

## **RAPPORT D'ÉTAPE**

### **PRODUCTION BIOLOGIQUE DE GRAINES DE CITROUILLES COMME ALIMENT FONCTIONNEL POUR LE MARCHÉ DE LA COLLATION ET DE LA TRANSFORMATION**

**PROJET #6327**

**INSTITUT DE RECHERCHE ET DE DÉVELOPPEMENT EN AGROENVIRONNEMENT**

**Période couverte par le rapport :  
Janvier 2009 à avril 2011**

**Rédigé par :**

Josée Boisclair<sup>1</sup>, agr. M.P.M., Elisabeth Lefrançois<sup>1</sup>, agr., M. Sc.,  
Bernard Estevez<sup>2</sup>, agr., M. Sc., Maryse Leblanc<sup>1</sup>, agr., Ph.D., Geneviève Richard<sup>1</sup>, agr.,  
M.Sc. et Michèle Grenier<sup>1</sup>, M.Sc.

Collaborateurs dans la réalisation du projet :  
Maxime Lefebvre<sup>1</sup>, Germain Moreau<sup>1</sup>, Isabelle Couture<sup>3</sup>,  
Joyce Boye<sup>5</sup>, Sabine Ribéreau<sup>5</sup>, David McArthur<sup>6</sup>, Katrine Stewart<sup>6</sup>,  
Luc Belzile<sup>1</sup>, Anne Weill<sup>4</sup> et Danielle Brault<sup>3</sup>

**10 août 2011**

<sup>1</sup> Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)

<sup>2</sup> Consultant privé

<sup>3</sup> Ministère de l'agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ)

<sup>4</sup> Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique et de proximité (CETAB+)

<sup>5</sup> Centre de recherche et de développement sur les aliments (CRDA) – Agriculture et Agroalimentaire Canada

<sup>6</sup> Département des sciences végétales, Université McGill

# Table des matières

<b>1. DESCRIPTION DU PROJET</b> .....	3
1.1 <b>Objectif général</b> .....	3
1.2 <b>Objectifs spécifiques</b> .....	3
1.3 <b>Étapes et échéances</b> .....	3
<b>2. RÉSULTATS ET ANALYSE</b> .....	9
2.1 <b>Résultats obtenus et analyse</b> .....	9
2.1.1 VOLET « Évaluation et sélection des variétés en sol lourd et en sol léger »	
2.1.2 VOLET « Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille en sol léger et sol lourd »	
2.1.3 VOLET « Production biologique de citrouilles pour les graines : une ferme en grandes cultures et une en ASC »	
2.1.4 VOLET « Analyse de la qualité de trois variétés de graines de citrouilles	
2.1.5 VOLET « Évaluation de traitements de semences »	
2.1.6 VOLET « Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines »	
2.2 <b>Diffusion des résultats</b> .....	28
<b>3. CONCLUSIONS ET SUITE DU PROJET</b> .....	29
<b>4. PLAN DE FINANCEMENT ET CONCILIATION DES DÉPENSES</b> .....	31
<b>5. REMERCIEMENTS</b> .....	31
<b>6. RÉFÉRENCES</b> .....	31

ANNEXE 1 - Citrouilles à graines comestibles sans « écale » Josée Boisclair, agr. M.P.M., Bernard Estevez, agr. consultant et Maryse Leblanc, agr. Ph.D, Conférence - Présentation Power Point - Journées horticoles, Saint-Rémi – Session «Nouvelles cultures».

ANNEXE 2 - Citrouilles à graines comestibles sans « écale » Josée Boisclair, agr. M.P.M., Bernard Estevez, agr. consultant et Maryse Leblanc, agr. Ph.D, Texte de conférence – Journées horticoles, Saint-Rémi – Session «Nouvelles cultures».

ANNEXE 3 - Échéancier révisé et approuvé en août 2010

ANNEXE 4 - Analyses de compositions, fibres totales, contenu en poly phénols et profils d'acides gras pour les citrouilles Stryiaca, Snackjack et Kakai. Chercheure responsable: Dre Joyce Boye. Adjointe de recherche : Sabine Ribéreau.

ANNEXE 5 - Traitements de semences - hiver 2010 - David McArthur, Université McGill

ANNEXE 6-Variétés de citrouilles à graines sans tégument à l'étude dans ce projet

# DESCRIPTION DU PROJET

## 1.1 Objectif général

L'objectif général du projet est de développer une régie de production de graines de citrouilles à des fins de transformation et comme aliment fonctionnel pour le marché biologique. Cette nouvelle production permettra de diversifier la rotation des cultures des fermes en cultures commerciales et de fournir un nouvel apport financier aux fermes soutenues par la communauté (ASC-Agriculture soutenue par la communauté) par la vente directe.

Précisons que dans notre projet nous utiliserons des variétés de citrouilles qui ont la caractéristique d'avoir une enveloppe très fine, ce qui fait que les graines se mangent telles quelles. On évite ainsi le problème du décorticage des graines des variétés de citrouilles actuellement produites au Québec.

## 1.2 Objectifs spécifiques

1. Évaluer le rendement de graines de trois espèces de citrouilles spécifiques : *Cucurbita pepo* var. *Styriaca* Greb. (originaire de l'Autriche), Snackface et Kakai en régie biologique.
2. Évaluer la qualité nutritive des graines et de la chair du fruit des trois variétés de citrouilles testées.
3. Déterminer l'effet de différentes pratiques culturales sur : le rendement, la qualité des graines, le contrôle des mauvaises herbes, les populations d'insectes ravageurs et bénéfiques et les maladies.
4. Contribuer au transfert de ces pratiques culturales par divers moyens de diffusion: une fiche technique sur cette nouvelle culture en tenant compte des possibilités de transformation et de la gestion des résidus, au moins une conférence (Agrivision et/ou Journées horticoles, etc.) et une démonstration à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville et à la ferme.
5. Établir un budget de production selon trois scénarios : 1) grandes cultures et vente aux compagnies de transformation, 2) grandes cultures et transformation à la ferme (regroupements d'agriculteurs et 3) vente directe par les fermes (ASC) et réaliser un sondage auprès du secteur de la transformation et des distributeurs des graines de citrouilles.
6. Établir un lien entre des producteurs biologiques et les compagnies québécoises de transformation.

## 1.3 Étapes et échéances

Le tableau suivant décrit les activités réalisées jusqu'en avril 2011 et le deuxième comprend les activités à venir.

## Activités réalisées – janvier 2009 à avril 2011

Activités	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
<p><b>VOLET 1. Évaluation et sélection des variétés en sol léger et en sol lourd Styriaca, Snackface et Kakai</b></p> <p>Finalisation du protocole, commande de matériel, départ des transplants, mise en place des parcelles, prise de données, entretien des parcelles, récolte, entrée, analyse et interprétation des données.</p>	Avril 2009 - Mars 2011	Avril 2009 – mars 2011	<p>Comparaison du rendement des 3 variétés</p> <p>Évaluation des avantages agronomiques et économiques</p> <p>Évaluation de la susceptibilité des trois variétés aux principaux ravageurs, dont la CRC et le flétrissement bactérien.</p>	<p>Comme la compagnie de semences ne pouvait nous garantir la qualité des semences de la variété Snackface, nous avons dû utiliser une variété équivalente, la variété Snackjack pour faire nos expérimentations. Cette variété a également été développée par le chercheur américain Dr. Brent Loy de l'état du New Hampshire.</p>
<p><b>VOLET 2. Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille en sol léger et en sol lourd</b></p> <p>Finalisation du protocole à la lumière des résultats des années 1 et 2.</p> <p>Commande de matériel et départ des transplants</p>	Automne 2010 – hiver 2011	Automne 2010 – hiver 2011	<p>Déterminer l'effet de différentes pratiques culturales sur : le rendement, le contrôle des mauvaises herbes, les populations d'insectes nuisibles et les maladies.</p>	<p>Expérimentation en cours (été 2011) sur la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville.</p> <p>Certaines modifications du protocole ont été apportées et approuvées par courriel par Madame Papineau. Les travaux visent les transplants et la culture en sol léger uniquement.</p>

