

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Innovbio – volet 3

**Évaluation de variétés et de régies pour la production biologique
de citrouilles à graines sans tégument**

NUMÉRO DU PROJET : 10-INNO3-07

Demandeur : Josée Boisclair

Rédigé par :

Elisabeth Lefrançois, agr., M.Sc.
Josée Boisclair, agr., M.P.M.
Bernard Estevez, agr., M.Sc., consultant
Maryse Leblanc, agr., Ph.D.
Geneviève Richard, agr., M.Sc.
et Michèle Grenier, M.Sc.

 Institut de recherche
et de développement
en agroenvironnement

DATE de fin du projet : Mai 2011

Les résultats, opinions et recommandations exprimés dans ce rapport émanent des auteurs et n'engagent aucunement le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation.

ÉVALUATION DE VARIÉTÉS ET DE RÉGIES POUR LA PRODUCTION DE CITROUILLES À GRAINES SANS TÉGUMENT

Elisabeth Lefrançois¹, agr., M. Sc., Josée Boisclair¹, agr., M.P.M., Bernard Estevez², agr., M. Sc., et Maryse Leblanc¹, agr., Ph.D.

**Collaborateurs : Geneviève Richard¹, Maxime Lefebvre¹, Isabelle Couture³
Michèle Grenier¹, Anne Weill⁴ et Danielle Brault³**

Durée : 04/2010 – 04/2011

Description du projet

La citrouille à graines sans tégument est cultivée depuis des générations en Europe orientale. Ces graines sans écale regorgent d'acides gras oméga-6 et oméga-9 ainsi que de zinc et de vitamine E. L'absence de tégument réduit les manipulations avant la consommation ou la transformation et fait en sorte que ces graines peuvent être consommées telles quelles ou pressées pour en extraire l'huile. Alors que les consommateurs sont de plus en plus soucieux de la qualité et de la valeur nutritive des aliments qu'ils consomment, la production de ce type de citrouilles pour le marché de la collation et de la transformation s'avère être un créneau potentiel pour la diversification des cultures en rotation sur les fermes biologiques de grandes cultures ainsi qu'un revenu d'appoint pour les petites fermes biologiques telles que les fermes du réseau d'Agriculture soutenue par la communauté (ASC).

La culture de la citrouille est accompagnée de problèmes phytosanitaires pouvant freiner son expansion. Parmi ceux-ci, la citrouille est particulièrement sensible à la chrysomèle rayée du concombre (*Acalymma vittatum*), dont l'adulte s'alimente de toutes les parties aériennes de la plante et transmet le flétrissement bactérien (*Erwinia tracheiphila*). La citrouille est aussi sensible aux températures fraîches qui empêchent l'atteinte de la pleine maturité des fruits. Compte tenu des températures clémentes que l'on connaît en été en Montérégie, c'est dans cette région que le potentiel de développement de cette culture s'avère être le plus prometteur au Québec.

Ce projet a été réalisé sur le site de la Plateforme en agriculture biologique gérée par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) et située à Saint-Bruno-de-Montarville. Les travaux ont été réalisés sur deux dispositifs : un en sol léger et un en sol lourd. Les principaux objectifs de ce projet étaient de cibler les variétés de citrouilles à graines sans tégument les plus performantes ainsi que les régies les plus appropriées pour les producteurs biologiques de la Montérégie.

¹ Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

² Consultant

³ Ministère de l'agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)

⁴ CETAB+

Pour atteindre ces objectifs, trois variétés de citrouilles à graines sans tégument (Kakai, Snackjack et Styriaca, voir ANNEXE 1 – Variétés de citrouilles à graines sans tégument à l'étude dans ce projet) ont été cultivées sous différentes régies d'implantation et de production: semis ou transplants et utilisation ou non de filets agronomiques avant la floraison pour protéger les plants de la chrysome rayée du concombre (CRC). Le rendement en graines, l'attraction à la CRC et la mortalité due flétrissement bactérien ont été évalués. Ce projet a permis de compléter des travaux déjà amorcés en 2009, dans le cadre d'un projet financé par le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) et intitulé: Production biologique de graines de citrouilles pour le marché de la collation et de la transformation. Les résultats d'expérimentation de 2009 sont présentés dans un rapport d'étape remis au CDAQ.

Déroulement des travaux

1. Description du site

L'expérimentation a été menée sur le site de la Plateforme en agriculture biologique gérée par l'IRDA et située à Saint-Bruno-de-Montarville, en Montérégie. Les essais ont été réalisés sur deux types de sol, un loam argileux (sol lourd) (pH 6,1; 1,35% M.O.; 54 kgP/ha; 218 kgK/ha) et un sable loameux (sol léger) (pH 6,1; 3,6% M.O.; 491 kgP/ha; 363 kgK/ha). Le sol a été préparé avec une herse à disque et un vibroculteur, le 8 juin dans le sol léger et le 9 juin dans le sol lourd. Les besoins en fertilisation ont été fournis par du fumier de volaille certifié biologique (Acti-Sol; 4-4-2) appliqué à la volée à la plantation et en bande au stade de floraison et par du sulfate de potasse magnésien (Sul-po-mag) en bande à la plantation (Tableau 1). Le contrôle des mauvaises herbes a été fait manuellement sur le rang au besoin et un ou deux passages au rotoculteur a permis de réprimer les mauvaises herbes entre les rangs.

Tableau 1. Fractionnement de la fertilisation selon les classes de sol, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

	2010	
	Sol léger	Sol lourd
<i>Acti-sol à la plantation</i>	80 kg N/ha	80 kg N/ha
	80 kg P ₂ O ₅ /ha	80 kg P ₂ O ₅ /ha
	40 kg K ₂ O/ha	40 kg K ₂ O/ha
<i>Acti-sol en bande au stade floraison</i>	35 kg N/ha	35 kg N/ha
	35 kg P ₂ O ₅ /ha	35 kg P ₂ O ₅ /ha
	17,5 kg K ₂ O/ha	17,5 kg K ₂ O/ha
Sul-po-mag	32,5 kg K ₂ O/ha	62,5 kg K ₂ O/ha

2. Dispositif expérimental

Pour chaque type de sol, le dispositif expérimental consistait en quatre blocs complets aléatoires dans lesquels étaient réparties douze combinaisons de traitements (48 parcelles au total). Les trois variétés de citrouilles sans tégument à l'essai, Snackjack, Styriaca et Kakai (voir ANNEXE 1 – Variétés de citrouilles à graines sans tégument à l'étude dans ce projet), semées ou transplantées, avec ou sans filet agronomique composaient ces douze combinaisons de traitements. Les caractéristiques des variétés sont présentées dans le tableau 2. Le filet agronomique était présent durant la période de vulnérabilité à la CRC, c'est-à-dire du semis ou de la plantation jusqu'à la floraison. Les parcelles avaient 4 m de long par 2 m de large. Il y avait un rang par parcelle. L'espacement entre les plants était de 0,35 m pour un total de 12 plants par 4 mètres, ce qui équivaut à une densité de semis de 15000 plants/ha.

