

RAPPORT FINAL

PRODUCTION BIOLOGIQUE DE GRAINES DE CITROUILLE 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 :
avril 2011 à avril 2013**

Rédigé par :

Josée Boisclair¹, agr., M.P.M.,
Elisabeth Lefrançois¹, agr., M. Sc., Maryse Leblanc¹, agr., Ph.D., Luc Belzile¹ agr., M.Sc.,
Geneviève Richard¹, agr., M. Sc. et Michèle Grenier¹, M.Sc.

Collaborateurs dans la réalisation du projet pour la période mentionnée :
Maxime Lefebvre¹, Germain Moreau¹, Isabelle Couture²
et Sévrine Valter³

4 juillet 2013

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

² Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ)

³ Stagiaire Master 1 Science de l'Environnement terrestre spécialisation Ingénierie de la biodiversité, Faculté de Saint-Jérôme, Marseille

Table des matières

Liste des figures	II
Liste des tableaux.....	IV
1. DESCRIPTION DU PROJET	1
1.1. Objectif général.....	1
1.2. Objectifs spécifiques	1
2. RÉSULTATS ET ANALYSES	2
2.1. Activités réalisées – avril 2011 à avril 2013	2
2.2. Résultats obtenus et analyse	5
2.2.1. VOLET « Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille »	5
2.2.2. VOLET « Production biologique de citrouilles pour les graines : une ferme en grandes cultures et une en ASC »	41
2.2.3. VOLET « Évaluation de traitements de semences »	43
2.2.4. VOLET « Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines »	57
2.2. Diffusion des résultats	68
3. CONCLUSIONS.....	75
4. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE	75
5. REMERCIEMENTS	76
6. RÉFÉRENCES	77
ANNEXE 1 - Analyse économique - Hypothèses de travail	78
ANNEXE 2 - Analyse économique - Résultats.....	84
ANNEXE 3 - Analyse économique - Résultats : Classement des scénarios selon différentes mesures	86
ANNEXE 4 - Analyse économique - Prix cibles	88

LISTE DES FIGURES

- Figure 1.** Caractéristiques (densité et biomasse) du total des mauvaises herbes présentes en fin de saison, sur le rang ou entre les rangs, en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', et 'Styriaca'), en 2011. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH))15
- Figure 2.** Caractéristiques des populations de mauvaises herbes présentes en fin de saison en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), en 2011. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)) 16
- Figure 3.** Caractéristiques (densité et biomasse) du total de mauvaises herbes présentes en fin de saison, sur le rang ou entre les rangs, en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface' et 'Styriaca'), en 2012. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).....20
- Figure 4.** Caractéristiques (densité et biomasse) des populations des mauvaises herbes annuelles présentes en fin de saison, sur le rang ou entre les rangs, en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', et 'Styriaca'), en 2012. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH))21
- Figure 5.** Nombre moyen de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) par plant (avant la floraison) et par fleur (après le début de la floraison atteint par tous les plants) de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo*, pour trois cultivars 'Kakai', 'Snackjack' et 'Styriaca', cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011 (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).....25
- Figure 6.** Nombre moyen de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) par plant (avant la floraison) et par fleur (après le début de la floraison atteint par tous les plants) de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo*, pour deux cultivars 'Snackface' et 'Styriaca', cultivés sous cinq régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012 (paillis biodégradable noir (PBN), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).26
- Figure 7.** Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* pour trois cultivars 'Kakai', 'Snackjack' et 'Styriaca', cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011 (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)). (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)27
- Figure 8.** Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* pour deux cultivars 'Snackface' et 'Styriaca', cultivés sous cinq régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012 (paillis biodégradable noir (PBN), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou

	ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)). (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)	28
Figure 9.	Rendement en graines (kg/ha) de plants de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), cultivées sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011 (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).....	31
Figure 10.	Rendement en graines (kg/ha) de plants de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface', 'Styriaca'), cultivées sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).....	36
Figure 11.	Pourcentage moyen de germination de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> 'Styriaca' et 'Snackface', suite à l'utilisation de quatre biofongicides : Actinovate® SP, Serenade® Max, Mycostop® et Rootshield®.	50
Figure 12.	Biomasse sèche moyenne de plantules de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> 'Styriaca' et 'Snackface', suite à l'utilisation de quatre biofongicides : Actinovate® SP, Serenade® Max, Mycostop® et Rootshield® et leur écart type.	51
Figure 13.	Matière sèche aérienne moyenne de plantules de trois cultivars de citrouilles, <i>Cucurbita pepo</i> , 'Baby Pam', 'Snackface' et 'Styriaca' en fonction des traitements et leurs écarts types. B1 : Actinovate® SP ; B2 : Rootshield® ; B3 : Serenade® Max et PG : prégermination.	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Fractionnement de la fertilisation de plants de citrouilles, 2011.	7
Tableau 2.	Fractionnement de la fertilisation de plants de citrouilles, 2012	7
Tableau 3.	Caractéristiques des quatre cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Snackface', 'Styriaca'), cultivés, 2011 et 2012.	8
Tableau 4.	Description des opérations de désherbage réalisées en fonction des régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011.	9
Tableau 5.	Description des opérations de désherbage réalisées en fonction des régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012.	10
Tableau 6.	Nombre de plants morts de citrouilles à graines sans tégument <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca') cultivées sous chaque régie de lutte aux mauvaises herbes, 2011.	12
Tableau 7.	Nombre de plants morts de citrouilles à graines sans tégument <i>Cucurbita pepo</i> 'Styriaca' cultivées sous chaque régie de lutte aux mauvaises herbes, 2012.	12
Tableau 8.	Chronologie des stades phénologiques atteints par 50 % des plants de trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), 2011.	13
Tableau 9.	Chronologie des stades phénologiques atteints par 50 % des plants de trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface', 'Styriaca'), 2012.	13
Tableau 10.	Description des principales mauvaises herbes retrouvées dans les témoins enherbés à la fin de la saison et classification, par ordre d'importance en poids récolté Saint-Bruno-de-Montarville, 2011.	14
Tableau 11.	Pourcentages de répression des mauvaises herbes graminées (monocotylédones) et à feuilles larges (dicotylédones) après chaque opération de désherbage mécanique des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), des traitements de sarclours horticoles et de grandes cultures, 2011.	17
Tableau 12.	Durée des opérations en fonction de différentes régies de lutte aux mauvaises dans parcelles de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', et 'Styriaca'), en 2011.	18
Tableau 13.	Description des principales mauvaises herbes retrouvées dans les témoins enherbés à la fin de la saison et classification par ordre d'importance en poids récolté, 2012.	19
Tableau 14.	Biomasse aérienne du seigle avant roulage dans les parcelles de paillis de seigle de chacun des trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface', 'Styriaca'), 2012.	19
Tableau 15.	Pourcentages de répression des mauvaises herbes graminées (monocotylédones) et à feuilles larges (dicotylédones) après chaque opération de désherbage mécanique des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface' 'Styriaca'), des traitements de sarclours horticoles et de grandes cultures, 2012.	22
Tableau 16.	Durée des opérations en fonction de différentes régies de lutte aux mauvaises dans parcelles de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface' et 'Styriaca'), en 2012.	23
Tableau 17.	Dates d'apparition et pourcentage de mortalité causée par le flétrissement bactérien sur les plants des trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011.	29
Tableau 18.	Dates d'apparition et pourcentage de mortalité causée par le flétrissement bactérien sur les plants des deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface', 'Styriaca'), cultivés sous cinq régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012.	30

