



# PCAA

## Programme canadien d'adaptation agricole

### *Rapport final*

**Impact de la date et de la source d'eau d'irrigation sur la salubrité de la laitue romaine en terre noire**

Projet 6448

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

Mars 2010 à Novembre 2013

Rédigé par **Caroline Côté**, chercheure  
**Mylène Généreux**, professionnelle de recherche

Novembre 2013

## ÉQUIPE DE RECHERCHE

**Caroline Côté**, agr. Ph.D., responsable scientifique du projet, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

**Mylène Généreux**, M.Sc., Institut de recherche et de développement en agroenvironnement

**Julie Brassard**, Ph.D., Agriculture et agroalimentaire Canada

**Évelyne Guévremont**, Ph.D., Agriculture et agroalimentaire Canada

**John M. Fairbrother**, D.M.V., Ph.D., Faculté de médecine vétérinaire, Université de Montréal

**Mario Leblanc**, agr., Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

**Claude Laniel**, Conseil québécois de l'horticulture

**Sébastien Brossard**, agr., Conseil québécois de l'horticulture

**Karine Seyer**, M.Sc., Agence Canadienne d'Inspection des Aliments

Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) s'est engagé à travailler avec des partenaires de l'industrie. Les opinions exprimées dans le présent document sont celles du demandeur et ne sont pas nécessairement partagées par AAC et le CDAQ.

# Table des matières

<b>1. OBJECTIFS</b> .....	4
1.1. Objectif général .....	4
1.2. Objectifs spécifiques .....	4
<b>2. RÉSULTATS ET ANALYSE</b> .....	4
2.1. Résultats obtenus et analyse.....	4
2.2. Diffusion des résultats.....	14
<b>3. CONCLUSIONS</b> .....	16
<b>4. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET</b> .....	17
<b>5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES</b> .....	17

# **1. OBJECTIFS**

---

## **1.1. Objectif général**

L'objectif général du projet était de déterminer l'impact de la source d'eau et de la date d'irrigation sur la présence de microorganismes indicateurs et pathogènes sur la laitue romaine cultivée en terre noire.

## **1.2. Objectifs spécifiques**

Les objectifs spécifiques du projet étaient de :

1. Préciser l'efficacité d'*E. coli* comme indicateur de la présence potentielle de microorganismes pathogènes sur la laitue romaine
2. Préciser le rôle du sol comme réservoir de microorganismes potentiellement pathogènes pour l'humain dans la culture de la laitue romaine en terre noire
3. Déterminer l'impact du lavage post-récolte de la laitue romaine sur la présence de microorganismes indicateurs

# **2. RÉSULTATS ET ANALYSE**

---

## **2.1. Résultats obtenus et analyse**

### **MATÉRIEL ET MÉTHODE**

Les parcelles expérimentales de laitue romaine (varité 'Coastal Star') ont été mises en place à St-Bruno-de-Montarville en Montérégie en 2010, 2011 et 2012 tel que prévu au protocole expérimental. Six traitements impliquaient 2 sources d'eau (eau contaminée et étang aéré), ainsi que 3 dates d'irrigation : 3 semaines, 1 semaine et 3 jours avant la dernière récolte, qui s'échelonnait sur quatre jours consécutifs. Chaque traitement était répété 4 fois, pour un total de 24 parcelles expérimentales. Les parcelles ont été disposées en tiroirs subdivisés avec la source d'eau en parcelles principales et les dates d'irrigation en sous-parcelles.