Tableau 2. Caractéristiques de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca)

Caractéristiques	Kakai	Snackjack	Styriaca
Type de variété	Pollinisation ouverte	Hybride F1	Pollinisation ouverte
Type de port des plants	Semi-buissonnant	Buissonnant	Étalé
Nombre de jours pour la maturité	100	90	135
Nombre moyen des citrouilles par plant	2 à 3	6 à 10	1 à 2
Poids moyen des citrouilles	2 à 4 kg	0,5 à 1 kg	7 kg
Largeur de l'entre rang (m)	2 à 3	1,8 à 2	2
Population recommandée (plants ha ⁻¹)	10 000 à 15 000	16 500 à 18 500	10 000 à 15 000

3. Implantation des parcelles

Les plants pour la transplantation ont été semés le 20 mai 2010 dans le terreau AgroMix Bio de Fafard. La production des plants a été effectuée au Centre horticole du Campus Macdonald de l'Université McGill à Sainte-Anne-de-Bellevue. Les plants ont été fertilisés une fois à l'aide d'une émulsion de poisson (Muskie, Wilson; 5-1-1; 5 ml par litre d'eau). Quelques jours avant la transplantation, les plants ont été sortis à l'extérieur pour leur permettre de s'acclimater. Les dates de semis et de transplantation, ainsi que le stade des plants à la transplantation sont présentées dans le tableau 3. La profondeur de semis était de 2,5 cm. Dans le cadre des travaux (Projet du CDAQ) réalisés en 2009, la levée des semis a été presque nulle. Il a été nécessaire d'effectuer un second semis. La levée du deuxième semis a été également très faible. En raison des difficultés rencontrées en 2009 avec les semis, différentes mesures ont été mises en place pour favoriser la levée des semis en 2010. Ainsi, les semis ont été retardés d'environ 5 jours pour permettre au sol d'atteindre une température avoisinant les 20°C. Les trous de semis ont été brûlés individuellement à 1 cm de profondeur à l'aide d'un chalumeau au propane. Cette opération visait à diminuer les risques d'infection par les pathogènes présents dans le sol au moment du semis. Deux graines par trous ont été semées et elles ont été recouvertes de terre de diatomées. Malgré ces précautions, il a été nécessaire de

reprendre le semis le 22 juin 2010 dans les deux types de sol. La levée du second semis de 2010 a été supérieure à celui de 2009, mais tout de même très faible. Les filets agronomiques (Proteknet Standard, 65g, largeur 2 m) ont été retirés le 2 juillet, soit au tout début de la floraison des plants de citrouilles. Quatre arceaux par parcelle ont été installés le 16 juin afin de soutenir adéquatement les filets au-dessus des plants.

Tableau 3. Date de semis et de transplantation et stade des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

Date	2010	
	Sol léger	Sol lourd
1 ^{er} semis et transplantation	9 juin	10 juin
Stade des plants à la transplantation	2-3 feuilles	2-3 feuilles
2 ^e semis	22 juin	22 juin

4. Données expérimentales recueillies

Les parcelles ont été visitées deux fois par semaine jusqu'à la floraison, puis une fois par semaine jusqu'à la récolte pour évaluer le stade phénologique des plants, le nombre de chrysomèles rayées du concombre (CRC), les dommages causés par la CRC, l'incidence du flétrissement bactérien, ainsi que la présence de tous autres ravageurs (insectes ou maladies) ou désordres physiologiques.

Le décompte de CRC a été fait sur 5 plants choisis aléatoirement dans la parcelle. Le décompte a été effectué dans un premier temps sur le feuillage, puis sur les fleurs au moment de la floraison et sur les fruits à leur apparition. L'évaluation des dommages causés par la CRC a été réalisée à l'aide d'indices de défoliation sur les 5 mêmes plants que le décompte de CRC. L'échelle des indices pour évaluer la défoliation était la suivante : 0 = (aucun dommage) 0% de défoliation; 1 = 1-25% de défoliation; 2 = 26-50% de défoliation; 3 : 51-75% de défoliation; 4 = 76-99% de défoliation; 5 = (mort du plant) 100% de défoliation. Cette évaluation a été faite jusqu'à la floraison.

L'incidence du flétrissement bactérien (FB) a été évalué en attribuant une cote de 0 à 2 (0 : plant sain; 1 : présentant des symptômes de FB; 2 : plant mort dû au FB) à chacun des 12 plants de la parcelle. Lors de l'apparition de symptômes, le plant était marqué par un drapeau et un suivi de l'évolution de la maladie était effectué à chaque semaine afin de s'assurer qu'il s'agissait bien de flétrissement bactérien. Au besoin, afin de confirmer le diagnostic de flétrissement bactérien (*E. tracheiphila*), des plants ont été envoyés au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ. Cette évaluation a été faite jusqu'à la fin août. Un relevé de population des plants de citrouilles a été effectué au mois de juillet.

La récolte a eu lieu le 14 septembre pour le sol léger et le 15 septembre pour le sol lourd. Toutes les citrouilles d'une parcelle ont été récoltées, comptées et pesées. Un sous-échantillon de 5 citrouilles a été choisi aléatoirement parmi toutes les citrouilles d'une parcelle. Ces cinq citrouilles ont été classées commercialisables ou non et pesées. Leur diamètre a été mesuré et leur rendement en graines a été évalué. Les graines de chacune des citrouilles sélectionnées ont été extraites, triées, comptées, et le poids sec des graines remplies a été obtenu après environ 80 heures dans un séchoir à 50°C, le taux d'humidité visé était de 8%. Un mois s'est écoulé entre la récolte et l'évaluation des graines, les citrouilles ont été conservées dans une serre ventilée (T° : 18-25°C) pour faciliter l'extraction des graines.