## Activités réalisées – janvier 2009 à avril 2011 (suite)

Activités	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
<p><b>VOLET 4. Évaluer la qualité nutritive des graines des trois variétés de citrouilles testées</b></p> <p>Sélection des analyses les plus pertinentes, réalisation des analyses, entrée, analyse et interprétation des résultats</p>	Automne 2009-hiver 2011	Automne 2009-hiver 2011	Déterminer s'il y a des différences dans la qualité nutritive des graines provenant des variétés utilisées.	Des analyses des échantillons récoltés en 2010 sont à compléter. Les résultats des analyses réalisées jusqu'à maintenant sont présentées dans l'ANNEXE 5 du présent document.
<p><b>VOLET 5 - Évaluation de traitements de semences de citrouilles cultivées pour les graines</b></p> <p>Recrutement d'un étudiant pour la réalisation de ces traitements et expérimentation en serres</p>	Automne 2009-hiver 2010	Automne 2009-hiver 2010	Sélectionner les produits les plus intéressants pour protéger les semences de citrouilles à graines contre les ravageurs et les maladies au moment du semis en plein champ.	Travaux préliminaires – impact de différents produits sur la germination des graines des 3 variétés ont été réalisés. Cette première étape a été effectuée par David McArthur, étudiant supervisé par Dre Katrine Stewart dans le cadre de son projet de fin d'études au baccalauréat.
<p><b>VOLET 6. Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines</b></p> <p>Rencontres de l'équipe de réalisation avec l'agroéconomiste de l'IRDA</p>	Printemps 2009-printemps 2011	Printemps 2009-printemps 2011	Déterminer des éléments de scénarios de production dont les données devront être récoltées au courant de l'expérimentation en plein champ.	Les travaux concernant ce volet tiendront principalement place au courant des deux prochaines années.
<b>Dépôt du rapport d'étape</b>	Mars 2011	Août 2011	Établir un bilan des travaux réalisés à mi-parcours du projet.	Délai dans le dépôt du rapport dû à un congé de maladie de la responsable du projet

## Activités réalisées – janvier 2009 à avril 2011 (suite)

Activités	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
<b>Diffusion des résultats</b> Visites et Conférence aux Journées horticoles, Saint-Rémi, décembre 2010	Non prévue	Été 2010, automne 2010 et été 2011	Présenter le projet, la culture de citrouilles à graines sans tégument, son potentiel au niveau de la transformation et une partie des résultats des travaux réalisés en 2009 et 2010.	Voir le plan de diffusion en pages 30 et 31 du présent document.

## Activités à venir – avril 2011 à avril 2013

Activités	Date prévue	Finalités	Notes
<b>VOLET 2. Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille en sol léger et en sol lourd</b> Révision des protocoles, mise en place du dispositif, collecte et analyse des données	Mars 2011 à décembre 2012	Déterminer l'effet de différentes pratiques culturales sur : le rendement, le contrôle des mauvaises herbes, les populations d'insectes ravageurs et les maladies.	Ce volet comprend 2 saisons d'expérimentation. Un premier dispositif est en place cet été comprenant les 3 variétés testées jusqu'à maintenant. Un deuxième dispositif sera implanté à l'été 2012.
<b>VOLET 3. Production biologique de citrouilles pour les graines sur deux fermes</b> Rencontres avec les producteurs impliqués Élaboration de protocoles, mise en place des parcelles, collecte et analyse de des données à l'été 2012	Octobre 2011 à décembre 2012	Évaluer les pratiques culturales étudiées en contexte de production sur deux types de fermes biologiques : une ferme en grandes cultures et une ASC.	L'utilisation de semis pourrait s'avérer obligatoire dans le contexte de ferme de grandes cultures étant donné la superficie qui sera visée de cultiver et l'équipement non disponible pour la production de transplants (serre) ou encore pour la transplantation (transplanteur) sur ce type de ferme.

## Activités à venir – avril 2011 à avril 2013 (suite)

Activités	Date prévue	Finalités	Notes
<p><b>VOLET 4. Évaluer la qualité nutritive des graines des trois variétés de citrouilles testées</b></p> <p>Compléter les analyses sur les échantillons 2010.</p>	Automne 2011 et hiver 2012	Finaliser les analyses avec les échantillons de l'été 2010 afin de déterminer s'il y a des différences dans la qualité nutritive des graines provenant des variétés utilisées.	Une rencontre devrait avoir lieu cet automne avec les membres du laboratoire du Dre Joyce Boye du CRDA-AAC afin de définir la poursuite des travaux dans ce volet.
<p><b>VOLET 5 - Évaluation de traitements de semences de citrouilles cultivées pour les graines</b></p> <p>Recruter un ou une étudiante pour effectuer les travaux en serre. Élaboration de protocole d'expérimentation en serre et en plein champ. Expérimentation en serre et en plein champ. Mise en place d'un dispositif. Collecte de données et analyse des données recueillies à l'été 2012.</p>	Automne 2011 – Automne 2012	Compléter les travaux déjà amorcés sur l'impact de certaines substances sur la germination des semences des trois variétés de citrouilles. Sélectionner les produits les plus intéressants pour protéger les semences de citrouilles à graines contre les ravageurs et les maladies au moment du semis en plein champ.	
<p><b>VOLET 6. Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines</b></p> <p>Établir des scénarios de production et de mise en marché Déterminer des budgets de production</p>	Automne 2011 – Hiver 2013		

## Activités à venir – avril 2011 à avril 2013 (suite)

<b>Activités</b>	<b>Date prévue</b>	<b>Finalités</b>	<b>Notes</b>
<b>Développer un lien entre des producteurs biologiques et une ou des compagnies de transformation québécoises.</b>	Automne 2012 - Hiver 2013		Échanges avec des compagnies de transformation québécoises et possibilité de rencontre avec des producteurs intéressés
<b>Rédaction du rapport final</b>	Décembre à avril 2013	Remise du rapport au CDAQ et aux collaborateurs	
<b>Diffusion des résultats</b>	Hiver 2011 - Automne 2013	Contribuer au transfert des résultats des travaux réalisés par divers moyens de diffusion: une fiche technique au moins une conférence et une démonstration à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville et à la ferme (été 2012)	Au moment de déposer le rapport d'étape, des activités de diffusion ont déjà eu lieu, voir la section Diffusion des résultats de ce rapport.



# 1. RÉSULTATS ET ANALYSE

---

## 2.1 Résultats obtenus et analyse

### 2.1.1 VOLET « Évaluation et sélection des variétés en sol lourd et en sol léger »

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 volet du 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 et les plus économiques pour les producteurs biologiques.

Pour atteindre ces objectifs, trois variétés de citrouilles à graines sans tégument (Kakai, Snackjack et Styriaca, voir ANNEXE 6-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 chrysomèle rayée du concombre (CRC). Le rendement en graines, la tolérance à la CRC et au flétrissement bactérien ont été évalués. Une première année d'expérimentation a été réalisée en 2009. En raison des difficultés rencontrées au niveau des semis, les travaux d'évaluation et de sélection des variétés ont été répétés en 2010 grâce à un financement additionnel en provenance du volet 3 du Programme Innovbio du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries, et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). Les données de 2009 sont présentées conjointement aux données recueillies en 2010.