Tableau 19.	Rendement et composantes du rendement des plants de trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes (paillis biodégradable noir, paillis de seigle, sarclage de type grandes cultures, sarclage de type horticole ou ASC, désherbage manuel et enherbé), 2011.	32
Tableau 20.	Rendement et composantes du rendement des plants de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> ('Snackface', 'Styriaca'), cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes (paillis biodégradable noir, paillis de seigle, sarclage de type grandes cultures, sarclage de type horticole ou ASC, désherbage manuel et enherbé), 2012.	37
Tableau 21.	Rendement et composantes du rendement des plants de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> 'Snackjack', ferme ASC de la Montérégie-Ouest, 2012.....	42
Tableau 22.	Pourcentage de germination moyen des semences de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, (<i>Cucurbita pepo</i>) 'Styriaca' et 'Snackface' en fonction du type de substrat.....	45
Tableau 23.	Pourcentage moyen de germination des semences de citrouille à graines sans tégument (<i>Cucurbita pepo</i>) 'Styriaca' en fonction de la durée d'imbibition.	46
Tableau 24.	Pourcentage moyen de germination d'un cultivar de citrouilles à graines sans tégument (<i>Cucurbita pepo</i>) 'Styriaca', en fonction des traitements de semences.....	48
Tableau 25.	Doses d'application des biofongicides en enrobage de semences pour les tests de phytotoxicité et d'efficacité pour les deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> 'Styriaca' et 'Snackface'	49
Tableau 26.	Pourcentage moyen de germination moyen de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, <i>Cucurbita pepo</i> 'Styriaca' et 'Snackface', pour l'évaluation de l'efficacité des quatre biofongicides (Actinovate® SP, Serenade® Max, Mycostop® et Rootshield®).....	52
Tableau 27.	Description des traitements de l'essai en champ concernant les traitements de semences, 2012.	53
Tableau 28.	Doses des biofongicides appliqués au champ, 2012.....	54
Tableau 29.	Pourcentage moyen de germination pour trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument (<i>Cucurbita pepo</i>), 'Baby Pam', 'Snackface' et 'Styriaca' en fonction des traitements de semences appliqués au champ, 2012.	54
Tableau 30.	Fréquence de la présence de trois agents pathogènes <i>Fusarium</i> spp., <i>Pythium</i> spp. et <i>Rhizoctonia</i> spp sur un sous-échantillon de 12 semences en fonction des différents traitements de semences pour chacun des cultivars de citrouilles à l'essai ('Baby Pam', 'Styriaca' et 'Snackface').	56
Tableau 31.	Scénarios de l'analyse économique	59
Tableau 32.	Marge bénéficiaire sur coûts variables (MBCV) de différentes cultures biologiques	60
Tableau 33.	Coûts variables de la production de citrouilles biologiques pour le fruit et pour la graine	64
Tableau 34.	Prix cibles de la production de citrouilles biologiques pour le fruit et pour la graine	66

1. DESCRIPTION DU PROJET

1.1. Objectif général

L'objectif général du projet est de développer une régie de production de graines de citrouille 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 cultivars 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 décortilage des graines des cultivars de citrouilles actuellement produites au Québec.

1.2. Objectifs spécifiques

1. Évaluer le rendement de graines de trois cultivars 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 cultivars de citrouilles testés.
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 citrouille.
6. Établir un lien entre des producteurs biologiques et les compagnies québécoises de transformation.

2. RÉSULTATS ET ANALYSES

2.1. Activités réalisées – avril 2011 à avril 2013

Activités	Date prévue	Finalités	Notes
VOLET 2. Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille en sol léger et en sol lourd 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 a été mis en place à l'été 2011 comprenant les trois cultivars testés jusqu'en 2011. Un deuxième dispositif a été implanté à l'été 2012 comprenant deux cultivars d'intérêt majeur.
VOLET 3. Production biologique de citrouilles pour les graines sur deux fermes Rencontres avec les producteurs impliqués. Élaboration de protocoles, mise en place des parcelles, collecte et analyse des données de 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 réalisées – avril 2011 à avril 2013 (suite)