5. Analyses statistiques

Les données recueillies ont été soumises à une analyse de variance (ANOVA) à l'aide du logiciel SAS et les traitements ont été comparés à l'aide de contrastes. Pour l'analyse de la proportion de mortalité due au flétrissement, la procédure GLIMMIX a été utilisée afin d'ajuster d'un modèle linéaire mixte généralisé qui tient compte de la distribution binomiale de la proportion. La procédure MIXED a permis d'ajuster un modèle linéaire mixte normal pour analyser les variables de rendement. Un ajustement des variances des erreurs du modèle a été appliqué au besoin car la variance d'un paramètre mesuré pouvait être très différente d'une variété de citrouilles à l'autre.

Résultats

1. Implantation et développement des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca)

L'évaluation de la levée des semis et de la survie des plants de citrouilles suite à la transplantation a été faite au mois de juillet par un relevé de population (Tableau 4). Dans les deux types de sol et pour les trois variétés, le nombre de plants de citrouilles est très bas pour les semis. En 2010, les populations de parcelles semées sont supérieures à celles obtenues en 2009, mais sont tout de même faibles, particulièrement pour la variété Styriaca qui ne dépasse pas 15% de la population désirée par parcelle. La variété Snackjack se démarque avec un nombre de plants plus constant que Kakai, avec entre 54 et 68% de plants en moyenne par parcelle comparé à entre 20 et 79% de plants en moyenne par parcelle. La présence d'un tégument très mince sur la semence de Snackjack pourrait expliquer cette différence. La levée des semis, malgré la reprise des semis, n'a pas résulté en un nombre suffisant de plants pour faire l'analyse des données expérimentales qui ont été recueillies. Ainsi, seules les données recueillies dans les parcelles transplantées ont été analysées et sont présentées dans ce rapport.

La levée de graines de citrouille sans tégument est souvent problématique (Beavers et al. 2008; Mackenzie et al. 2009) et certaines études rapportent d'ailleurs de meilleurs rendements avec la transplantation (Bavec et al. 2002; Bavec et al. 2007). Nos résultats soutiennent ces observations. Le relevé de population dans les parcelles transplantées indique entre 77 et 100% de plants en moyenne.

Tableau 4. Pourcentage des populations de plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca) transplantés selon l'implantation et selon la présence ou l'absence de protection contre la chrysomèle rayée du concombre. Ce relevé a été effectué le 29 juillet 2010, Saint-Bruno-de-Montarville.

Variété	Mode d'implantation et protection contre la CRC	2010	
		Sol léger	Sol lourd
Kakai	Semis sans filet	20,8	54,2
	Semis avec filet	54,2	79,2
	Transplantation sans filet	77,1	83,3
	Transplantation avec filet	97,9	95,8
Snackjack	Semis sans filet	54,2	54,2
	Semis avec filet	68,8	60,4
	Transplantation sans filet	100	97,9
	Transplantation avec filet	97,9	95,8
Styriaca	Semis sans filet	2,1	6,3
	Semis avec filet	12,5	14,6
	Transplantation sans filet	100	100
	Transplantation avec filet	93,75	97,9

De façon générale, la variété Styriaca a atteint le stade de début fructification plus tard que les deux autres variétés (Tableau 5). En 2010, il y a un écart marqué, soit un délai de 7 à 21 jours. Cela correspond aux caractéristiques des variétés. En effet, la variété Styriaca est dite prendre 135 jours jusqu'à la maturité comparée à 100 et 90 jours, pour Kakai et Snackjack respectivement. Dans certaines situations, la présence du filet semble avoir devancé la date à laquelle les plants ont atteint le stade de début fructification. Cependant, aucune tendance générale ne se dégage de l'ensemble de nos résultats.

Tableau 5. Dates des stades phénologiques de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca) transplantées, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Protection	2010						
		*	Sol léger			Sol lourd		
			5 f	FL	DFR	5 f	FL	DFR
Kakai	sans filet	25/06	02/07	13/07	25/06	02/07	27/07	
	avec filet	22/06	02/07	13/07	22/06	02/07	20/07	
Snackjack	sans filet	25/06	02/07	20/07	25/06	02/07	20/07	
	avec filet	25/06	02/07	13/07	25/06	02/07	20/07	
Styriaca	sans filet	25/06	02/07	04/08	25/06	02/07	04/08	
	avec filet	22/06	02/07	27/07	22/06	02/07	27/07	

*5f : 5 feuilles; FL : floraison; DFR : début fructification

2. Suivi et impact des populations de chrysomèles rayées du concombre (*Acalymma vittatum*)

Le dépistage de la CRC permet de dresser un portrait de l'évolution des populations de ce ravageur, ainsi que des dommages qu'ils occasionnent sur les différentes variétés de citrouilles et selon la présence ou non de filets agronomiques (Figures 1 à 4). Le Réseau d'avertissements phytosanitaires pour les Cucurbitacées recommande l'utilisation du seuil d'intervention de 0,5-1 CRC par plant lorsque les plants sont entre le stade cotylédons et 5 feuilles. Généralement, lorsqu'un plant de citrouille a plus de 5 feuilles, l'impact de la CRC est moins important et nécessite rarement des interventions.

Les graphiques démontrent clairement que les filets agronomiques restreignent l'attaque des plants de citrouilles par la CRC et assurent une bonne protection à un stade où les jeunes plants sont particulièrement sensibles à ce ravageur. Dans les parcelles non protégées, le seuil d'intervention a été atteint le 15 juin en sol lourd et le 22 juin en sol léger, soit moins de 10 jours après la transplantation (Figures 1 et 2). En raison des objectifs de l'expérimentation, aucun traitement n'a été effectué. Les plus hautes cotes de défoliation ont été atteintes le 22 juin 2010 en sol lourd (cote maximale 4) et le 25 juin 2010 en sol léger (cote maximale 3), soit entre 3 et 7 jours après l'atteinte du seuil d'intervention pour la CRC.

La variété Snackjack semble exercer un attrait moins grand sur la CRC. Le nombre moyen de CRC par plant n'est jamais été aussi élevé sur cette variété que sur les deux autres variétés. La défoliation moyenne causée par la CRC est aussi légèrement plus basse pour cette variété. Aussi, en comparaison avec Styriaca et Kakai, Snackjack atteint beaucoup moins fréquemment des pourcentages de défoliation dépassant le 50%. La CRC étant reconnue comme un important vecteur d'*E. tracheiphila*, ce résultat permet d'expliquer en partie la quasi absence de mortalité causée par le flétrissement bactérien pour la variété Snackjack.