#### 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. En 2009, les travaux ont été réalisés sur deux types

de sol, une argile (sol lourd) (pH 6,7; 0,92% M.O.; 137 kgP/ha; 511 kgK/ha) et un sable loameux (sol léger) (pH 6,7; 0,91% M.O.; 419 kgP/ha; 189 kgK/ha). En 2010, les essais ont aussi 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). En 2009, sur le sol léger, le précédent cultural de seigle a été détruit par 2 passages de rotoculteur après le 1<sup>er</sup> mai. En 2010, 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 en 2009 et 2010

	2009		2010	
	Sol léger	Sol lourd	Sol léger	Sol lourd
<b>Acti-sol à la plantation</b>	81 kg N/ha	81 kg N/ha	80 kg N/ha	80 kg N/ha
	48 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	48 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	80 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	80 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
	45 kg K <sub>2</sub> O/ha	45 kg K <sub>2</sub> O/ha	40 kg K <sub>2</sub> O/ha	40 kg K <sub>2</sub> O/ha
<b>Acti-sol en bande au stade floraison</b>	35 kg N/ha	35 kg N/ha	35 kg N/ha	35 kg N/ha
	21 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	21 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	35 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	35 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
	20 kg K <sub>2</sub> O/ha	20 kg K <sub>2</sub> O/ha	17,5 kg K <sub>2</sub> O/ha	17,5 kg K <sub>2</sub> O/ha
<b>Sul-po-mag</b>	85 kg K <sub>2</sub> O/ha	-	32,5 kg K <sub>2</sub> O/ha	62,5 kg K <sub>2</sub> 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 6 – 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 mis 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)

<b>Caractéristiques</b>	<b>Kakai</b>	<b>Snackjack</b>	<b>Styriaca</b>
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 de 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 <sup>-1</sup> )	10000 à 15000	16500 à 18500	10000 à 15000

### 3. Implantation des parcelles

Les plants pour la transplantation ont été semés le 8 mai en 2009 et le 20 mai en 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 pour 2009 et 2010 sont présentés dans le tableau 3. La profondeur de semis était de 2,5 cm. En raison d'un taux de germination au champ presque nul dans les 2 types de sol en 2009, il a été nécessaire d'effectuer un second semis. La levée du deuxième semis a été très faible aussi. En raison du faible succès du semis en 2009, 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 en 2010 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 30 juin en 2009 et le 2 juillet en 2010, soit au tout début de la floraison des plants de citrouilles. En 2010, 4 arceaux par parcelles ont été installés le 16 juin afin de soutenir adéquatement les filets au-dessus des plants.

Tableau 3. Date de semis et transplantation et stade des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), 2009 et 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

Date	2009		2010	
	Sol léger	Sol lourd	Sol léger	Sol lourd
1 <sup>er</sup> semis et transplantation	4 juin	5 juin	9 juin	10 juin
Stade des plants à la transplantation	1-2 feuilles	1-2 feuilles	2-3 feuilles	2-3 feuilles
2 <sup>e</sup> semis	17 juin	17 juin	22 juin	22 juin

#### 4. Données expérimentales recueillies

Les mêmes données ont été prises pour 2009 et 2010. Les parcelles ont été visitées 2 fois par semaine jusqu'à la floraison, puis 1 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 due 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 des deux années.

En 2009, la récolte a eu lieu le 13 octobre. En 2010, elle s'est déroulée 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. En 2009, chacune des citrouilles d'une parcelle a été pesée individuellement, mesurée pour son diamètre et classée commercialisable ou non. En 2010, cette information a été recueillie sur le sous-échantillon de 5 citrouilles sélectionnées pour l'évaluation des graines. En 2009 et 2010, un sous-échantillon de 5 citrouilles a été choisi aléatoirement parmi toutes les citrouilles d'une parcelle pour l'évaluation des graines. 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%. En 2010, 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 des contrastes. Pour l'analyse de la proportion de mortalité due au flétrissement bactérien, 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 citrouille 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 citrouille suite à la transplantation a été faite au mois de juillet par un relevé de population (Tableau 4). Autant en 2009 qu'en 2010, dans les deux types de sol et pour les trois variétés, le nombre de plants de citrouille est très bas pour les semis. En 2009, au 13 juillet, la majorité des parcelles semées ont une population avoisinant ou sous les 16,7% de plants par parcelle. La variété Snackjack avec filet présente la population la plus élevée avec 54% de plants en moyenne par parcelle, ce qui équivaut à un peu plus de 6 plants sur 12 en moyenne par parcelle. Différentes hypothèses peuvent expliquer la faible performance du semis en 2009 : la sensibilité des graines sans tégument aux pathogènes et aux insectes du sol (la présence de larves des mouches des légumineuses, *Delia platura* et *D. florilega*, ainsi que des agents pathogènes, *Rhizopus* sp. et *Fusarium* sp., a été détectés), la température du sol trop basse pour favoriser une bonne germination, l'effet allélopathique du précédent cultural de seigle en sol léger. De plus, il importe de souligner qu'en 2009, les mois de mai, juin et juillet ont été caractérisés par des températures plus basses que la normale et des précipitations plus abondantes que la moyenne. Le bilan de saison 2009 du Réseau d'avertissements phytosanitaires-Cucurbitacées rapporte que les semis ont dû être repris dans plusieurs champs en sol lourd (RAP, 2010a). L'absence de tégument sur les graines des citrouilles à l'essai les rend d'autant plus sensibles à ces conditions climatiques.

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. Encore une fois, 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. En 2009 et 2010, 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. Autant en 2009 qu'en 2010, les relevés de population dans les parcelles transplantées sont entre 77 et 100% de plants en moyenne. Par contre en 2009, en sol lourd, bien que les parcelles transplantées affichent un nombre de plants se rapprochant de 12, soit presque 100% du taux espéré, le développement des plants est très limité et le nombre de fruits à la récolte en témoigne (Tableau 5). Le nombre moyen par parcelle ne dépasse pas deux citrouilles, ce qui est très peu pour 12 plants transplantés surtout si on le compare aux

résultats en sol léger pour la même année qui oscillent entre 5,25 et 19,75 citrouilles en moyenne par parcelle. C'est pourquoi, comme pour les semis de 2009 et 2010, les résultats des parcelles transplantées en sol lourd en 2009 n'ont pas été analysés et ne seront pas présentés dans cette section.

Tableau 4. Pourcentage des populations de plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca) selon l'implantation et selon la présence ou l'absence de protection contre la chrysomèle rayée du concombre (*Acalymma vittatum*). Ces relevés ont été effectués le 13 juillet 2009 et le 29 juillet 2010, Saint-Bruno-de-Montarville.

Variété	Mode d'implantation et protection contre la CRC	2009		2010	
		Sol léger	Sol lourd	Sol léger	Sol lourd
Kakai	Semis sans filet	4,2	20,8	20,8	54,2
	Semis avec filet	2,1	35,4	54,2	79,2
	Transplantation sans filet	100	91,7	77,1	83,3
	Transplantation avec filet	97,9	95,8	97,9	95,8
Snackjack	Semis sans filet	4,2	41,7	54,2	54,2
	Semis avec filet	4,2	54,2	68,8	60,4
	Transplantation sans filet	100	100	100	97,9
	Transplantation avec filet	100	97,9	97,9	95,8
Styriaca	Semis sans filet	0	10,4	2,1	6,3
	Semis avec filet	0	16,7	12,5	14,6
	Transplantation sans filet	100	95,8	100	100
	Transplantation avec filet	100	100	93,75	97,9

Tableau 5. Nombre moyen de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), par parcelle à la récolte dans les parcelles transplantées en sol léger et en sol lourd, 2009, Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Protection	Sol léger	Sol lourd
Kakai	Sans filet	7	0,75
	Avec filet	5,25	0,25
Snackjack	Sans filet	19,75	2
	Avec filet	17,5	1,25
Styriaca	Sans filet	11,25	1,75
	Avec filet	8,25	0,25

