus tard. Par exemple, à la bleuetière de l'IRDA située à Deschambault, les premiers plants ont été diagnostiqués à l'été 2010, soit 2 ans après l'implantation des 1400 bleuetiers. Par ailleurs, les conditions météorologiques qui ont eu cours en 2010 ont été propices aux stress hydriques. En présence de stress, les plants semblent exprimer davantage des symptômes qui peuvent être reliés au phytoplasme du flétrissement du bleuetier.

L'implantation d'une bleuetière demande des investissements importants et ces derniers se rentabilisent sur plusieurs années. Une fois en présence de plants infectés, qui semblent pouvoir tout de même donner des rendements intéressants selon les saisons, il devient alors questionnable pour le producteur d'éradiquer ces plants. Toutefois, aucune autre solution ne s'offre à lui et peu d'information utile est disponible pour l'aider à gérer cette problématique.

La bleuetière de Deschambault a été établie en 2008 pour y comparer quatre régies d'irrigation. L'ensemble des plants a reçu la même fertilisation azotée (N), exception faite des parcelles témoins qui n'ont reçu aucun apport de N depuis la plantation, afin d'acquérir des connaissances sur la nutrition N minérale. Le dispositif comprenait 24 parcelles expérimentales de 32 plants chacune du cultivar Patriot (768 plants), incluant les 8 parcelles témoins (256 plants), accompagnées de rangs de garde des cultivars Northblue, Bluetta et Chippewa.

À l'automne 2013 et 2014, il a été observé que les plants des parcelles témoins, qui n'ont jamais reçu d'apports de N, étaient plus vigoureux et plus homogènes que les plants fertilisés en N. Compte tenu du nombre de plants de cette bleuetière, du nombre de plants qui ont été diagnostiqués positifs au phytoplasme depuis 2010 et de la présence en continu de trois espèces de cicadelles pouvant être porteuses du phytoplasme (Pagé, 2013), il est raisonnable de penser que ces plants d'apparences saines, qui n'ont reçu aucun apport de N, aient été en contact avec des insectes porteurs et qu'un certain nombre de ceux-ci soient également porteurs. Ces bleuetiers profitent donc de conditions qui semblent les protéger, ou du moins limiter l'expression des symptômes, et la fertilisation azotée semble être un facteur important. En apprendre davantage sur la productivité (rendements en fruits) de ces plants qui ne semblent pas affectés par le phytoplasme s'avère ainsi intéressant puisque la régie largement utilisée actuellement préconise une fertilisation en N soutenue des plants.

Objectif général

Ce projet visait à comparer les plants de bleuets n'ayant reçu aucun apport de N par la fertilisation à ceux qui en ont reçu depuis l'implantation.

Objectifs spécifiques

- Améliorer la connaissance du rôle de l'apport ou non de N sur l'expression des symptômes de phytoplasmes et le maintien de la productivité du bleuetier.
- Améliorer la connaissance des impacts du phytoplasme du flétrissement du bleuetier sur la productivité et la qualité gustative des fruits.
- Sensibiliser les intervenants du milieu à cet agent pathogène et aux impacts de sa présence dans une bleuetière.

Calendrier des réalisations

Activités	Dates de réalisation
Sélection des 40 plants	16 juillet
Entretien des plans et installation de filets de protection contre les oiseaux	16 juillet
Récolte des fruits et détermination de la productivité des plants	23 juillet 30 juillet 5 août 12 août 20 août
Détermination de l'indice Brix	30 juillet 5 août 12 août
Panel de dégustation	30 juillet
Détection de l'agent pathogène en laboratoire	28 septembre
Analyses foliaires	20 août
Analyses de sols	16 novembre
Rédaction du rapport	Février 2016