Les variétés Kakai et Styriaca se suivent quant au nombre de CRC par plant. Cependant, Kakai affiche des cotes moyennes de défoliation légèrement supérieures à Styriaca. Kakai est la variété qui est la plus affectée par le flétrissement bactérien (Tableau 6). Pour des niveaux semblables d'infestation par la CRC, la variété Styriaca affiche des taux de mortalité causée par le flétrissement bactérien inférieurs à la variété Kakai. Styriaca est peut-être moins

sensible à ce pathogène ou alors le fait que Styriaca subit légèrement moins de défoliation réduit possiblement la transmission d'*E. tracheiphila* et donc l'incidence du flétrissement bactérien.

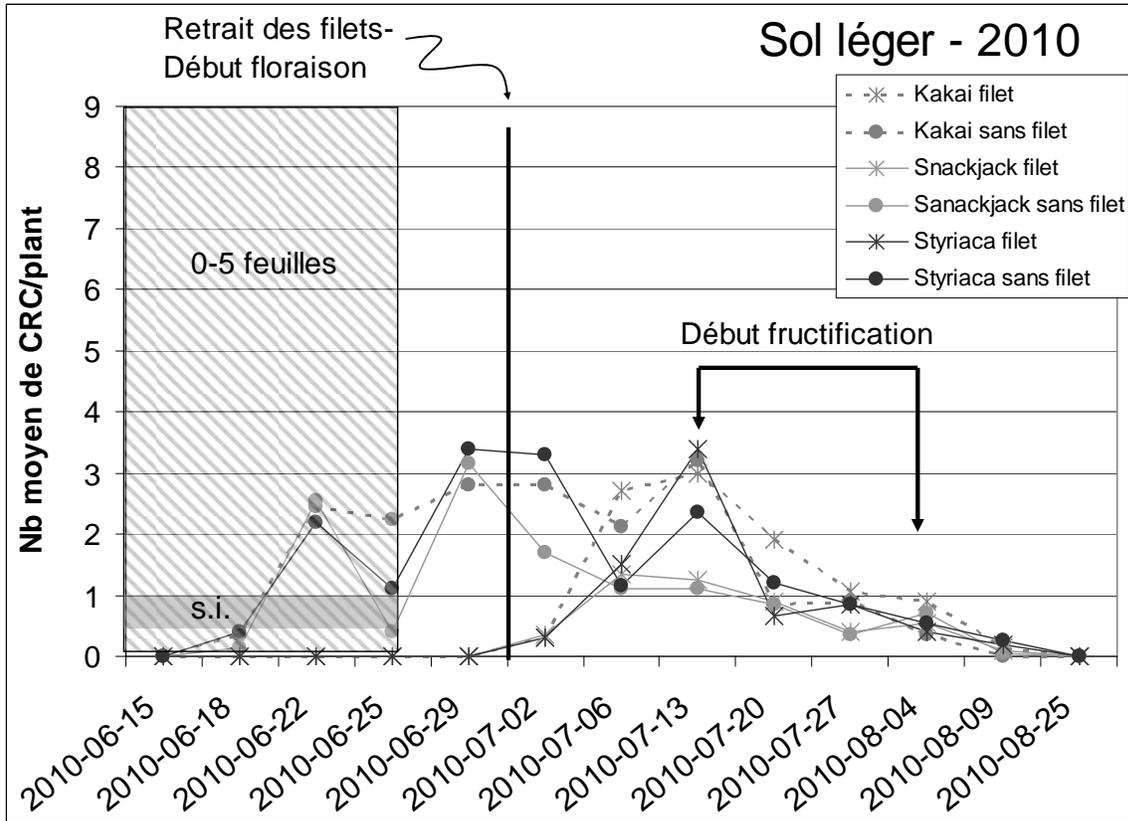


Figure 1. Suivi des populations de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville. (s.i.: seuil d'intervention, Réseau d'avertissements phytosanitaires - Cucurbitacées)