Activités	Date prévue	Finalités	Notes
<p>VOLET 5 - Évaluation de traitements de semences de citrouilles cultivées pour les graines</p> <p>Recruter un ou une étudiante pour effectuer les travaux en serre.</p> <p>Élaboration de protocole d'expérimentation en serre et en plein champ.</p> <p>Expérimentation en serre et en plein champ.</p> <p>Mise en place d'un dispositif.</p> <p>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 cultivars 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>VOLET 6. Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines</p> <p>Établir des scénarios de production et de mise en marché.</p> <p>Déterminer des budgets de production.</p>	Automne 2011 – Hiver 2013	Suite à l'analyse économique des coûts variables provenant de notre expérimentation, vérifier l'intérêt d'acheteurs québécois pour s'approvisionner localement de graines de citrouille biologiques.	

Activités réalisées – avril 2011 à avril 2013 (suite)

Activités	Date prévue	Finalités	Notes
Développer un lien entre des producteurs biologiques et une ou des compagnies de transformation québécoises.	Automne 2012 - Hiver 2013		
Rédaction du rapport final	Décembre à juin 2013	Remise du rapport au CDAQ et aux collaborateurs	
Diffusion des résultats	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)	Voir la section Diffusion des résultats de ce rapport.

2.2. Résultats obtenus et analyse

2.2.1. VOLET « Validation de stratégies de désherbage pour la production biologique de graines de citrouille »

Ce volet du projet a été réalisé en 2011 et 2012 sur le site de la Plateforme d'innovation en agriculture biologique gérée par l'Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA) et située à Saint-Bruno-de-Montarville. Les principaux objectifs de ce volet étaient de cibler les régies de lutte contre les mauvaises herbes les plus efficaces et les plus économiques pour les producteurs biologiques désirant cultiver des cultivars de citrouilles à graines sans tégument.

Pour atteindre ces objectifs, quatre régies de lutte contre les mauvaises herbes en production biologique ont été évaluées : l'une en contexte de fermes horticoles ou ASC (Agriculture soutenue par la communauté), l'autre en contexte de fermes de grandes cultures, une troisième incluant l'utilisation de paillis de seigle et la quatrième incluant l'utilisation de paillis biodégradable noir. Ces régies ont été comparées à deux témoins : un désherbé manuellement et un enherbé. Étant donné le piètre développement des citrouilles sous paillis de seigle et l'abondance de mauvaises herbes en 2011, le traitement paillis de seigle a été désherbé lors de l'expérimentation de 2012 afin de pouvoir séparer l'effet du paillis de seigle de l'effet des mauvaises herbes. L'effet des stratégies de désherbage a été évalué sur le rendement en fruits et en graines de citrouille de différents cultivars de citrouilles à graines sans tégument, 'Kakai', 'Snackjack' et 'Styriaca', en 2011 et 'Snackface' et 'Styriaca' en 2012, ainsi que sur l'abondance des mauvaises herbes. Une évaluation du temps et du type de machinerie requis pour effectuer les différentes opérations de désherbage a aussi été effectuée. La tolérance à la chrysomèle rayée du concombre (CRC) et au flétrissement bactérien (FB) des trois cultivars de citrouilles ont aussi été évalués dans le cadre de ce volet du projet.

2.2.1.1. Déroulement des travaux

1. Description du site

L'expérimentation a été menée sur le site de la Plateforme d'innovation en agriculture biologique gérée par l'IRDA et située à Saint-Bruno-de-Montarville, en Montérégie. Les travaux ont été réalisés sur un loam sableux (2011 : pH 6,09; 2,78 % M.O.; 419 kg P/ha; 356 kg K/ha; 2012 : pH 6,33; 1,97 % M.O.; 500 kg P/ha; 235 kg K/ha).