Matériel et méthodes

Choix des plants

À la bleuetière de Deschambault, 40 plants ont été choisis de façon aléatoire (Figure 1), soit 20 parmi ceux qui n'ont jamais eu d'apports de N (plants 1 à 20) et 20 parmi ceux qui ont eu des apports de N (plants 21 à 40). Par ailleurs, la densité de plants/ha est de 2380. L'ensemble des facteurs comparés a été mesuré sur ces 40 plants. La plupart des plants qui n'ont jamais eu d'apports de N à l'échelle de la bleuetière sont d'apparence saine, alors que plusieurs des plants qui ont reçu des apports en N ont des symptômes de maladie pouvant s'apparenter à ceux du phytoplasme (feuilles enroulées en cuillère vers le bas, entre-nœuds courts, rougissement prématuré des feuilles et des tiges, tiges en « balai de sorcière » et nanisme; Figure 2). Il est intéressant de noter qu'en 2012, des échantillons de tissus végétaux de 20 plants d'apparences saines et de 20 plants qui avaient des symptômes de la maladie ont été analysés en laboratoire afin de détecter la présence de phytoplasme. L'agent pathogène a été détecté sur cinq plants (12 % des plants), dont deux qui étaient d'apparence saine (Pagé, 2013).

Fertilisation des plants

Les apports d'engrais (g/plant) sont présentés selon la saison au Tableau 1. L'apport de 21-0-0 était effectué à deux ou trois reprises durant la saison, alors que l'apport de 0-0-22-11 était réalisé en un seul épisode.

Tableau 1. Apports d'engrais (g/plant) selon la saison.

Engrais	Saisons							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
	----- g/plant -----							
21-0-0	30	50	60	80	100	80	120	120
0-0-22-11	75	50	20	-	-	40	40	40*

* 0-0-60

Analyses de sols

Des analyses de sols ont également été effectuées afin de valider la quantité de N minéral (N-NH₄ et N-NO₃) présente dans le sol. Chacun des 40 échantillons, prélevés dans la strate 0-20 cm à l'automne 2015 était composé de six carottes de sol prélevées autour de chaque plant. Le pH_{eau} a été mesuré dans un rapport sol/eau 1:1 (CPVQ, 1988). Le contenu en matière organique (MO) totale a été mesuré selon la méthode d'oxydation par voie humide de Walkley Black (Allison, 1965). Ces analyses ont été effectuées au Laboratoire d'analyses agroenvironnementales de l'IRDA.

Statut nutritionnel des feuilles

Dans la culture du bleuets, l'analyse de la teneur en nutriments des feuilles est reconnue comme un indice très fiable du statut nutritionnel du plant (Pritts et Hancock, 1992). C'est pourquoi le statut nutritionnel des plants a été suivi par des analyses foliaires. L'échantillonnage pour réaliser l'analyse foliaire a été effectué le 20 août. L'échantillonnage consistait à sélectionner, de manière aléatoire et sur chacun des plants, trois tiges annuelles et de prélever cinq feuilles saines et matures consécutives sur chacune de ces tiges. Les feuilles prélevées (15 feuilles par plant x 40 plants) ont ensuite été conservées au froid jusqu'à leur analyse au laboratoire de l'IRDA. Les feuilles ont ensuite été séchées et broyées à 100 mesh pour former un échantillon composite. Le N total, le P, K, Ca, Mg ont été digérés à l'acide sulfurique et sélénieux selon la méthode Kjeldahl (Isaac et Johnson, 1976). Les autres éléments ont été déterminés par spectrométrie d'émission au plasma.

Productivité des plants

Afin de mesurer la productivité de chacun des plants, tous les fruits mûrs ont été récoltés durant cinq semaines (23 juillet, 30 juillet, 5 août, 12 août et 20 août). Les fruits ont ensuite été dénombrés, pesés et classifiés dans la catégorie « vendables » ou « non vendables ». Des filets de protection contre les oiseaux avaient également été installés afin d'éliminer un facteur qui aurait pu nuire à l'évaluation du rendement des plants (Figure 3).