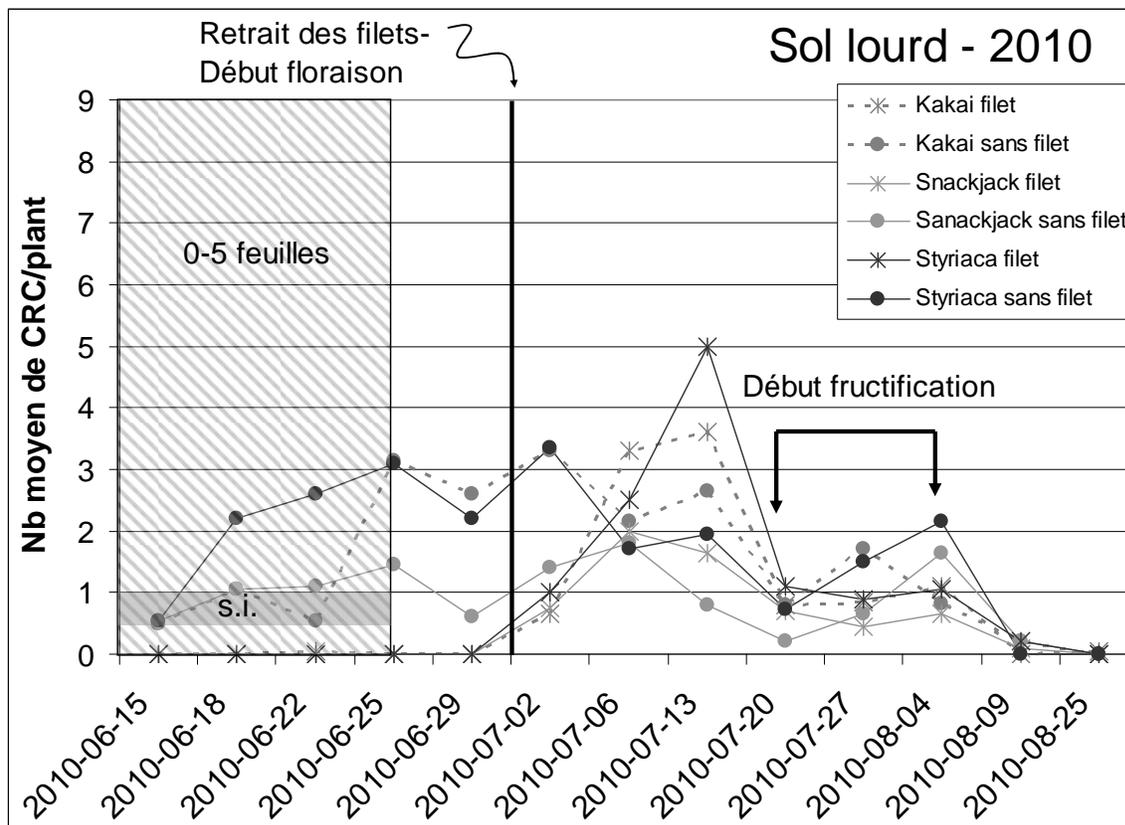


Figure 2. Suivi des populations de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol lourd et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville. (s.i.: seuil d'intervention, Réseau d'avertissements phytosanitaires - Cucurbitacées)

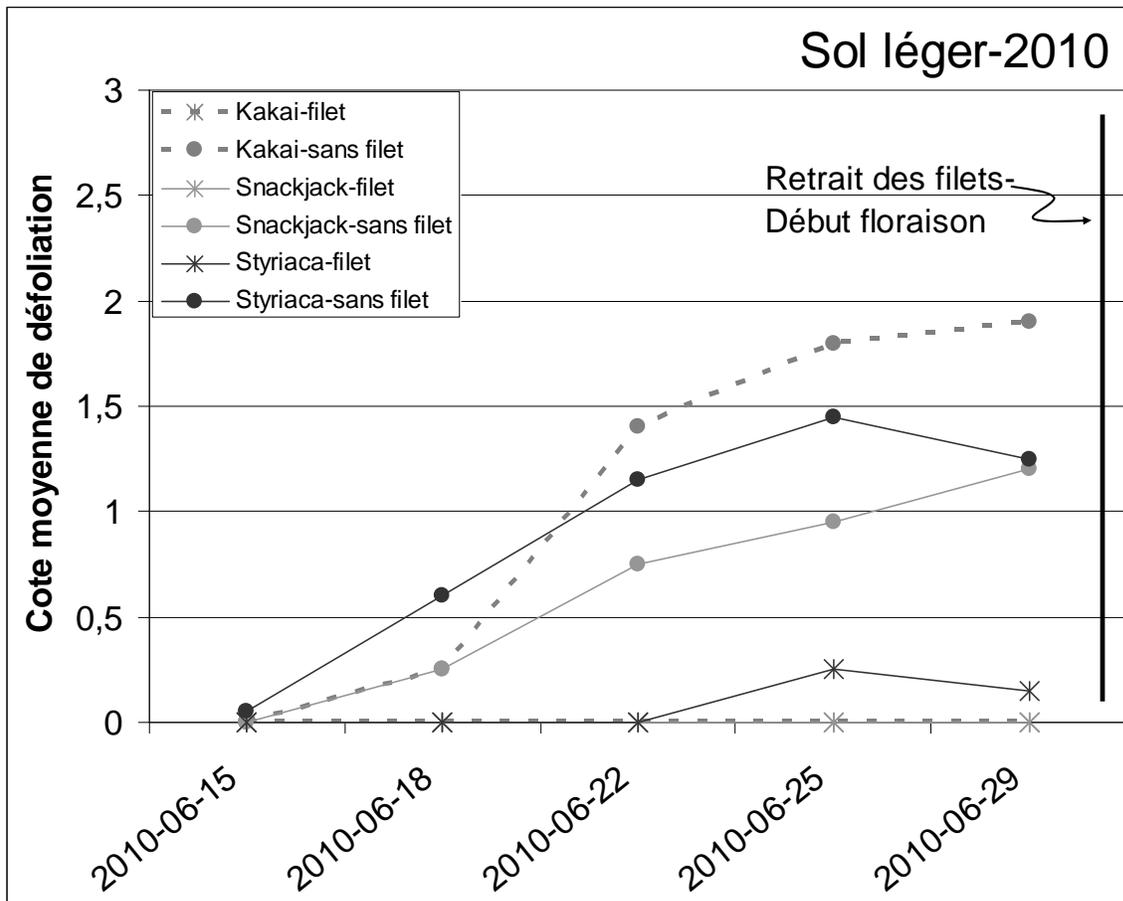


Figure 3. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville. (0 : (aucun dommage) 0% de défoliation; 1 : 1-25% de défoliation; 2 : 26-50% de défoliation; 3 : 51-75% de défoliation; 4 : 76-99% de défoliation; 5 : (mort du plant) 100% de défoliation).