Les parcelles ont été irriguées par aspersion en utilisant le système 'Rain Jet' (Industries Harnois) qui assurait l'irrigation des parcelles individuellement (figure 1). Deux sources d'eau ont été utilisées pour l'irrigation, soit celle provenant d'un étang aéré ou cette même eau contaminée en bassins avec du lisier de porc et de bovin (figure 1). Trois échantillons d'eau ont été prélevés en trois temps au cours de chaque irrigation et ce, pour chaque source d'eau. Un échantillon composite constitué de trois laitues a été prélevé dans chaque parcelle et ce, une heure ainsi que 1, 2 et 3 jours après la dernière irrigation. Chaque laitue a été coupée en deux longitudinalement et la moitié a été soumise à un lavage à l'eau potable. Tous les échantillons ont été prélevés de façon aseptique et conservés entre 2 et 8 °C pour un maximum de 48 heures avant leur analyse en laboratoire. L'échantillonnage du sol (composite de 10 prélèvements à une profondeur de 15 cm) a été fait dans les parcelles irriguées et non-irriguées après chaque irrigation, ainsi que lors des récoltes.

Les paramètres suivants ont été mesurés pour tous les échantillons d'eau, de sol et de laitue avant le lavage à l'eau :

- Dénombrement des bactéries : *E. coli* et populations aérobies totales.
- Présence des bactéries : *E. coli*, *E. coli* vérotoxino-gène (incluant O157:H7) ou gènes associés, *Salmonella* spp., *Campylobacter* spp. et *Listeria monocytogenes*
- Présence des virus : norovirus et adénovirus humains, rotavirus humains et animaux, virus de l'hépatite E porcine, Torque teno virus humain et porcine.

De plus, la laitue lavée a été analysée pour son contenu en *E. coli* et en populations de bactéries aérobies totales.



**Figure 1. Irrigation des parcelles (à gauche) et contamination de l'eau d'irrigation avec le lisier (à droite).**

Les données de prévalence d'*E. coli* sur les échantillons de laitue ont été ajustées à un modèle linéaire généralisé mixte en spécifiant la distribution binomiale des observations. La prévalence moyenne d'*E. coli* sur la laitue et les contrastes ont été estimés à l'aide de l'énoncé «ESTIMATE» de la procédure «GLIMMIX». Le rapport des cotes (odds ratio) a été déterminé afin d'estimer le risque relatif de présence d'*E. coli* selon différents scénarios.

## RÉSULTATS

### Populations d'*E. coli*

Les populations d'*E. coli* dans l'eau d'irrigation pour toute la durée du projet variaient entre 3 et 36 UFC/100 ml pour l'eau provenant de l'étang aéré et entre 285 et 7352 UFC/100 ml dans l'eau contaminée (tableau 1).

**Tableau 1. Contenu en *E. coli* de l'eau d'irrigation provenant de l'étang aéré et contaminée en 2010, 2011 et 2012.**

Populations d' <i>E. coli</i> dans l'eau d'irrigation (UFC/100 ml)						
	Eau non-contaminée			Eau contaminée		
	Irrigation 1	Irrigation 2	Irrigation 3	Irrigation 1	Irrigation 2	Irrigation 3
2010	3	15	3	280	482	1131
2011	18	36	11	778	2910	1407
2012	23	3	7	1390	7352	1152

Un total de 576 échantillons de laitue a été analysé pour les trois années du projet, dont la moitié a été préalablement lavée. Le dénombrement d'*E. coli* a pu être réalisé sur 6,9 % des échantillons de laitue non-lavée, les autres étant sous la limite de détection de la méthode de quantification estimée à 10 UFC/g. Quatorze échantillons provenaient de parcelles irriguées avec de l'eau contaminée et 6 avec de l'eau provenant de l'étang aéré. Dans la laitue lavée, le dénombrement d'*E. coli* a pu être réalisé sur 7 échantillons, dont 6 provenaient de parcelles irriguées avec de l'eau contaminée. Le tableau 1 résume les traitements pour lesquels *E. coli* a été dénombrée sur la laitue. La méthode d'enrichissement a montré la présence d'*E. coli* sur 200 échantillons de laitue (n=576).