Panel de dégustation

Un panel de dégustation a été mis en place le 30 juillet afin d'évaluer le goût des fruits produits par les plants qui ont reçu des apports en N et ceux produits par les plants qui n'ont jamais reçu de N. Pour ce faire, quatre panélistes ont goûté les fruits sans savoir si le plant avait reçu ou non des apports en N. Trois bleuets par plant ont été utilisés afin de déterminer l'acidité, la sucrosité, la jutosité et l'arôme des fruits. Ces quatre critères ont pu être évalués à l'aide d'une grille d'évaluation à cinq niveaux (ex. « a » étant peu acide et « e » étant très acide). La disponibilité des fruits mûrs a permis l'évaluation de 20 plants sans N et pour 17 plants avec N.

Indice Brix

Les fruits récoltés durant trois des cinq semaines (30 juillet, 5 août et 12 août) ont été utilisés (trois fruits par plant) afin de déterminer leur teneur en sucre (indice Brix) en laboratoire au moyen d'un réfractomètre (Hanna Instruments, Hi 96801; Figure 4).

Détection du phytoplasme

Des échantillons de tissus végétaux tels que les pétioles et tissus à la base des feuilles et les parties des tiges (phloème) ont été prélevés le 28 septembre sur chacun des 40 plants afin de détecter la présence de phytoplasme par la méthode PCR au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ.

Analyses statistiques

Afin de déterminer le coefficient de probabilité, le test des effets fixes de type 3 a été effectué pour les analyses de sols, le statut nutritionnel des feuilles, la productivité des plants et l'indice Brix à l'aide de Proc Mixed (SAS, version 9.4).