2. Implantation des parcelles et régie de la culture

L'automne précédant la culture, 20 tonnes/ha de fumier de bovin ont été appliquées et incorporées au sol par un passage d'offset sur toutes les parcelles expérimentales (pour 2011 : le 16 septembre 2010, 3,5 kg N_{total}/ T fumier, C/N = 17,6, pour 2012, le 21 septembre 2011, 5,2 kg N_{total}/ T fumier, C/N = 14). Les parcelles cultivées en seigle ont été semées avec un cultivar de seigle d'automne (*Secale cereale* "ordinaire" #1) à un taux de semis de 125 kg/ha, le 20 septembre 2010 et un taux de 160 kg/ha, le 23 septembre 2011. Pour la saison 2012, un engrais vert d'avoine (*Avena sativa* 'Triple crown') a été semé à un taux de 160 kg/ha le 23 septembre 2011 dans toutes les parcelles qui n'avaient pas reçu de seigle. Le 8 juin 2011, un passage de rouleau crêpeur a été effectué sur ces mêmes parcelles, afin de préparer un paillis de seigle. Plus de 50 % des plants avaient alors atteint le stade d'anthèse, soit le stade permettant de tuer le seigle et d'éviter théoriquement que des repousses de seigle puissent entrer en compétition

avec les plants de citrouilles. En 2012, cette opération a été effectuée le 1^{er} juin, lorsque plus de 50 % des plants avaient atteint le stade d'anthèse et un deuxième passage a été effectué le 5 juin. Deux passages ont été effectués afin de s'assurer de la mortalité du seigle et afin d'avoir un paillis de seigle qui soit bien rabattu au niveau du sol. Le sol de toutes les autres parcelles expérimentales a été préparé par un passage de vibroculteur. La même journée, la pose d'un paillis biodégradable noir de marque Biotelo (122 cm de largeur et 15 microns d'épaisseur) ainsi qu'un système d'irrigation par goutte-à-goutte ont été installés sur des buttes d'environ 10 cm de hauteur et 70 cm de largeur.

Les citrouilles ont été semées le 24 mai 2011, dans du terreau AgroMix Bio de Fafard, et le 22 mai 2012, dans du terreau d'emportage biologique Lambert, et cultivées dans les serres de l'IRDA à Saint-Hyacinthe. Quelques jours avant la transplantation, les plants ont été sortis à l'extérieur pour leur permettre de s'acclimater.

Les plants de citrouilles ont été transplantés les 8 et 9 juin en 2011 et le 8 juin en 2012.

Pour contrôler la CRC, des pulvérisations de kaolin (Surround® WP; 25 kg/ha), ont été réalisées les 8, 13, 17 et 20 juin 2011 et les 8, 12 et 18 juin 2012, soit jusqu'à ce que les plants de citrouilles atteignent 5 feuilles. Du semis au stade 5 feuilles, les plants de citrouilles sont très sensibles à la défoliation causée par la CRC. Cet insecte est le principal vecteur de la bactérie *Erwinia tracheiphila* qui cause le flétrissement bactérien. Pour contrôler les vers gris, une pulvérisation de Bioprotec® Eco (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*) a aussi été effectuée le 13 juin 2011, mais certains plants détruits par les larves ont tout de même dû être remplacés les 20 et 23 juin 2011, et le 11 juin 2012. Aucune pulvérisation de *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* n'a été faite en 2012.

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® 0-0-22) appliqué à la volée à la plantation au besoin (Tableaux 1 et 2). L'engrais appliqué à la volée a été incorporé par un passage de vibroculteur, à l'exception des parcelles de seigle, où il n'y a pas eu d'incorporation. L'engrais appliqué en bande, à la floraison, a été incorporé à la pioche, le 7 juillet 2011 et le 4 juillet 2012, à environ 15 cm des rangs de citrouilles et 10 cm de profondeur. Dans les parcelles de paillis biodégradable noir, l'engrais appliqué à la floraison a été incorporé à la main autour du collet des plants. Tel que recommandé dans le guide de référence en fertilisation du CRAAQ (Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec), les parcelles irriguées, c'est-à-dire les parcelles où les citrouilles ont été cultivées sur paillis biodégradable Biotelo, ont reçu environ 15 kg N/ha supplémentaire.