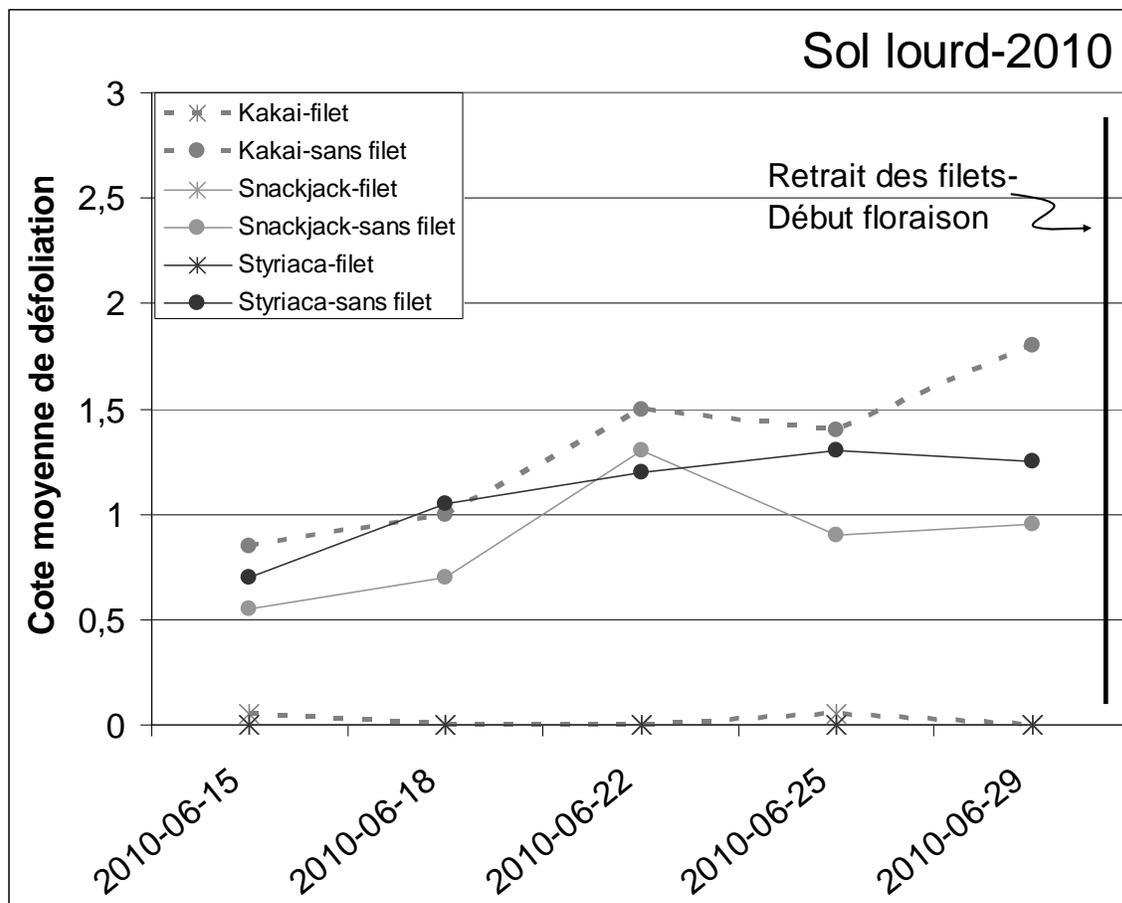


Figure 4. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol lourd et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville. (0 : (aucun dommage) 0% de défoliation; 1 : 1-25% de défoliation; 2 : 26-50% de défoliation; 3 : 51-75% de défoliation; 4 : 76-99% de défoliation; 5 : (mort du plant) 100% de défoliation).

3. Incidence et impact du flétrissement bactérien (*Erwinia tracheiphila*)

La variété Snackjack se distingue des deux autres variétés par son très faible taux de mortalité causée par le flétrissement bactérien (Tableau 6). La variété Kakai semble très sensible au flétrissement bactérien et accuse une mortalité avoisinant 45%, sauf en sol léger avec filet où la mortalité n'a atteint qu'un faible 6%. La présence de filets agronomiques en début de saison a réduit significativement la mortalité due au flétrissement bactérien pour la variété Kakai en sol léger (7 fois moins). Aussi, même si la différence n'est pas significative, il y a une tendance à la hausse pour la mortalité des plants de Styriaca en sol lourd lorsque des filets agronomiques ont été utilisés. Il est donc difficile de statuer sur l'impact des filets agronomiques sur le flétrissement bactérien. Par ailleurs, la présence des filets semble retarder la date d'apparition des symptômes de flétrissement bactérien. Cette constatation concorde avec les résultats présentés précédemment qui indique la présence plus tardive de la CRC

dans les parcelles avec la protection de filets. Par contre, la date d'apparition du flétrissement bactérien dans les parcelles ne semble pas indicatrice du taux de mortalité à la fin de la saison.

Tableau 6. Date d'apparition et pourcentage total de mortalité causée par le flétrissement bactérien (*Erwinia tracheiphila*) sur les plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Protection	2010			
		Sol léger		Sol lourd	
		Date	% total de mortalité	Date	% total de mortalité
Kakai	sans filet	06/07	42 a	06/07	45
	avec filet	04/08	6 b	27/07	43
Snackjack	sans filet	Jamais	0	Jamais	0
	avec filet	09/08	0	02/07	2
Styriaca	sans filet	06/07	8	06/07	19
	avec filet	04/08	2	27/07	28

Les résultats avec des lettres différentes sont significativement différents entre eux ($p < 0,1$)

4. Évaluation du rendement des trois variétés de citrouilles

Les données de rendement fournissent des informations importantes quant aux caractéristiques des différentes variétés sous nos conditions (Tableaux 7 et 8). En plus de l'effet variétal, la croissance et la production en fruits des plants de citrouilles semblent grandement influencées par les conditions environnementales. Il y a d'importantes variations entre les deux années et entre les deux types de sol, mais certaines tendances générales se dégagent tout de même des résultats.

Sol léger et sol lourd

Premièrement, les résultats indiquent que les plants de citrouilles ont eu plus de difficultés en sol lourd qu'en sol léger sur notre site. Toutes les données de rendement (nombre de citrouilles commercialisables, rendement commercialisable (kg/ha), poids moyen des citrouilles, poids des 1000 graines et rendement en graines (kg/ha)) sont plus basses à l'exception du poids des 1000 graines pour la variété Snackjack avec filet. De manière générale, les citrouilles se développent mieux dans des sols légers. Il est d'ailleurs recommandé d'éviter les sols argileux pour la culture des cucurbitacées (CRAAQ, 2010; p.390).

Rendement commercialisable : fruits et graines

Les résultats concernant le nombre de citrouilles commercialisables et le poids moyen des citrouilles reflètent bien les différences attendues entre les variétés. Ainsi, il y a eu plus de fruits par m² pour la variété Snackjack que pour les deux autres variétés. Cette variété produit en effet un nombre plus élevé de citrouilles par plant et ces dernières sont plus petites ayant un poids variant de 0,5 à 1 kg. Les citrouilles de la variété Snackjack récoltées lors de nos travaux pesaient en moyenne de 0,35 kg (sol lourd) à 0,63 kg (sol léger).

La variété Styriaca a produit de grosses citrouilles (entre 13 et 32 cm de diamètre) en plus petit nombre que les deux autres variétés, et elle a obtenu les plus hauts rendements de citrouilles en en sol léger (68408 kg/ha), et en sol lourd (18568 kg/ha), sous filets agronomiques. On rapporte en effet que les citrouilles de cette variété ont en moyenne un poids de 7 kg et un plant produit de 1 à 2 fruits. Le rendement de citrouilles est un facteur important à considérer dans l'éventualité de la valorisation de la chair de citrouille.