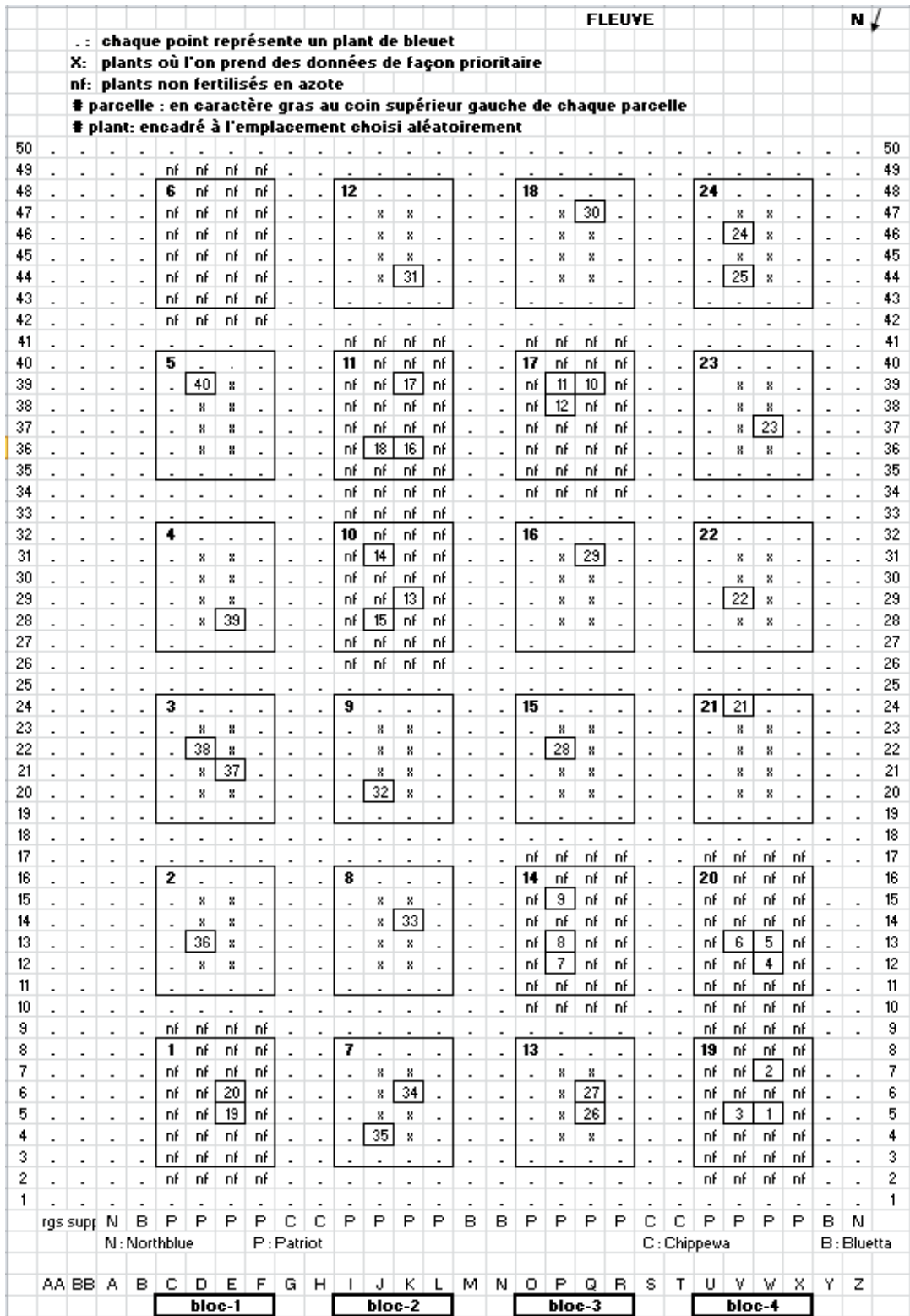


Figure 1. Disposition des 40 plants (No. 1 à 40) dans la bleuëtère de Deschambault.



Figure 2. Bleuetiers d'apparence saine (à l'arrière) et bleuetiers ayant des symptômes d'infection au phytoplasme (plant rougeâtre et plant de petite taille; à l'avant).



Figure 3. Filets de protection contre les oiseaux installés sur les 40 plants de bleuets sélectionnés.



Figure 4. Réfractomètre Hanna Instruments-Hi 96801 utilisé pour déterminer l'indice Brix.

Résultats et analyses

Analyses de sols

Les résultats présentés au Tableau 2 confirment que le sol autour des plants qui ont reçu des apports de N est plus acide que celui des plants qui en n'ont jamais reçu ($P = < 0,01$). De plus, les quantités de N-NH₄ de N-NO₃ sont plus élevées dans le sol qui a reçu des apports de N ($P = 0,027$ et $< 0,01$).

Tableau 2. Caractérisation (pH, MO, N-NH₄ et N-NO₃) du sol autour des 40 bleuetiers selon qu'ils aient eu ou non des apports de N.

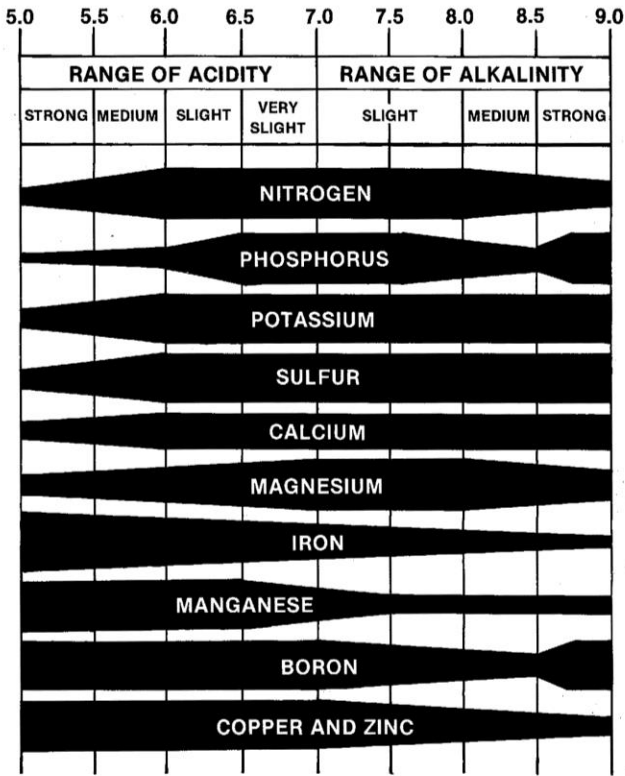
Traitements	Éléments analysés			
	pH	Matière organique (%)	N-NH ₄ (mg/kg)	N-NO ₃ (mg/kg)
Sans N	5,40	3,96	1,68	0,40
Avec N	4,39	3,91	4,36	6,57
Valeur de p	$< 0,01$	0,78	0,027	$< 0,01$