De façon générale, la variété Styriaca a atteint le stade de début fructification plus tard que les deux autres variétés (Tableau 6). En 2009, il y a entre 4 et 7 jours de différence et en 2010, l'écart est encore plus marqué avec un délai entre 7 et 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. De façon générale, le stade de début fructification a été atteint plus tard en 2010 qu'en 2009, malgré le fait que la floraison est sensiblement aux mêmes dates pour les deux années. Les chaleurs intenses du mois de juillet 2010 ont pu nuire à la pollinisation et retarder la fructification (RAP, 2010b). Ces conditions n'ont pas été observées en 2009 et cela pourrait expliquer l'important écart pour les dates de début fructification entre ces deux années. 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 6. Dates des stades phénologiques de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca) transplantées, 2009 et 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Protection	2009			2010					
		* 5 f	FL	DFR	Sol léger			Sol lourd		
Kakai	sans filet	19/06	03/07	10/07	25/06	02/07	13/07	25/06	02/07	27/07
	avec filet	19/06	30/06	07/07	22/06	02/07	13/07	22/06	02/07	20/07
Snackjack	sans filet	19/06	03/07	07/07	25/06	02/07	20/07	25/06	02/07	20/07
	avec filet	19/06	03/07	07/07	25/06	02/07	13/07	25/06	02/07	20/07
Styriaca	sans filet	19/06	30/06	14/07	25/06	02/07	04/08	25/06	02/07	04/08
	avec filet	16/06	30/06	14/07	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 6). 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, autant pour 2009 que pour 2010, 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. En 2009, les CRC ont réussi à s'alimenter à travers les filets lorsque les plants ont atteint le stade de 5 feuilles et plus (Figure 4). En 2010, la pose d'arceaux a permis de réduire presque entièrement la défoliation (Figures 5 et 6).

Dans les parcelles non protégées, le seuil d'intervention a été atteint le 19 juin en 2009, le 15 juin en sol lourd et le 22 juin en sol léger en 2010, soit moins de 10 jours après la transplantation (Figures 1, 2, et 3). En raison des objectifs des essais, aucun traitement n'a été effectué. En 2009, le profil des CRC est beaucoup plus distinct entre les traitements avec filet et les traitements sans filet qu'en 2010 (Figures 1, 2, et 3). En 2009, le nombre moyen de CRC par plant atteint un sommet pour les traitements sans filet le 23 juin puis il diminue jusqu'à la fin de la saison. Dans les parcelles avec filet, une fois les filets enlevés (le 30 juin), le nombre moyen de CRC par plant atteint rapidement (le 3 juillet) le même sommet atteint pour les parcelles sans filet et il suit la même courbe descendante par la suite. Le pic semble tout simplement reporté. En 2010, le décompte de CRC demeure (sauf une exception) sous la barre du quatre individus en moyenne par plant, et il n'y a pas de pic de population comme en 2009. Les plus hautes cotes de défoliation ont été atteintes le 23 juin en 2009 (cote maximale 4), 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 aussi élevé sur cette variété que sur les deux autres variétés, et la défoliation moyenne causée par la CRC est aussi légèrement plus basse. 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. Quoiqu'en 2009 Kakai semble attirer plus de CRC que Styriaca, il n'est pas possible de faire ressortir la même tendance en 2010. De plus, en 2009, Styriaca présente une cote moyenne de défoliation légèrement plus haute que Kakai (Figure 4). Cependant, Kakai reste la variété qui est la plus affectée par le flétrissement bactérien autant en 2009 qu'en 2010 (Tableau 7). Pour des niveaux semblables d'infestation par la CRC, la variété Styriaca affiche des taux de mortalité causée par le flétrissement bactérien inférieur à la variété Kakai. Styriaca est peut-être moins sensible à ce pathogène, ou alors le fait que Styriaca subisse légèrement moins de défoliation réduit possiblement la transmission d'*E. tracheiphila*, et par conséquent l'incidence du flétrissement bactérien.



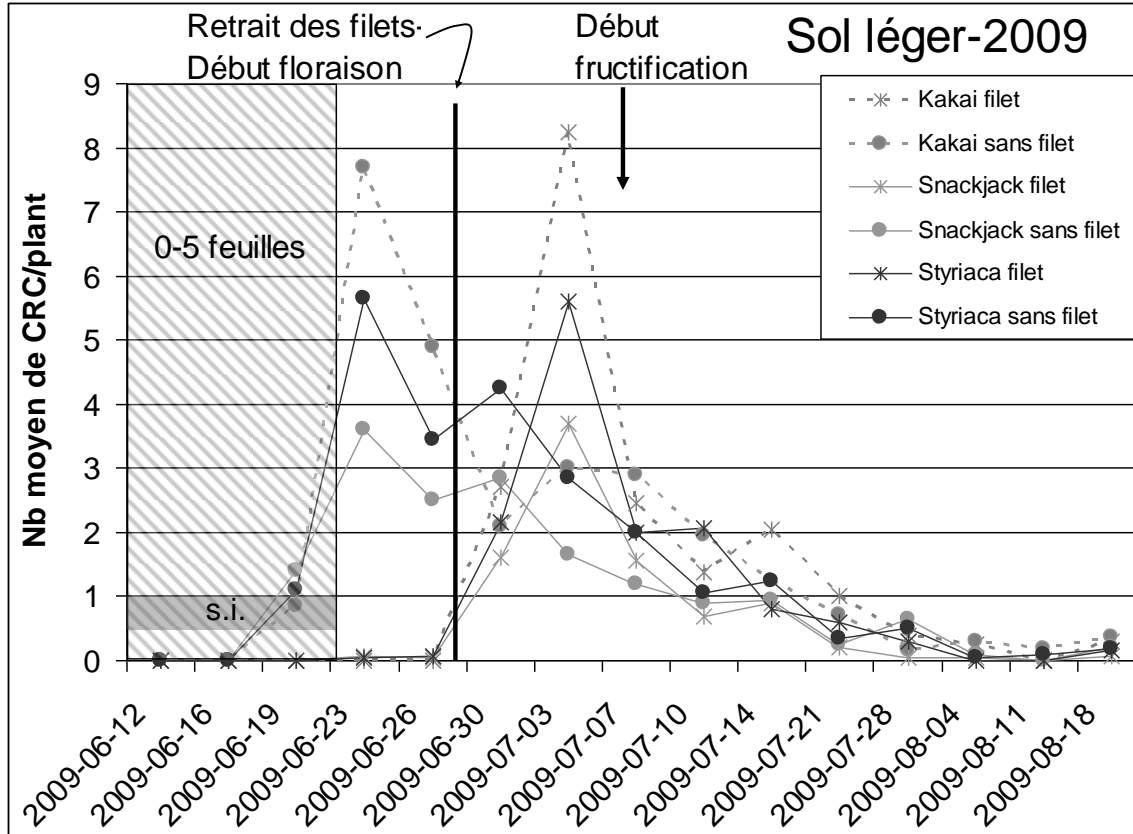


Figure 1. Suivi des populations de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2009, Saint-Bruno-de-Montarville. (s.i.: seuil d'intervention, Réseau d'avertissements phytosanitaires - Cucurbitacées)