**Tableau 2. Description des traitements où le dénombrement d'*E. coli* a pu être réalisé.**

An	Parcelle	Populations d' <i>E. coli</i> dans l'eau d'irrigation (UFC/100 ml)	Délai irrigation - récolte (jours)	Lavage de la laitue (oui ou non)	Populations d' <i>E. coli</i> sur la laitue (UFC/100 ml)
2010	2	482	8	N	50
2010	2	482	8	O	30
2010	3	1131	0,04	N	20
2010	3	1131	2	N	20
2010	3	1131	3	N	110
2010	3	1131	3	O	140
2010	5	3	0,04	N	10
2010	10	280	21	N	460
2010	10	280	21	O	60
2010	11	1131	0,04	N	50
2010	15	1131	0,04	N	20
2010	15	1131	1	O	10
2010	19	1131	0,04	N	20
2010	19	1131	0,04	O	10
2010	19	1131	1	N	20
2010	24	3	2	N	10
2010	24	3	3	N	70
2010	24	3	3	O	20
2011	8	1407	1	N	10
2011	14	2910	8	N	10
2011	20	778	20	O	10
2012	7	7	1	N	10
2012	13	1152	0,04	N	10
2012	13	1152	3	N	10
2012	17	7	3	N	10
2012	19	3	7	N	10
2012	24	1390	22	N	20

Bien que la concentration en *E. coli* ciblée initialement pour l'eau contaminée était de 1000 UFC/100 ml, celle-ci n'a pas été obtenue pour plusieurs irrigations en raison du caractère imprévisible de la survie des bactéries suite à l'ajout du lisier dans l'eau et ce, malgré des essais préliminaires en conditions contrôlées. Des classes ont donc été faites quant au contenu de l'eau en *E. coli* et au délai entre l'irrigation et la récolte pour l'analyse statistique. Les classes de contenu en *E. coli* de l'eau ont été déterminées en fonction des critères de qualité microbiologique reconnus. Ainsi, deux classes ont été créées, la première représentant l'eau dont le contenu est inférieur à 100 UFC/100 ml (respectant les critères de qualité) et associé à l'eau provenant de l'étang aéré. Le second groupe est constitué des situations où le contenu de l'eau se situait entre 100 et 2000 UFC/100 ml, qui représente les événements de non-conformité. Les événements où le contenu de l'eau excédait 2000 UFC/100 ml n'ont pas été considérés pour l'analyse statistique en raison du manque de données dans cette gamme de

concentration et du caractère moins probable de cette situation. Le tableau 2 présente le minimum, maximum et médiane des deux classes de contenu de l'eau en *E. coli*.

**Tableau 2. Médiane, minimum et maximum du contenu de l'eau d'irrigation en *E. coli* pour l'eau provenant de l'étang aéré et l'eau contaminée.**

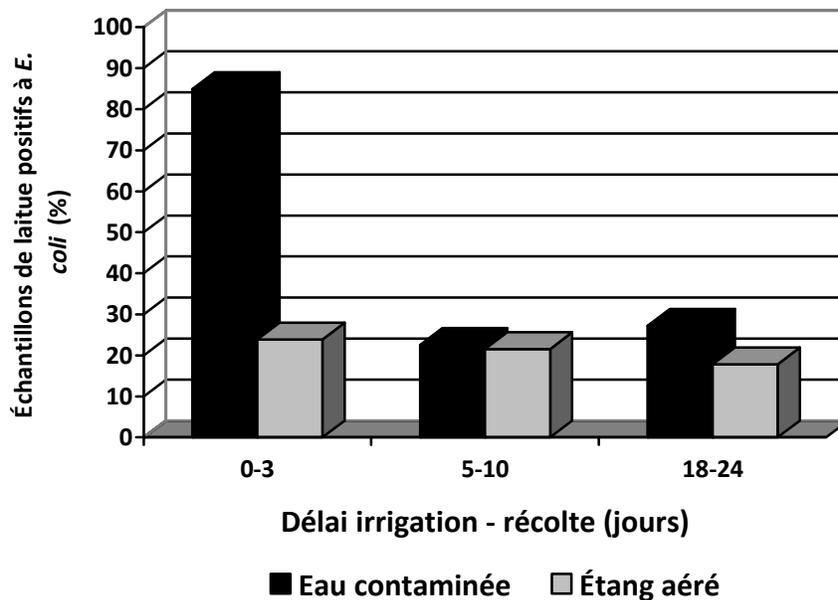
	Médiane	Minimum	Maximum
Étang aéré	11	3	36
Eau contaminée	1131	280	1407

Trois classes de délai entre l'irrigation et la récolte ont été établies, qui tiennent compte de la date d'irrigation et de récolte. Celles-ci sont de 3 jours ou moins (n=192), 5 à 10 jours (n=128) et enfin 18 à 24 jours (n=192).