Statut nutritionnel des feuilles

Les résultats présentés au Tableau 3 indiquent que les feuilles des plants qui n'ont jamais reçu d'apports de N ont une teneur en N, P et K moins élevée que les plants qui ont reçu des apports de N ($P = < 0,01$). Selon les valeurs critiques présentées dans la littérature (Plank et Kissel, 1989; Mills et al., 1997; Gauthier et Kaiser, 2013 et Krewer et NeSmith; non daté), les plants qui n'ont jamais reçu d'apports de N seraient en nette carence de N, près du point de carence en P, mais auraient une teneur normale en K. En ce qui a trait au Ca et Mg, ces éléments sont présents en plus grande quantité dans les feuilles des plants qui n'ont jamais reçu d'apports de N ($P = < 0,01$) et ces différences sont possiblement attribuables au pH du sol qui affecte grandement la disponibilité de ces derniers (Figure 5). Enfin, la teneur plus faible en K des plants sans apports de N pourrait s'expliquer par la plus grande productivité en fruits de ces derniers.

Tableau 3. Teneur en N, P, K, Ca et Mg (%) des feuilles des plants selon qu'ils aient eu ou non des apports de N.

Traitements	Nutriment (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
Sans N	1,29	0,10	0,40	0,64	0,15
Avec N	1,72	0,13	0,52	0,35	0,12
Valeur de p	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$	$< 0,01$



Tiré de : http://www.spectrumanalytic.com/doc/library/articles/soil_buffer_ph

Figure 5. Disponibilité des éléments nutritifs à la plante selon le pH du sol.

Productivité des plants

Les rendements en fruits sont très différents entre les plants fertilisés et non fertilisés en N ($P < 0,001$) (Tableau 2). En effet, les plants qui n'ont jamais reçu d'apports de N sont beaucoup plus productifs que ceux qui ont reçu des apports de N. L'ordre de grandeur de cette différence est d'environ quatre fois supérieure pour le nombre total de fruits et pour le poids total en fruits produits. Aussi, la proportion de fruits vendables (nombre et poids) est respectivement de 83,0 et 87,6 pour les plants sans apports de N et de 77,6 et 83,7 pour les plants avec apports de N.

Tableau 4. Productivité des bleuetiers selon qu'ils aient eu ou non des apports de N.

Catégories		Sans N	Avec N	Valeur de <i>P</i>
Fruits vendables	Nombre total de fruits	713	150	< 0,001
	Poids total des fruits (g)	1151,6	288,0	< 0,001
Fruits non vendables	Nombre total de fruits	146	43	< 0,001
	Poids total des fruits (g)	163,7	56,2	< 0,001
Total	Nombre total de fruits	859	193	< 0,001
	Poids des fruits (g)	1315,3	344,3	< 0,001
Proportion fruits vendables (%)	Nombre total de fruits	83,0	77,6	n.d.
	Poids des fruits	87,6	83,7	n.d.

Panel de dégustation

Selon le panel de dégustation effectué le 30 juillet, les panélistes ont évalué que l'acidité et la jutosité étaient plus élevées pour les fruits des plants sans apports de N, alors que la sucrosité et l'arôme étaient plus élevés pour les plants avec apport de N. L'évaluation du goût des fruits, réalisée par chacun des quatre panélistes, a été regroupée à l'aide d'une moyenne et elle est présentée au Tableau 5.

Considérant qu'un bleuet au goût recherché aurait une faible acidité, ainsi qu'une sucrosité, une jutosité et un arôme élevés, les plants qui ont reçu des apports en N sembleraient davantage répondre à ces critères, comparativement aux plants sans apports de N (faible acidité, sucrosité élevée, arôme élevé); la justosité étant le seul des quatre critères n'ayant pas été rencontré. De plus, deux plants dans la catégorie « sans N » ont reçu la mention « mauvais fruit » par trois des quatre panélistes.