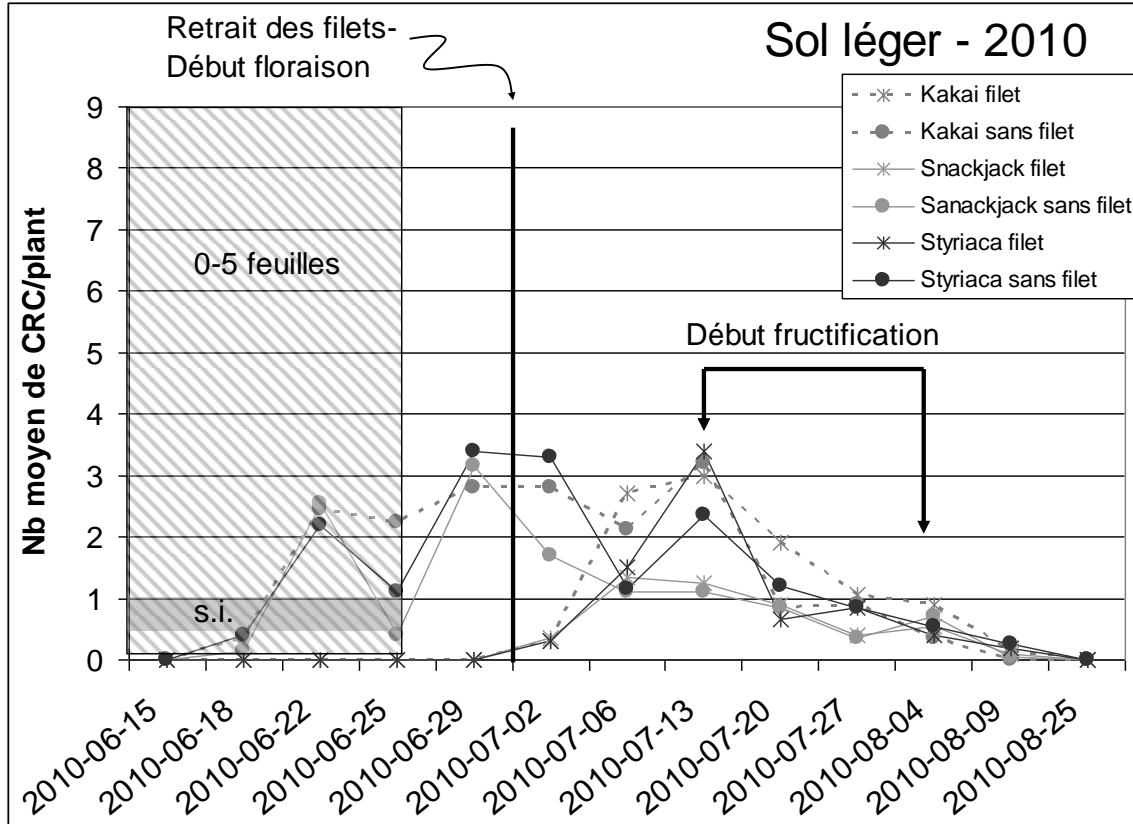


Figure 2. Suivi des populations de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville.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

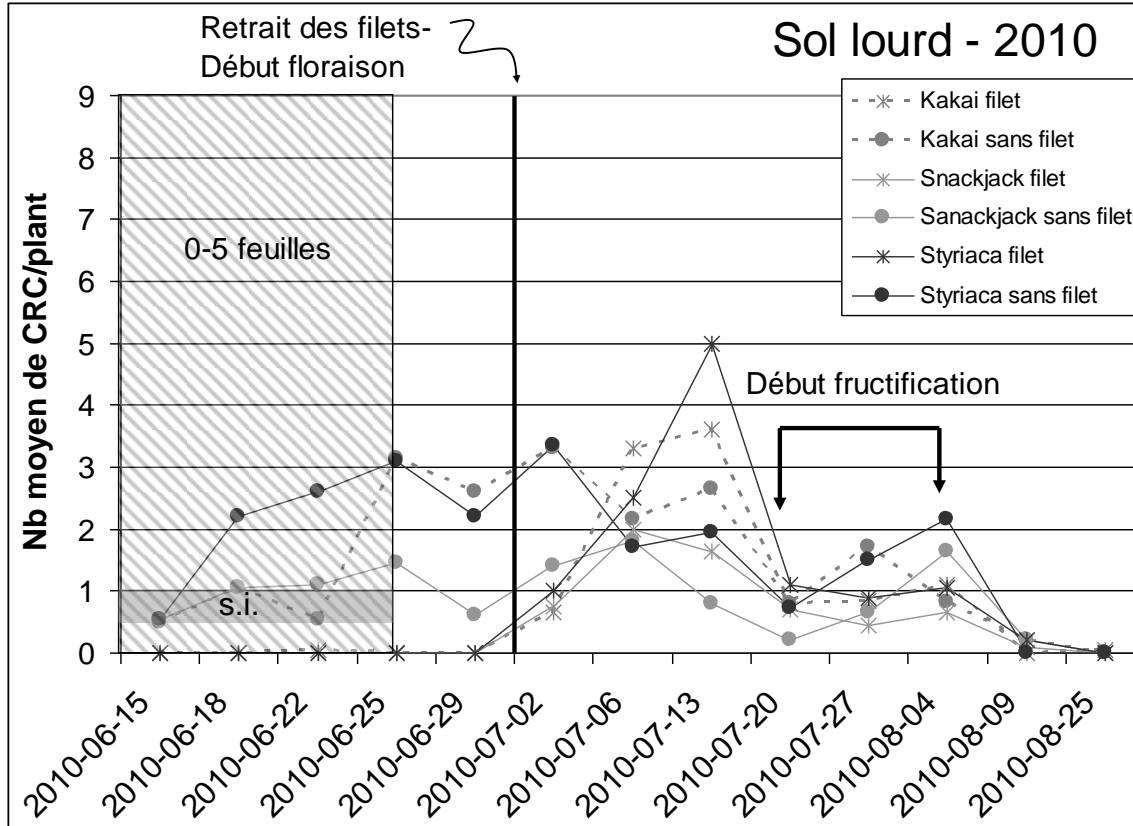


Figure 3. Suivi des populations de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol lourd et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2010, Saint-Bruno-de-Montarville. (s.i.: seuil d'intervention, Réseau d'avertissements phytosanitaires - Cucurbitacées)