Le tableau 3 montre l'effet des différents paramètres et leurs interactions sur la prévalence d'*E. coli* sur la laitue. Celui-ci indique que la source d'eau, le délai entre l'irrigation et la récolte ainsi que le lavage ont un effet significatif sur la prévalence d'*E. coli* sur la laitue ( $P < 0,05$ ), tous autres paramètres confondus. Seule l'interaction entre la source d'eau et le délai s'est avérée significative. Ainsi, l'effet du délai diffère selon le contenu de l'eau. La figure 2 présente le pourcentage d'échantillons de laitue positifs à *E. coli* selon la méthode d'enrichissement et ce, selon le contenu de l'eau et le délai entre l'irrigation et la récolte.

**Tableau 3. Effet de la source d'eau, du délai entre l'irrigation et la récolte ainsi que du lavage de la laitue sur la prévalence d'*E. coli* sur la laitue.**

Paramètre	Degrés de liberté	F	Pr > F
Source d'eau	1	13,49	0,0008
Délai	2	13,79	< 0,0001
Lavage	1	7,91	0,0051
Source d'eau * délai	2	9,17	0,0005
Source d'eau * lavage	1	0,28	0,5994
Délai * lavage	2	0,16	0,8523
Source d'eau * délai * lavage	2	0,15	0,8609



**Figure 2. Pourcentage d'échantillons de laitue positifs à *E. coli* par la méthode d'enrichissement.**

Tous autres paramètres confondus, les contrastes ont révélé une différence significative ( $P=0,0004$ ) entre une irrigation réalisée moins de 3 jours avant la récolte versus 7, quant à la prévalence d'*E. coli* observée sur la laitue. Les rapports de cotes indiquent que les chances d'observer *E. coli* sur la laitue sont 4,69 fois supérieures lorsque le délai est 3 comparativement à 7 jours. De la même manière, les chances de trouver *E. coli* sur la laitue sont 4,66 fois supérieures pour un délai de 3 versus 21 jours. Par contre, aucune différence significative n'a été observée entre un délai de 7 et 21 jours. La prévalence globale d'*E. coli* sur la laitue pour un délai de 3 jours s'élevait à 57 %, alors qu'elle atteignait 22 % pour 7 et 21 jours.

Les rapports de cotes indiquent que les chances de détecter *E. coli* sur la laitue sont 3,20 fois supérieures lorsque de l'eau contaminée a été utilisée pour l'irrigation plutôt que l'eau de l'étang et ce, tous autres paramètres confondus. La prévalence moyenne d'*E. coli* sur la laitue irriguée avec l'eau contaminée s'élevait à 46 %, alors qu'elle était de 21 % avec l'eau de l'étang.

La prévalence d'*E. coli* sur la laitue non-lavée s'élevait à 40 %, alors qu'elle était de 25 % pour la laitue lavée. Les chances de détecter *E. coli* sur la laitue non lavée étaient 1,96 fois supérieures à celles pour la laitue lavée. Ce risque relatif n'est pas influencé par le contenu de

l'eau en *E. coli* ainsi que par le délai entre l'irrigation et la récolte puisque le facteur «lavage» n'a pas montré d'interaction avec les deux autres paramètres.

Toutes les combinaisons de contrastes ont été réalisées pour les 2 paramètres montrant une interaction significative, soient la source d'eau et le délai, dont un résumé est présenté au tableau 4.