Lorsque les rendements en graines sont analysés, la variété Styriaca est aussi la variété qui obtient les meilleurs rendements en graines sèches lorsque les filets agronomiques sont utilisés en sol léger (912 kg/ha). En sol lourd, Snackjack obtient un meilleur rendement que Styriaca (470 kg/ha vs 383 kg/ha). La variété Snackjack produit les plus petites citrouilles (entre 10 et 13,5 cm de diamètre), mais en plus grand nombre, et obtient des rendements en graines sèches entre 280 et 470 kg/ha en sol lourd et entre 577 et 585 kg/ha en sol léger. Kakai est d'un calibre entre Snackjack et Styriaca avec un diamètre entre 13 et 19,5 cm. En général, une citrouille de variété Kakai pèse de 2 à 4 kg et un plant peut produire de 2 à 3 fruits. Lors de nos travaux, le poids moyen d'une citrouille de cette variété variait de 0,74 kg (sol lourd) à 1,58 kg (sol léger). Kakai a obtenu ses meilleurs rendements en sol léger lorsque les filets agronomiques ont été utilisés (807 kg graines sèches/ha).

Impact de l'utilisation des filets agronomiques

L'utilisation de filets agronomiques en début de saison a eu un impact variable sur les différentes composantes du rendement. La variété Styriaca semble avoir bénéficié des filets en produisant un plus grand nombre de citrouilles, 1,88 citrouilles comparativement à 1,31 en absence de filets. Cette différence s'est traduite par des rendements en kilogramme à l'hectare de citrouilles et de graines de citrouille plus élevés (Tableau 7). En fait, le rendement en graines sèches (kg/ha) est presque deux fois plus élevé lorsque des filets sont utilisés. Les mêmes tendances s'observent également pour la variété Kakai en sol léger et Snackjack en sol lourd (Tableaux 7 et 8). Il est à noter que Kakai est la variété qui a été la plus fortement affectée par le flétrissement bactérien et cela se répercute nécessairement sur le rendement. En sol léger dans les parcelles avec un filet agronomique, le taux de mortalité a été beaucoup plus bas, 6% vs plus de 40% de mortalité pour les autres, et Kakai a obtenu, pour ces parcelles, des rendements qui sont plus près de ceux de Styriaca que de Snackjack. En sol lourd et en sol léger sans filet, plus de 40% des plants sont morts dû au flétrissement bactérien, ce qui a grandement diminué les rendements en graines sèches.

Rendement non-commercialisable

L'unique cause de rejet est la pourriture, autant en sol léger qu'en sol lourd. Des cas d'oedème, de virus et de dommages d'oiseaux ont aussi été répertoriés, mais sans être assez importants pour entraîner le rejet du fruit, et ces cas étaient plutôt rares. On a observé environ 2,5 fois plus de citrouilles non-commercialisables en sol lourd qu'en sol léger, et dans 91% des cas il s'agissait de la variété Kakai (8 fois sur 10 avec filets agronomiques).

Tableau 7. Rendement et composantes du rendement des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger en 2010, à Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Traitement	Citrouilles commercialisables (nb/m ²)	Rendement commercialisable (kg/ha)	Poids moyen par citrouille (kg)	Graines par citrouille (g)	Poids des graines (g/1000 graines)	Rendement en graines sèches (kg/ha)
Kakai	sans filet	0,77	11991	1,58	28,1	147,8	215,5
	avec filet	2,12	31558	1,54	39,0	171,2	807,1
Snackjack	sans filet	2,00	13556	0,63	29,5	109,1	585,1
	avec filet	2,13	13841	0,61	27,1	90,4	577,3
Styriaca	sans filet	1,31	39753	3,44	37,1	191,2	502,3
	avec filet	1,88	68408	3,78	48,5	195,5	911,7
Source de variation				Probabilités			
Variété		0,0083	<0,0001	<0,0001	0,0180	<0,0001	0,1624
Protection (avec filet vs sans filet)		0,0014	0,0007	0,5356	0,1080	0,7262	<0,0001
Variété × protection		0,0407	0,0064	0,7138	0,1243	0,1119	<0,0001
Contrastes							
Sans filet :							
Kakai vs Snackjack		***	NS	***	NS	***	**
Kakai vs Styriaca		NS	***	***	NS	*	**
Snackjack vs Styriaca		***	***	***	NS	NS	NS
Avec filet :							
Kakai vs Snackjack		NS	***	***	**	**	***
Kakai vs Styriaca		NS	***	***	NS	NS	NS
Snackjack vs Styriaca		NS	***	***	***	**	***
Kakai filet vs sans filet		**	**	NS	*	NS	***
Snack jack filet vs sans filet		NS	NS	NS	NS	NS	NS
Styriaca filet vs sans filet		*	**	NS	NS	NS	**

NS, *, **, *** : Non significatif, significatif à p<0,1; p<0,05 et p<0,01 respectivement.

Tableau 8. Rendement et composantes du rendement des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol lourd en 2010, à Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Traitement	Citrouilles commercialisables (nb/m ²)	Rendement commercialisable (kg/ha)	Poids moyen par citrouille (kg)	Graines par citrouille (g)	Poids des graines (g/1000 graines)	Rendement en graines sèches (kg/ha)
Kakai	sans filet	0,44	3781	0,74	19,0	123,9	93,1
	avec filet	0,64	5485	1,04	28,0	166,0	173,2
Snackjack	sans filet	1,41	5488	0,35	18,2	105,5	279,7
	avec filet	1,84	10266	0,53	25,2	106,8	469,9
Styriaca	sans filet	0,84	8825	0,92	15,2	132,4	128,3
	avec filet	1,06	18568	1,93	36,8	154,8	383,5
Source de variation				Probabilités			
Variété		0,0004	<0,0001	<0,0001	0,1927	<0,0001	0,0020
Protection (avec filet vs sans filet)		0,0363	0,0004	<0,0001	<0,0001	0,0092	0,0013
Variété × protection		0,6339	0,0425	0,0005	0,0082	0,1591	0,2761
Contrastes							
Sans filet :							
Kakai vs Snackjack		***	NS	***	NS	**	NS
Kakai vs Styriaca		*	**	NS	NS	NS	NS
Snackjack vs Styriaca		***	NS	***	NS	*	**
Avec filet :							
Kakai vs Snackjack		***	**	***	NS	***	***
Kakai vs Styriaca		*	***	***	**	**	NS
Snackjack vs Styriaca		***	***	***	***	NS	***
Kakai filet vs sans filet		NS	NS	***	**	**	NS
Snack jack filet vs sans filet		*	**	*	**	NS	**
Styriaca filet vs sans filet		**	***	***	***	*	***

NS, *, **, *** : Non significatif, significatif à p<0,1; p<0,05 et p<0,01 respectivement.