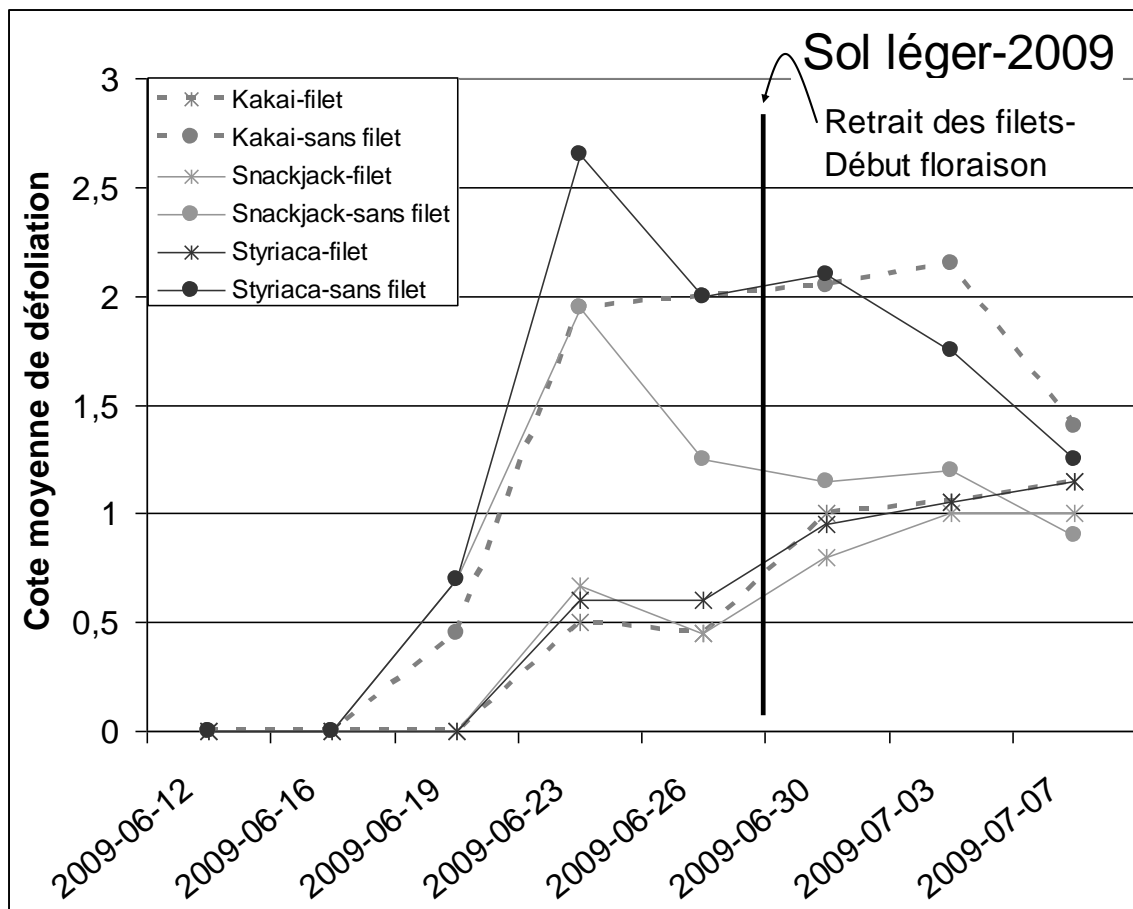


Figure 4. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 2009, 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).

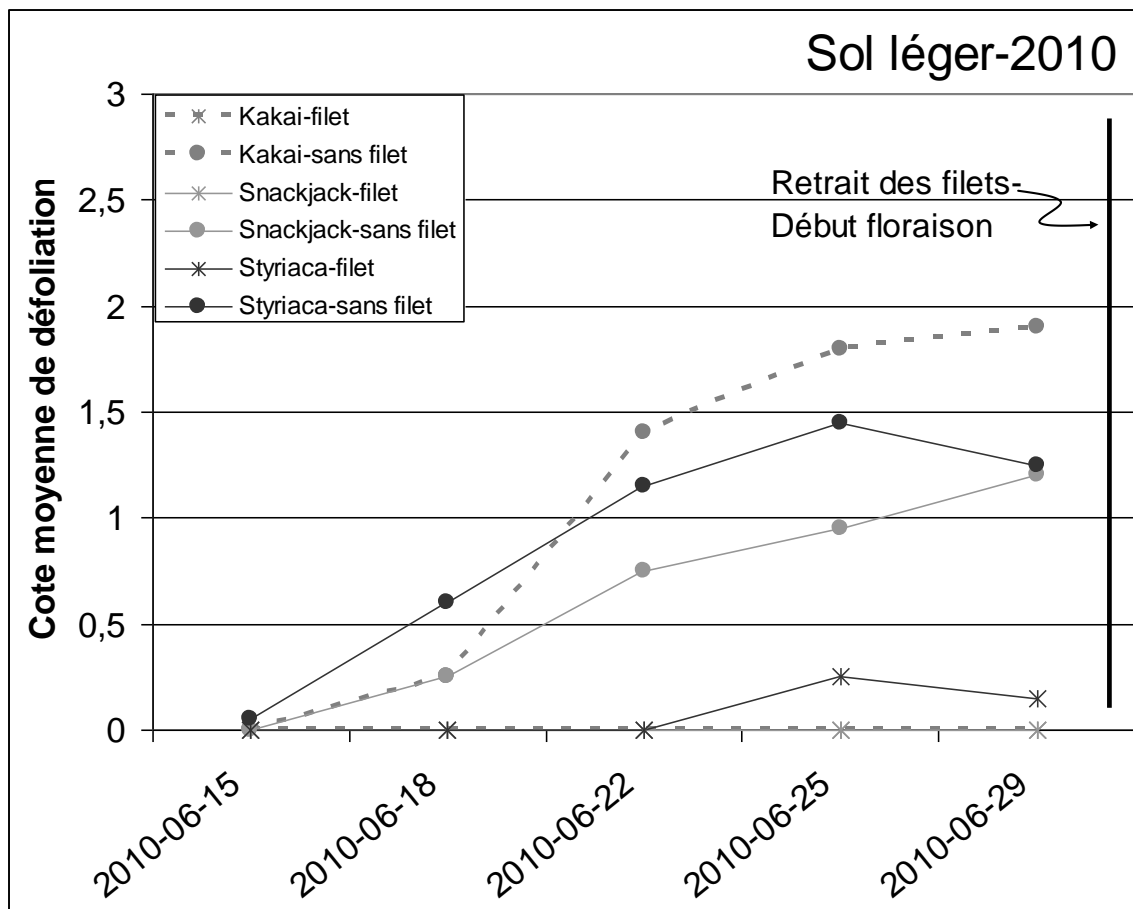


Figure 5. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol léger et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 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).