**Tableau 4. Niveau de signification des contrastes impliquant la source d'eau et le délai entre l'irrigation et la récolte.**

	EC, 0-3	EC, 5-10	EC, 18-24	EA, 0-3	EA, 5-10
EC, 5-10	< 0,001				
EC, 18-24	< 0,001	0,7181			
EA, 0-3	< 0,001	0,9160	0,6868		
EA, 5-10	< 0,001	0,9319	0,4895	0,7669	
EA, 18-24	< 0,001	0,6710	0,2281	0,4142	0,6059

Notes

EC = eau contaminée

EA = étang aéré

Les chiffres après la virgule représentent le délai entre l'irrigation et la récolte

Aucun lien n'a été établi entre les conditions d'irrigation et la présence d'*E. coli* dans la sol lors de la période de récolte. En 2010, la présence d'*E. coli* a été observée dans 7 échantillons sur 24, dont 3 provenaient de parcelles ayant reçu de l'eau provenant de l'étang aéré. La quantification d'*E. coli* a été possible dans 6 échantillons de sol, dont la moitié était issue de parcelles irriguées à l'aide d'eau de l'étang aéré. En 2011, 16 échantillons de sol sur 24 ont été trouvés positifs à *E. coli*, dont 6 provenaient de parcelles irriguées avec de l'eau de l'étang aéré. La bactérie a pu être quantifiée sur seulement 2 échantillons. En 2012, la présence d'*E. coli* a été observée sur 20 échantillons de sol, dont 9 provenaient de parcelles irriguées à l'aide d'eau de l'étang aéré. La quantification de la bactérie n'a été possible que sur un échantillon de sol provenant d'une parcelle ayant reçu de l'eau de l'étang aéré.

## Microorganismes pathogènes

Pendant les trois années d'étude, 21 échantillons d'eau provenant de l'étang aéré ont été analysés et aucun n'a montré la présence de *Salmonella* spp. La bactérie a été détectée dans le lisier de porc utilisé pour contaminer l'eau des irrigations 1, 2 et 3 pour les 3 années d'étude, excluant l'irrigation 3 en 2010 et l'irrigation et l'irrigation 2 en 2011. *Salmonella* a été trouvée dans le lisier de bovin utilisé pour l'irrigation 2 en 2011 et l'irrigation 1 en 2012. Elle a été détectée dans l'eau des irrigations 1 en 2010 et 2 et 3 en 2012, mais aucun échantillon de laitue ne s'est avéré positif.

Le gène codant pour la «Shiga-Like-Toxin» de type 2 (*Stx2*) a été retrouvé dans le lisier de porc utilisé pour contaminer l'eau de la première irrigation en 2010, ainsi que dans l'eau de cette même irrigation. Toutefois, le gène n'a été détecté dans aucun échantillon de laitue (n=96). En 2011, aucun échantillon de lisier, d'eau et de laitue n'a révélé la présence des facteurs de virulence *Stx1*, *Stx2* et *eae*. La présence du gène *Stx2* a été observée dans le lisier de porc utilisé pour contaminer l'eau des irrigations 1 et 3 en 2012, mais ce gène n'a pas été retrouvé dans l'eau d'irrigation. Le gène codant pour la «Shiga-Like-Toxin» de type 1 (*Stx1*) a été détecté dans un échantillon de laitue prélevé 9 jours après une irrigation avec de l'eau provenant de l'étang aéré. Aucun lien ne peut donc être fait avec l'irrigation avec de l'eau contaminée. Le gène d'attachement et d'effacement (*eae*) n'ayant pas été détecté sur l'échantillon de laitue positif à *Stx1*, il est raisonnable de croire que celui-ci n'aurait pas représenté un risque important pour la santé humaine.

Parmi tous les échantillons de lisier, d'eau et de laitue analysés pendant cette étude, *Listeria monocytogenes* a été détectée dans un échantillon d'eau contaminée de l'irrigation 3 en 2012, mais pas dans le lisier utilisé pour la contamination. La bactérie a aussi été détectée dans un échantillon de laitue provenant d'une parcelle irriguée avec de l'eau provenant de l'étang aéré.