Les citrouilles cultivées sur paillis biodégradable noir ont été irriguées au goutte-à-goutte les 17 et 23 juin, les 8, 15 et 22 juillet ainsi que le 18 août en 2011, et le 20 juin, et les 4, 12, 20 et 23 juillet en 2012. En 2011, toutes les parcelles ont aussi été irriguées par aspersion entre le 26 et 28 juillet 2011. En 2012, il n'y a eu aucune irrigation par aspersion.

Tableau 1. Fractionnement de la fertilisation de plants de citrouilles, 2011.

Engrais	Dose
Acti-Sol [®] à la plantation	97 kg N/ha 76 kg P ₂ O ₅ /ha 45 kg K ₂ O/ha
Acti-Sol [®] en bande au stade floraison dans les parcelles irriguées	71 kg N/ha 56 kg P ₂ O ₅ /ha 33 kg K ₂ O/ha
Acti-Sol [®] en bande au stade floraison dans parcelles non irriguées	50 kg N/ha 39 kg P ₂ O ₅ /ha 23 kg K ₂ O/ha
Sul-Po-Mag [®]	34 Kg K ₂ O/ha

Tableau 2. Fractionnement de la fertilisation de plants de citrouilles, 2012

Engrais	Dose
Acti-Sol [®] à la plantation	50 kg N/ha 42 kg P ₂ O ₅ /ha 25 kg K ₂ O/ha
Acti-Sol [®] en bande au stade floraison dans les parcelles irriguées	50 kg N/ha 42 kg P ₂ O ₅ /ha 25 kg K ₂ O/ha
Acti-Sol [®] en bande au stade floraison dans parcelles non irriguées	35 kg N/ha 29 kg P ₂ O ₅ /ha 17 kg K ₂ O/ha

3. Dispositif expérimental

En 2011, le dispositif expérimental consistait en quatre blocs aléatoires complets dans lesquels étaient réparties dix-huit combinaisons de traitements, comportant trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument : (1) 'Snackjack', (2) 'Styriaca' et (3) 'Kakai' (Tableau 3) et six régies de contrôle des mauvaises herbes : (1) paillis biodégradable noir (PBN), (2) paillis de seigle roulé (PSR), (3) régie de sarclage pour fermes de grandes cultures (SGC), (4) régie de sarclage pour fermes horticoles ou ASC (SH), (5) désherbage manuel (MAN) et (6) sans désherbage ou parcelle enherbée (ENH). Les parcelles mesuraient 4 m de long par 3 m de large et un rang de plants de citrouille était situé au centre de chaque parcelle. L'espacement entre les plants sur le rang du cultivar 'Snackjack' était de 0,30 mètre, ce qui équivaut à un total de 13 plants par rang et une densité de plantation de 11 111 plants/ha. Pour les cultivars 'Styriaca' et 'Kakai', l'espacement entre les plants sur le rang était de 0,50 mètre, ce qui équivaut à un total de 8 plants par rang et une densité de plantation de 6 667 plants/ha.