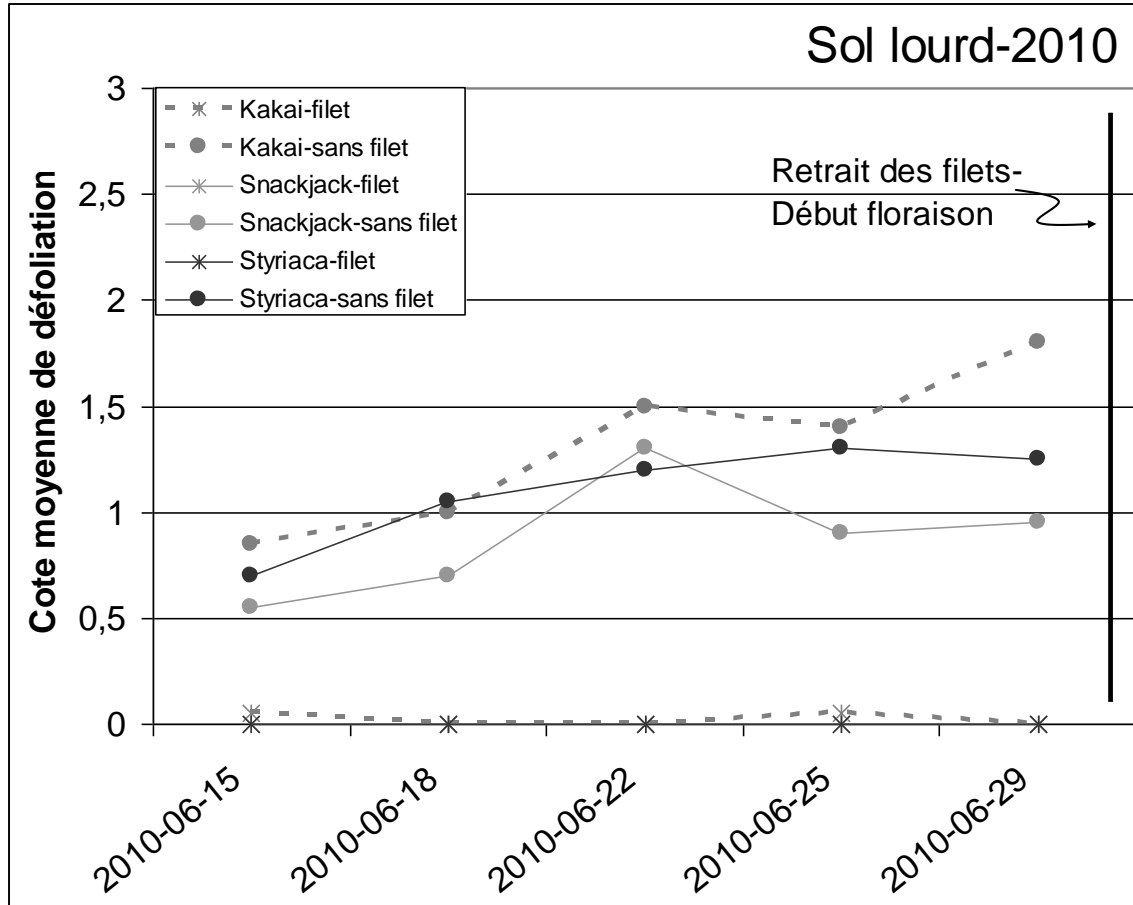


Figure 6. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de trois variétés de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (Kakai, Snackjack, Styriaca), transplantées en sol lourd et impact de l'utilisation de filets agronomiques, 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 faible taux de mortalité causée par le flétrissement bactérien (Tableau 7). Cette différence est très marquée en 2009 ainsi qu'en sol lourd en 2010. La variété Kakai semble très sensible au flétrissement bactérien et accuse une mortalité avoisinant 50%, sauf en 2010 en sol léger avec filet où la mortalité n'a atteint qu'un faible 6%. La présence de filet agronomique en début de saison a réduit significativement la mortalité due au flétrissement bactérien pour la variété Styriaca en 2009 (2,5 fois moins) et pour la variété Kakai en sol léger en 2010 (7 fois moins). Par contre, ces résultats n'ont pas été répétés dans le temps, et, 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 en 2010 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 7 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 2009 et 2010, Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Protection	2009		2010		2010	
		Date	Sol léger % total de mortalité	Date	Sol léger % total de mortalité	Date	Sol lourd % total de mortalité
Kakai	sans filet	08/07	45	06/07	42 a	06/07	45
	avec filet	08/07	52	04/08	6 b	27/07	43
Snackjack	sans filet	11/08	0	Jamais	0	Jamais	0
	avec filet	28/07	4	09/08	0	02/07	2
Styriaca	sans filet	08/07	38 c	06/07	8	06/07	19
	avec filet	21/07	15 d	04/08	2	27/07	28

Les résultats avec des lettres différentes sont significativement différents entre eux (a, b  $p < 0,1$  et c, d  $p < 0,05$ )

#### 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 8, 9, et 10). Il est important de mentionner que le nombre de citrouilles commercialisables ainsi que le rendement commercialisable de graines de 2010 sont des résultats estimés à partir d'un sous-échantillon de 5 citrouilles, tandis qu'en 2009, l'ensemble des citrouilles de la parcelle a été évalué. 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, en 2010, les résultats indiquent clairement 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, tant en 2009 qu'en 2010, il y a eu plus de fruits par m<sup>2</sup> 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 (2010, sol lourd) à 0,63 kg (2010, sol léger).

La variété Styriaca produit de grosses citrouilles (entre 13 et 32 cm de diamètre) en plus petit nombre que les deux autres variétés, et elle obtient les plus hauts rendements de citrouilles en 2009 (45741 kg/ha) et en 2010 en sol léger (68408 kg/ha), et en sol lourd (18568 kg/ha), sous filet agronomique. 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 lorsque les filets agronomiques sont utilisés en 2009 (802 kg/ha) et en sol léger en 2010 (912 kg/ha). En 2010, 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. Elle a obtenu des rendements en graines sèches entre 280 et 470 kg/ha en sol lourd en 2010 et entre 577 et 744 kg/ha en sol léger en 2009 et 2010. 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 (2010, sol lourd) à 2,34 kg (2009, sol léger). Kakai a obtenu ses meilleurs rendements en sol léger en 2010 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. En 2009, l'effet est peu significatif, et cela peut probablement être attribuable aux conditions climatiques difficiles qui ont de façon générale rendues plus ardue la croissance des plants. La variété Styriaca semble avoir bénéficié des filets en produisant un plus grand nombre de citrouilles, 1,38 citrouilles comparativement à 0,97 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 8). En fait, le rendement en graines (kg/ha) est presque deux fois plus élevés lorsque des filets sont utilisés.

En 2010, les filets ont eu un impact significativement bénéfique pour les mêmes composantes du rendement pour Styriaca (sol léger et sol lourd), soit le nombre de citrouilles commercialisables, les rendements en kilogramme à l'hectare de citrouilles et de graines de citrouille. Les mêmes tendances s'observent également pour la variété Kakai en sol léger et Snackjack en sol lourd (Tableaux 9 et 10). 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 2010, 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

En 2009, la proportion de citrouille non-commercialisable est faible et la cause la plus fréquente de rejet est la pourriture suivie de l'immatunité. Des cas de gale, d'oedème, de virus et de dommages de CRC ont aussi été répertoriés, mais sans être assez importants pour entraîner le rejet du fruit, et ces cas étaient plutôt rares. En 2010, 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 filet agronomique).



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 léger en 2009, à Saint-Bruno-de-Montarville

Variété	Traitement	Citrouilles commercialisables (nb/m <sup>2</sup> )	Rendement commercialisable (kg/ha)	Poids moyen par citrouille (kg)	Graines par citrouille (g)	Poids des graines (g/1000 graines)	Rendement en graines (kg/ha)
Kakai	sans filet	0,69	15810	2,26	41,7	171,1	336,7
	avec filet	0,84	19616	2,34	38,1	172,6	332,2
Snackjack	sans filet	2,00	18444	0,89	32,3	122,7	713,5
	avec filet	2,28	20578	0,87	29,4	129,8	744,2
Styriaca	sans filet	0,97	28122	2,89	44,9	170,25	447,9
	avec filet	1,38	45741	3,31	57,7	179,15	802,3
<b>Source de variation</b>		<b>Probabilités</b>					
Variété		0,0093	<0,0001	<0,0001	0,0066	0,0110	0,0293
Protection (avec filet vs sans filet)		0,1911	0,0153	0,2407	0,6407	0,6396	0,2565
Variété × protection		0,6606	0,0847	0,3160	0,2795	0,9685	0,3405
<b>Contrastes</b>							
Sans filet :							
Kakai vs Snackjack		**	NS	***	NS	**	*
Kakai vs Styriaca		NS	**	**	NS	NS	NS
Snackjack vs Styriaca		**	*	***	NS	**	NS
Avec filet :							
Kakai vs Snackjack		***	NS	***	NS	*	**
Kakai vs Styriaca		**	***	***	**	NS	**
Snackjack vs Styriaca		*	***	***	***	**	NS
Kakai filet vs sans filet		NS	NS	NS	NS	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 9. 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 <sup>2</sup> )	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
<b>Source de variation</b>		<b>Probabilités</b>					
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
<b>Contrastes</b>							
Sans filet :							
Kakai vs Snackjack		***	NS	***	NS	***	**
Kakai vs Styriaca		NS	***	***	NS	*	**
Snackjack vs Styriaca		***	***	***	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 10. 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 <sup>2</sup> )	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
<b>Source de variation</b>				<b>Probabilités</b>			
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
<b>Contrastes</b>							
<b>Sans filet :</b>							
Kakai vs Snackjack		***	NS	***	NS	**	NS
Kakai vs Styriaca		*	**	NS	NS	NS	NS
Snackjack vs Styriaca		***	NS	***	NS	*	**
<b>Avec filet :</b>							
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.

### **2.1.2 VOLET « Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille en sol léger et sol lourd »**

Les travaux en lien avec ce volet sont réalisés cet été et se poursuivront à l'été 2012 à la Plateforme en agriculture biologique. Conformément à ce qui a été entendu avec Madame Papineau, et suite aux résultats obtenus en 2009 et 2010, nos travaux se concentreront sur le mode d'implantation à l'aide de transplants et se limiteront à un seul dispositif en sol léger.

### **2.1.3 VOLET « Production biologique de citrouilles pour les graines : une ferme en grandes cultures et une en ASC »**

Les travaux en lien avec ce volet seront réalisés à l'été 2012. Des rencontres seront tenues au courant de l'automne 2011 et de l'hiver 2012 avec les producteurs impliqués dans ce volet du projet.