*Campylobacter jejuni* n'a été détectée dans aucun échantillon pour les trois années d'étude. *Campylobacter coli* a été détectée dans le lisier de porc utilisé lors de la contamination de l'eau pour l'irrigation 1 en 2010, mais la bactérie n'a pas été retrouvée dans l'eau. À l'inverse, l'eau de l'irrigation 3 a révélé la présence de la bactérie, même si celle-ci n'avait pas été trouvée dans le lisier utilisé pour la contaminer. En 2011, *Campylobacter coli* a été détectée dans l'eau de l'irrigation 2, mais pas dans le lisier. La bactérie a été détectée dans le lisier de porc utilisé

pour contaminer l'eau des irrigations 1 et 3 en 2012, mais elle n'a pas été détectée dans l'eau d'irrigation. *Campylobacter* n'a été détectée dans aucun échantillon de laitue (n=288).

Au cours des trois années d'étude, le lisier de porc a été trouvé positif à quelques reprises au virus de l'hépatite E (HEV), au norovirus génotype II et III, au rotavirus, ainsi qu'au Torque Teno virus porcin. Le lisier de bovin a révélé la présence du norovirus génotype II et III et du rotavirus. Ces mêmes virus ont été trouvés occasionnellement dans l'eau contaminée, ainsi que dans l'eau de l'étang aéré (tableaux 5 et 6). Il est donc possible que ceux-ci aient été présents dans l'environnement de production, mais la source demeure inconnue.

En 2010, le virus de l'hépatite E a été détecté dans 4 échantillons de laitue irriguée avec de l'eau contaminée, alors que la présence du norovirus génotype III a été observée dans 6 échantillons de laitue irriguée avec l'eau contaminée et 4 échantillons irrigués avec l'eau de l'étang aéré. En 2011, le norovirus génotype III a été détecté dans 2 échantillons de laitue irriguée avec l'eau contaminée, alors que celui-ci a été trouvé dans 4 échantillons de laitue irriguée avec l'eau de l'étang aéré. Le rotavirus a été détecté dans 2 échantillons de laitue irriguée avec l'eau de l'étang. Aucun lien n'a été établi entre la présence de virus et d'*E. coli*. Aussi, la très faible concentration des particules virales sur la laitue et la présence d'inhibiteurs n'ont pas rendu possible la confirmation, par séquençage, du lien entre les virus trouvés dans l'eau d'irrigation et sur la laitue. Aucun virus n'a été détecté sur la laitue en 2012.

**Tableau 5. Microorganismes potentiellement pathogènes détectés dans l'eau contaminée.**

	2010			2011			2012		
	Irrigation			Irrigation			Irrigation		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Salmonella</i> spp.	+	-	-	-	-	-	-	+	+
<i>E. coli</i> vérotoxigène	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campylobacter coli</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-
HEV	+	-	-	-	-	-	-	+	-
Norovirus GI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norovirus GII	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norovirus GIII	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Rotavirus humain / animal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Adenovirus 40/41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torque teno virus humain	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Torque teno virus porcin	-	-	-	-	-	-	-	-	-

**Tableau 6. Microorganismes potentiellement pathogènes détectés dans l'eau de l'étang aéré.**

	2010			2011			2012		
	Irrigation			Irrigation			Irrigation		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Salmonella</i> spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>E. coli</i> vérotoxigène	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Campylobacter coli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Listeria monocytogenes</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HEV	+	-	+	-	-	-	-	-	-
Norovirus GI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norovirus GII	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Norovirus GIII	+	+	+	+	-	-	-	-	-
Rotavirus humain / animal	-	-	-	-	-	-	-	-	+
Adenovirus 40/41	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Torque teno virus humain	-	-	+	+	-	+	-	-	-
Torque teno virus porcin	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 2.2. Diffusion des résultats

Le tableau suivant présente les activités de diffusion réalisées durant ce projet.