Biens livrés

1. Démonstrations et visites

Boisclair, J. et M. Leblanc. 2010. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique par les responsables du Programme INNOVBIO. Saint-Bruno-de-Montarville, juillet.

Boisclair, J. et M. Leblanc. 2010. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique par des représentants d'Équiterre et des producteurs de fermes soutenues par la communauté (fermes ASC). Saint-Bruno-de-Montarville, juillet.

Boisclair, J. et M. Leblanc. 2010. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique par des conseillers en agriculture biologique accompagnés par Denis LaFrance du CETAB+. Saint-Bruno-de-Montarville, juillet.

Boisclair, J. et M. Leblanc. 2010. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique par des membres du Conseil d'administration de l'IRDA. Saint-Bruno-de-Montarville, septembre.

Boisclair, J. et M. Leblanc. 2010. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique par une délégation du Brésil. Saint-Bruno-de-Montarville, octobre.

2. Conférences

Boisclair, J., B. Estevez, M. Leblanc et M. Lefebvre. Citrouilles à graines comestibles sans «écale». Les Journées horticoles. 15^{ième} édition. Nouvelles cultures. Saint-Rémi, décembre.
<http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/citrouille.pdf>

3. Documents écrits

Soucy, Marc-Alain. 2010. Planches permanentes : battre la compaction sur son terrain et autre recherche en cours. La Terre de Chez Nous - La Bio-Terre de Chez Nous- Le journal du producteur bio. Volume 12, automne, p. B5

Lefrançois, E., J. Boisclair, B. Estevez, et M. Leblanc. 2011. Évaluation de variétés et de régies pour la production biologique de citrouilles à graines sans tégument : Rapport final (10-INNO3-07).

Lefrançois, E., J. Boisclair, B. Estevez, et M. Leblanc. 2011. Production biologique de citrouilles à graines sans écale au Québec : une nouvelle avenue! Fiche synthèse.

Difficultés rencontrées

Les principales difficultés rencontrées lors de ces travaux sont le semis, la production en sol lourd et l'évaluation de la maturité des citrouilles en vue de la récolte. Selon les résultats obtenus, le semis comme méthode d'implantation de ces variétés de citrouilles présente de

nombreux défis. La caractéristique d'intérêt de ces variétés de citrouille, c'est-à-dire l'absence de tégument sur la graine, les rend susceptibles aux variations climatiques et environnementales. Comme il est mentionné dans la section «Déroulement des travaux», différentes hypothèses ont été avancées en 2009 et des modifications ont été apportées en 2010 en vue d'améliorer la performance du semis. Il y a eu certaines améliorations, mais il reste du travail de développement afin d'obtenir des populations adéquates au semis. L'utilisation de traitements de semences pourrait s'avérer une alternative intéressante dans le futur. Des travaux dans ce domaine sont nécessaires pour rendre disponible une telle pratique. Entre temps, la transplantation procure de bons résultats tout comme il est suggéré dans la littérature (Bavec et al., 2007).

En deuxième lieu, la production de citrouilles à graines sans tégument s'est avérée plus difficile en sol lourd qu'en sol léger sur notre site. En sol lourd, les plants ont eu un développement limité et peu de citrouilles ont été produites en fin de saison. Les données de rendements démontrent que les plants ont plus de difficultés en sol lourd qu'en sol léger. Il est d'ailleurs recommandé d'éviter les sols argileux pour la culture des cucurbitacées (CRAAQ, 2010; p.390).

Dans un troisième temps, l'évaluation de la maturité des citrouilles afin d'obtenir des graines mures nous apparaît primordial. Il serait important d'établir des critères permettant d'évaluer avec plus de précision la maturité des citrouilles, et ainsi effectuer une récolte à un moment favorisant une production maximum de graines mures.

Remerciements

Ce projet a été rendu possible grâce au soutien financier du programme INNOVBIO – volet 3 du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ) ainsi que du programme Défi-Solution du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ). Les auteurs et les collaborateurs de ce projet aimeraient remercier sincèrement les personnes suivantes pour leur appui : les nombreux étudiantes et étudiants d'été à l'IRDA ainsi que les ouvriers de l'IRDA : Robert Boivin, Patrick Cordeau, Patrick Ménard et Sylvain Pelletier, et Germain Moreau, technicien agricole à l'IRDA. Les auteurs et les collaborateurs veulent également mentionner la contribution de Dubois Agrinovation pour l'acquisition des filets agronomiques et celle du Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ pour leur expertise.

Références

Bavec, F., L.Grill, S. Grobchnik Mlakar et M. Bavec. 2002. Production of pumpkin for oil. In: Trends in new crops and new uses. Eds : J. Janick et A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria, VA. pp.187-190.

Bavec, F., S. Grobchnik Mlakar, C. Rozman et M. Bavec. 2007. Oil pumpkins: Niche for organic producers. In : Issues in new crops and new uses. Eds: J. Janick et A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria, VA. pp.185-189.

Beavers, R., J. Mackenzie et A. Hammermeister. 2008. Production d'huile de pépins de citrouille : Fertilité et lutte contre les ravageurs. Centre d'agriculture biologique du Canada.

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). 2010. Guide de référence en fertilisation, 2^e édition. Eds : L.-É. Parent et G. Gagné, CRAAQ, Québec, 473p.

Mackenzie, J., A. Hammermeister et M. Savard. 2009. Production de la citrouille oléagineuse : Essais sur la variété et la fertilité. Centre d'agriculture biologique du Canada. Rapport de recherche intérimaire E2009-38. 3p.

RAP (Réseau d'avertissements phytosanitaires). 2010a. Bulletin d'information No 01-curcubitacées - 30 mars 2010. Accès : 18 avril 2011.
(<http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b01cu10.pdf>).

RAP (Réseau d'avertissements phytosanitaires). 2010b. Bulletin d'information No 05-curcubitacées - 22 décembre 2010. Accès : 18 avril 2011.
(<http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b05cu10.pdf>).

ANNEXE 1

Variétés de citrouilles à graines sans tégument à l'étude dans ce projet



Kakai



Styriaca



Snackjack



Kakai

Snackjack

Styriaca