### **2.1.4 VOLET « Analyse de la qualité de trois variétés de graines de citrouilles »**

Les travaux effectués en collaboration avec Agriculture et Agroalimentaire Canada sont présentés dans l'ANNEXE 4 - Analyses de compositions, fibres totales, contenu en poly phénols et profils d'acides gras pour les citrouilles Styriaca, Snackjack et Kakai. Chercheure responsable : Dre Joyce Boye. Adjointe de recherche : Sabine Ribéreau.

### **2.1.5 VOLET « Évaluation de traitements de semences »**

Des travaux ont été amorcés dans un premier temps pour déterminer l'impact de certaines substances (acide acétique, moutarde, algues séchées, émulsion de poissons, etc.) sur la germination des semences des trois variétés : Kakai, Snackjack et Styriaca. Ces travaux ont été réalisés par un étudiant de l'université McGill, David McArthur sous la supervision du Dre Katrine Stewart. Son rapport comprend également une revue de la littérature (ANNEXE 5 - Traitements de semences - hiver 2010 - David McArthur, Université McGill). Nous comptons joindre ces résultats à des travaux plus exhaustifs que nous entreprendrons cet automne et cet hiver concernant ce volet.

### **2.1.6 VOLET « Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines »**

Trois rencontres ont eu lieu pour amorcer les travaux concernant ce volet. La première réunion s'est tenue au printemps 2009 avec l'agroéconomiste de l'IRDA en place, Monsieur Lota Dabio Tamini. Ce dernier a quitté l'IRDA et Monsieur Luc Belzile est depuis notre collaborateur pour ce volet. Lors de deux rencontres (automne 2010 et printemps 2011). Nous avons commencé à déterminer les données requises provenant du champ et différents scénarios de production seront établis d'ici la fin de l'année pour fins d'analyse.

## 2.2 Diffusion des résultats

Un échéancier révisé pour la diffusion des résultats a été soumis à Madame France Papineau en juillet 2010. Madame Papineau a accepté le nouvel échéancier par courriel en date du 3 août 2010. Selon l'échéancier révisé, la plupart des activités qui sont mentionnées dans le tableau qui suit ne devaient être réalisées qu'en 2011, 2012 et 2013 (voir ANNEXE 3). Nous les avons tout de même incluses dans ce rapport d'étape. Nous maintenons tout de même la tenue des activités mentionnées dans l'échéancier révisé.

Activités non prévues de L'ANNEXE A	Activités réalisées	Description (Thème, titre, endroit, etc.)	Date de réalisation	Nombre de personnes rejointes	Visibilité accordée au CDAQ et à AAC (logo, mention)
Visite des parcelles	Boisclair, J. et M. Leblanc. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville	Responsables du Programme INNOVBIO et conseillers en agriculture biologique.	Juillet 2010	10	mention
Visite des parcelles	Boisclair, J. et M. Leblanc. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville	Représentants d'Équiterre et des producteurs de fermes soutenues par la communauté (fermes ASC).	Juillet 2010	15	mention
Visite des parcelles	Boisclair, J. et M. Leblanc. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville	Conseillers en agriculture biologique accompagnés par Denis LaFrance du CETAB	Juillet 2010	15	mention
Visite des parcelles	Boisclair, J. et M. Leblanc. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville	Membres du Conseil d'administration de l'IRDA. Saint-Bruno-de-Montarville, septembre.	Septembre 2010	10	mention

<b>Activités non prévues de L'ANNEXE A</b>	<b>Activités réalisées</b>	<b>Description</b> (Thème, titre, endroit, etc.)	<b>Date de réalisation</b>	<b>Nombre de personnes rejointes</b>	<b>Visibilité accordée au CDAQ et à AAC</b> (logo, mention)
Visite du site	Boisclair, J. et M. Leblanc. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville,	Délégation du Brésil.	Octobre 2010	6	mention
Conférence VOIR DOCUMENT – ANNEXE 1	Conférence – Journées horticoles, Saint-Rémi – Session «Nouvelles cultures»	Citrouilles à graines comestibles sans « écale » Josée Boisclair, agr. M.P.M., Bernard Estevez, agr. consultant et Maryse Leblanc, agr. Ph.D.	Décembre 2010	50	Logo CDAQ et AAC et mention
Texte de conférence VOIR DOCUMENT – ANNEXE 2	Texte de conférence – Journées horticoles, Saint- Rémi – Session «Nouvelles cultures»	Citrouilles à graines comestibles sans « écale » Josée Boisclair, agr. M.P.M., Bernard Estevez, agr. consultant et Maryse Leblanc, agr. Ph.D.	Décembre 2010		Logo CDAQ et AAC et mention
Visite des parcelles	Boisclair, J. et M. Leblanc. Visite des projets en place à la Plateforme en agriculture biologique à Saint-Bruno-de-Montarville	conseillers en agriculture biologique accompagnés par Denis LaFrance du CETAB	Juillet 2011	15	mention

### **3. CONCLUSIONS ET SUITE DU PROJET**

---

Grâce à l'aide financière additionnelle obtenue auprès du Programme INNOVBIO du MAPAQ, les travaux concernant l'évaluation et la sélection des variétés en sol léger et en sol lourd ont pu être effectués sur deux années. Une deuxième année d'expérimentation nous a permis de confirmer les difficultés rencontrées lors de la première année avec les semis. Les résultats des deux premières années nous ont amené à conclure que l'utilisation de transplants est le mode d'implantation à privilégier sous nos conditions climatiques et également pour minimiser l'impact de la chrysmèle rayée du concombre sur la défoliation des plants et la transmission du flétrissement bactérien. Le premier volet a donc été complété tel que prévu dans l'échéancier.

Étant donné les difficultés rencontrées également avec les parcelles en sol lourd et avec l'accord de Madame Papineau, nous avons poursuivi en 2011 avec les trois variétés dans le sol léger uniquement. Les parcelles sont en place pour l'expérimentation du volet 2 – qui consiste à valider des stratégies de désherbage pour des fermes de grandes cultures et pour des fermes horticoles.

Au cours des deux dernières années, des travaux ont également été réalisés dans tous les autres volets à l'exception du volet 3 dont les activités sur les fermes seront mises en place en 2012.

Le projet avance bien et les prochaines étapes visent :

- 1) à compléter les travaux d'analyse de la qualité des trois variétés de graines de citrouille en collaboration avec le laboratoire du Dre Joyce Boye au CRDA – AAC
- 2) à poursuivre les travaux sur les traitements de semences. Nous planifions accomplir des essais en serre au courant de l'automne et de l'hiver et éventuellement de sélectionner les substances les plus intéressantes pour effectuer des essais en champ à l'été 2012.
- 3) à établir des scénarios de production permettant d'établir des budgets de production convenant à : 1) des fermes de grandes cultures et avec vente aux compagnies de transformation, 2) fermes de grandes cultures et transformation à la ferme (regroupements d'agriculteurs et 3) vente directe pour petites fermes ASC.
- 4) à établir un lien entre les producteurs et les transformateurs qui démontrent un intérêt pour cette culture et ses produits transformés au Québec.

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

---

Le Plan de financement et la conciliation des dépenses (relié à l'Annexe B de la convention de contribution financière) vous ont déjà été acheminés ainsi que

toutes les copies de factures relatives aux postes budgétaires. Toutes les contributions devraient avoir été justifiées dans ce bilan financier.

Tel qu'entendu par courriel avec l'agente de projet, Madame France Papineau, le projet a obtenu une prolongation pour sa réalisation. Un échéancier révisé a été soumis et accepté par Madame Papineau. Vous le trouverez en ANNEXE 3.

## **5. REMERCIEMENTS**

---

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont été rendus possible grâce au soutien financier du programme INNOVBIO – volet 3 du Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec (MAPAQ) – expérimentation de l'été 2010 ainsi que du programme Défi-Solution du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) – expérimentation été 2009 et été 2010. 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. 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.

## **6. 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, 2e 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>).