## DIFFUSION DES RÉSULTATS

<i>Activités prévues de l'ANNEXE A</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au PCAA (logo, mention)</i>
Conférence vulgarisée	Conférence vulgarisée	Côté, C. et M. Généreux. 2010. Salubrité des fruits et légumes : vers une gestion optimale de l'eau d'irrigation. Colloque sur l'irrigation en horticulture. Drummondville, 25 novembre.	26 novembre 2010	237	Mention et logo
		Côté, C. 2012. Irrigation des légumes en terres noires et salubrité : facteurs à considérer. Les journées horticoles. St-Rémi, 6 décembre.	6 décembre 2012	75	Mention
Conférence scientifique	Conférence scientifique	Côté, C. et M. Généreux. 2011. Impact of Irrigation Date and Water Source on Indicator and Pathogenic Microorganisms Prevalence on Romaine Lettuce. Congrès annuel de l'international Association for Food Protection. Milwaukee, 31 juillet au 3 août 2011.	2 août 2011	50	Logo (Annexe A)
	Conférence scientifique	Côté, C. 2012. Microorganismes potentiellement pathogènes pour l'humain dans l'eau d'irrigation et les fumiers : réduire le risque de contamination des fruits et légumes. Les séminaires d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Sainte-Foy, 22 novembre.	22 novembre	30	Mention
	Conférence scientifique	Côté, C. 2012. Microorganismes pathogènes pour l'humain dans l'environnement agricole : impact sur la salubrité des fruits et légumes. Congrès annuel de la société de protection des plantes. Valleyfield, 5-6 juin.		60	Mention
	Conférence scientifique	Côté, C. et M. Généreux. 2012. Salubrité des fruits et légumes au champ : survol des activités réalisées à l'IRDA. Journée d'information scientifique du MAPAQ – légumes de champ, Drummondville, 13 février.	13 février 2012	60	Mention
	Article vulgarisé	Côté, C. 2011. Irrigation et salubrité : une nouvelle façon de voir l'eau. Zoom légumes, édition 2011, p. 30-34.	2011	indéterminé	Logo et mention (annexe B)
	Fiche technique	Vers une gestion de l'irrigation réduisant les risques de contamination microbienne de la laitue (accessible sur le site internet de l'IRDA)	Décembre 2013	indéterminé	Logo et mention (Annexe C)

### 3. CONCLUSIONS

---

Ce projet a permis de démontrer que le délai entre l'irrigation et la récolte est un paramètre à considérer dans l'analyse du risque de contamination de la laitue par la bactérie *E. coli*, utilisée comme indicatrice de contamination fécale. Pour un contenu en *E. coli* de l'eau faible, soit inférieur à 40 UFC/100 ml, le délai n'a pas eu d'impact sur la prévalence d'*E. coli*. Par contre, une eau ne respectant pas les critères de qualité microbiologique en *E. coli*, appliquée dans les trois jours précédant la récolte, a mené à une prévalence significativement supérieure d'*E. coli* sur la laitue. Par conséquent, une attention particulière devra être portée sur la qualité de l'eau d'irrigation appliquée au cours des trois jours précédant la récolte.

Les résultats ont aussi indiqué que de fortes concentrations en *E. coli* dans l'eau d'irrigation et la présence de microorganismes potentiellement pathogènes tels que *Salmonella* spp. et *Campylobacter coli* dans l'eau d'irrigation ne mènent pas à une prévalence élevée de microorganismes pathogènes sur la laitue. Aucun lien n'a été établi entre l'usage d'eau contaminée et la présence de microorganismes pathogènes sur la laitue, mais ceci pourrait être attribuable à la très faible fréquence de détection des microorganismes pathogènes sur la laitue dans les conditions de l'étude.

La présence ponctuelle de virus tels que le virus de l'hépatite E et du norovirus dans l'eau de l'étang aéré, dans l'eau contaminée ainsi que sur certains échantillons de laitue met en relief la nécessité de documenter les voies de contamination de l'environnement de production agricole par les virus. À cet égard, les sources d'origine faunique ne devraient pas être négligées.