Tableau 5. Évaluation moyenne du goût des fruits selon qu'il y ait eu ou non des apports de N.

Traitement	Proportion des fruits (%)																			
	- Acidité +					- Sucrosité +					- Jutosité +					- Arôme +				
	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e	a	b	c	d	e
Sans azote	3	13	24	18	44	34	39	20	6	1	5	5	43	35	13	16	36	19	7	18
Avec azote	6	32	25	25	12	10	25	37	25	3	1	13	50	27	9	7	13	31	31	18

Indice Brix

L'indice de Brix a été plus élevé le 30 juillet et le 5 août pour les fruits récoltés sur les plants qui ont reçu des apports en N ($P < 0,01$), alors qu'il est plus faible lors de la récolte du 12 août, comparativement aux fruits récoltés sur les plants qui n'ont jamais reçu d'apports de N (Tableau 6). Lorsque regroupés, les résultats des trois dates d'analyses indiquent que les fruits produits par les plants qui ont reçu des apports de N ont un indice Brix plus élevé. Ces résultats sont en accord avec les conclusions du panel de dégustation effectué le 30 juillet.

Tableau 6. Indice Brix des fruits produits par les bleuetiers qui ont eu ou non des apports de N.

Dates	Indice Brix		Valeur de P
	Sans N	Avec N	
30 juillet	9,7	10,6	< 0,01
5 août	10,9	12,2	< 0,01
12 août	11,6	10,6	< 0,01
Moyenne pour les 3 dates	10,7	11,1	< 0,01

Détection du phytoplasme

Un seul des 40 rapports de diagnostics confirme la présence de phytoplasme. Bien que l'échantillon dans lequel le phytoplasme était présent (plant no 10) fait partie des plants qui n'ont jamais reçu d'apport en N, il n'est actuellement pas possible de statuer sur le rapport entre la présence de phytoplasme et le type de traitement reçu (apports ou non de N) dû au faible nombre d'échantillons infecté par le phytoplasme. Il est toutefois intéressant de noter que le plant no 10 (phytoplasme positif), qui n'a jamais reçu d'apports en N, a eu la mention spéciale de « fruit mauvais » lors du panel de dégustation. Lors des récoltes du 23 juillet, du 5 août et du 12 août, il n'y avait aucun fruit mûr à récolter sur le plant no 10.

Compte tenu du nombre de plants dans la bleuetière, du nombre de plants qui ont été diagnostiqués positifs au phytoplasme depuis 2010 et de la présence en continu de trois espèces de cicadelles identifiées comme porteuses du phytoplasme (Pagé, 2013), il aurait été attendu que davantage de plants soient infectés en 2015. Comme les phytoplasmes peuvent être détectés dans une plante pendant une saison donnée et indétectable la saison suivante, la détection de ce pathogène s'avère problématique.

Conclusion

Les objectifs ce projet reposent sur des observations qui ont été réalisées dans cette bleuetière où la présence du phytoplasme du flétrissement du bleuetier a été détectée dès 2010. Les constats suivants ont alors été faits : les plants qui n'ont jamais reçu d'apport de N sont plus vigoureux et présentent une apparence plus homogène que ceux qui ont reçu des apports de N depuis l'implantation en 2008.

Compte tenu du nombre de plants de cette bleuetière, du nombre de plants qui ont été diagnostiqués positifs au phytoplasme depuis 2010 et de la présence en continu de trois espèces de cicadelles pouvant être porteuses du phytoplasme (Pagé, 2013), il était raisonnable de penser que ces plants d'apparence saine aient été en contact avec des insectes porteurs et qu'un certain nombre de ceux-ci soient également porteurs.

Est-ce que ces bleuetiers profitent de conditions qui les protègent ou du moins, qui limitent l'expression des symptômes? Est-ce que la fertilisation en N a pu être un facteur important?