Aucun lien n'a été établi entre les pratiques d'irrigation et la présence de microorganismes indicateurs et pathogènes dans le sol lors de la période de récolte, ce qui indique que le sol n'a pas servi de réservoir de ces microorganismes pour une éventuelle recontamination de la laitue.

Inscrire les recommandations découlant des résultats.

- 1- Le délai entre l'irrigation et la récolte doit être considéré dans la gestion du risque sanitaire relié à l'irrigation de la laitue et ce, au même titre que le contenu microbiologique de l'eau.
- 2- Une attention particulière doit être portée envers la qualité microbiologique de l'eau d'irrigation au cours des trois jours précédant la récolte.
- 3- Des études doivent être menées afin de déterminer les voies de contamination de la laitue par des virus tels que le virus de l'hépatite E et le norovirus.

Les résultats issus de ce projet feront l'objet d'une ou deux publication(s) scientifique(s) qui seront considérées dans l'élaboration des programmes canadiens de salubrité à la ferme

Le projet a révélé la présence possible de virus tels que l'hépatite E et le norovirus dans l'eau de l'étang aéré, les lisiers, l'eau contaminée, ainsi que la laitue. Il sera nécessaire de documenter les voies et les sources de contamination de l'environnement de production agricole par des virus.

## **4. SOMMAIRE DES ACCOMPLISSEMENTS DU PROJET**

La salubrité est un enjeu majeur de la mise en marché des fruits et légumes et l'eau d'irrigation est reconnue comme étant une source potentielle de contamination. Les recommandations actuelles proposent un contenu maximal en *E. coli* de 100 UFC/100 ml dans l'eau, mais ne tiennent pas compte du moment d'irrigation.

Ce projet, d'une durée de trois ans, a été mis en place afin de préciser l'effet de la qualité microbiologique de l'eau et du délai entre l'irrigation et la récolte sur la salubrité de la laitue romaine.

Des parcelles expérimentales ont été mises en place en un dispositif en tiroirs subdivisés incluant deux sources d'eau et trois classes de délai entre l'irrigation et la récolte et ce, en 4 répétitions. Les sources d'eau incluaient un étang aéré et de l'eau contaminée (à l'aide de lisier de porc et de bovin) dont le contenu médian en *E. coli* était de 11 et 1131 UFC/100 ml respectivement. Les classes de délai étaient : 0,4 à 3, 5 à 10 et enfin 18 à 24 jours. Un suivi de microorganismes indicateurs (*E. coli*) et pathogènes (*Salmonella* spp., *Campylobacter*, *Listeria monocytogenes*, *E. coli* vérotoxino-gène et différents virus) a été fait dans les lisiers utilisés pour la contamination et dans l'eau. Au total, 576 échantillons de laitue ont été caractérisés, dont la moitié a été lavée à l'eau potable.

L'usage d'eau contaminée au cours des trois jours précédant la récolte a conduit à une prévalence significativement supérieure d'*E. coli* sur la laitue. Les chances de détecter *E. coli* étaient 2 fois moins grandes lorsque la laitue était lavée, mais le lavage n'a pas permis de corriger une situation ayant mené à une prévalence accrue de la bactérie lors de la récolte. Aucun lien n'a été établi entre les pratiques d'irrigation et la présence de bactéries pathogènes sur la laitue, dont la présence était très rare ou nulle. Toutefois, la présence ponctuelle de norovirus et du virus de l'hépatite E a été observée dans quelques échantillons de laitue ainsi que dans l'eau, qu'elle ait été contaminée artificiellement ou non.

Une attention particulière doit être portée envers le respect des recommandations de qualité de l'eau d'irrigation au cours des trois jours précédant la récolte. De plus, des études sont nécessaires afin de documenter les voies de contamination de l'environnement de production de la laitue par des virus, en considérant la faune comme source possible.

## **5. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES**

Les pièces justificatives sont jointes à l'envoi de ce rapport.

Dernière mise à jour du formulaire par le CDAQ : 17 mars 2010