Ces questions demeurent difficiles à répondre, car un seul des 40 plants a été diagnostiqué positif par le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ. Bien que l'échantillon dans lequel le phytoplasme était présent fasse partie des plants qui n'ont jamais reçu d'apport en N, il n'est pas possible de statuer sur le rapport entre la présence de phytoplasme et l'apport ou non de N. Il est toutefois intéressant de noter que quelques fruits produits par le plant, où le phytoplasme a été diagnostiqué, ont eu la mention spéciale de « fruit mauvais » lors du panel de dégustation.

Par ailleurs, comme le phytoplasme peut être présent sur des plants d'apparence saine, qu'il peut être absent sur des plants présentant plusieurs symptômes de la maladie, et qu'il peut être détecté dans un plant pendant une saison donnée et indétectable la saison suivante, davantage d'informations devraient être recueillies afin de mieux comprendre la détection du phytoplasme en laboratoire.

Quoi qu'il en soit, la productivité des plants qui n'ont jamais reçu d'apports de N est d'environ quatre fois supérieures à celle des plants qui ont reçu des apports de N depuis l'implantation de la bleuetière. Cette productivité est présente malgré une teneur en N des feuilles qui indique une carence et une teneur en P qui se rapproche d'un tel seuil. Cependant, la teneur en Ca et Mg est plus élevée pour les plants qui n'ont jamais reçu d'apport de N. Cette situation s'explique par un pH de sol plus propice à la disponibilité des éléments pour les plants sans apports de N.

Un pH du sol plus acide autour des plants qui ont des apports de N pourrait être une source de stress pour le plant. Ce stress pourrait peut-être accentuer l'expression des symptômes par le plant. D'autres sources de stress, tels les herbicides, le stress hydrique, la surfertilisation azotée, etc., pourraient aussi être des facteurs sur lesquels travailler afin de réduire l'expression des symptômes par le plant. Les prochains travaux porteront sur ces éléments. En attendant, il s'avère important d'améliorer le processus de détection du phytoplasme.

Références

- Allison, L.E. 1965. *Organic Carbon*. Dans: C.A. Black et al. (ed.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. Agronomy Monograph no. 9. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, p. 1367-1378.
- Conseil des productions végétales du Québec (CPVQ). 1988. *Méthodes d'analyse des sols, des fumiers et des tissus végétaux*. CPVQ. Québec. Agdex 533, méthode SS-1.
- Gauthier, N.W. et C. Kaiser. 2013. *Midwest Blueberry Production Guide*, Cooperative extension service, University of Kentucky College of Agriculture, Food and Environment, 54 p.
- Isaac, R.A. et W.C. Johnson. 1976. *Determination of total nitrogen in plant tissues using a block digester*, J. Ass. Off. Anal. Chem. 69 : p. 98-101.
- Krewer, D.G. et D.S. NeSmith, non daté. *Blueberry fertilization in soil*, University of Georgia Ext. Fruit Publication 01-1, 14 p. [En ligne], <http://www.smallfruits.org/blueberries/production/blueberryfert.pdf>, consultée le 27 janvier 2016.
- Mills, H.A., J. Benton, et Jr. Jones. 1997. *Plant Analysis Handbook II : A Practical Sampling, Preparation, Analysis, and Interpretation Guide*, MicroMacro Publishing, 422 p.
- Pagé, D., 2013. *Acquisition de connaissances sur les phytoplasmes dans la culture du bleuetier en corymbe*, rapport final. IRDA (Institut de recherche et de développement en agroenvironnement), 14 pages. [En ligne], <https://www.agrireseau.net/petitsfruits/documents/85737>, consultée le 5 février 2016.
- Plank, C.O. et D.E. Kissel. 1989. *Plant analysis handbook for Georgia*. Athens (GA): University of Georgia, Cooperative Extension Service, 64 p., [En ligne], <http://aesl.ces.uga.edu/publications/plant/BlueberrySoil.asp>, consultée le 27 janvier 2016.
- Pritts, M.P. et J.F. Hancock. 1992. *Highbush blueberry production guide*, NRAES-55, editors published by NRAES, 200 p.