En 2012, le dispositif expérimental consistait en un dispositif en tiroirs. Les parcelles principales étaient séparées entre les deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument à l'essai : (1) 'Styriaca' et (2) 'Snackface' (Tableau 3) et répétées quatre fois. Dans chaque parcelle principale étaient distribuées aléatoirement six régies de contrôle des mauvaises herbes : (1) paillis biodégradable noir (PBN), (2)

paillis de seigle roulé (PSR), (3) régie de sarclage pour fermes de grandes cultures (SGC), (4) régie de sarclage pour fermes horticoles ou ASC (SH), (5) désherbage manuel (MAN) et (6) sans désherbage ou parcelle enherbée (ENH) . Les parcelles mesuraient 4 m de long et un rang de plants de citrouille était situé au centre de chaque parcelle. Les parcelles du cultivar ‘Styriaca’ avaient une largeur de 3 m, tandis que celles du cultivar ‘Snackface’ avaient une largeur de 2 m. L’espacement entre les plants sur le rang était de 0,30 mètre pour les deux cultivars, ce qui équivaut à un total de 13 plants par rang. La densité de plantation pour le cultivar ‘Styriaca’ était de 11 111 plants/ha et pour le cultivar ‘Snackface’ de 16 667 plants/ha.

Tableau 3. Caractéristiques des quatre cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (‘Kakai’, ‘Snackjack’, ‘Snackface’, ‘Styriaca’), cultivés, 2011 et 2012.

Caractéristiques	‘Kakai’	‘Snackjack’	‘Snackface’	‘Styriaca’
Type de cultivar	Pollinisation ouverte	Hybride F1	Hybride F1	Pollinisation ouverte
Type de port des plants	Semi-buissonnant	Buissonnant	Buissonnant/ Semi-buissonnant	Étalé
Nombre de jours pour la maturité	100	90	90-105	135
Nombre moyen de citrouilles par plant	2 à 3	6 à 10	n.d.	1 à 2
Poids moyen des citrouilles (kg)	2 à 4	0,5 à 1	1	3 à 7
Largeur de l’entre-rang (m)	2 à 3	1,8 à 2	1,8	2
Population recommandée (plants/ha)	10 000 à 15000	16 667 à 27 778	18 500	10 000 à 15 000
Marché visé	Huile et collation	Collation	Collation	Huile et collation

n.d. : information non disponible

Les unités de désherbage et les dates d’intervention ont été déterminées selon les équipements et la machinerie disponibles sur les fermes horticoles (ASC) et de grandes cultures, selon l’état de la culture ainsi que selon le type et le stade phénologique des mauvaises herbes. Les opérations de désherbage mécanique se sont poursuivies jusqu’à ce que la grosseur et l’étalement des plants de citrouilles ne permettent plus le passage des outils. Dans les parcelles où une régie de sarclage pour fermes horticoles (ASC) était effectuée ainsi que dans les parcelles de paillis biodégradable noir, des opérations de désherbage manuel ont complété, au besoin, les opérations de désherbage mécanique. Les parcelles désherbées manuellement ont été désherbées au besoin, afin de représenter le potentiel maximum de rendement des cultures. En 2011, aucune opération de désherbage n’a été effectuée dans les traitements de paillis de seigle ainsi que dans le témoin enherbé, qui représentait le potentiel d’enherbement du site expérimental (Tableau 4). En 2012, deux opérations de désherbage manuel ont été effectuées dans les parcelles avec paillis de seigle, et comme en 2011, aucun désherbage n’a été effectué dans les parcelles enherbées (Tableau 5).

Tableau 4. Description des opérations de désherbage réalisées en fonction des régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011.

Dates	Opérations de désherbage
Régie de sarclage pour fermes de grandes cultures	
21/06	Désherbage mécanique, herse étrille
22/06	Désherbage mécanique, dents en S
28/06	Désherbage mécanique, dents en S
07/07	Désherbage mécanique, dents en S
Régie de sarclage pour fermes horticoles ou ASC	
21/06	Désherbage mécanique, dents en S et sarcleurs à doigts sur le rang
28/06	Désherbage mécanique, dents en S et sarcleurs à doigts sur le rang
07/07	Désherbage mécanique, dents en S
21/07	Désherbage manuel
Paillis biodégradable noir	
22/06	Désherbage mécanique, dents en S entre les buttes
28/06	Désherbage mécanique, dents en S entre les buttes
06/07	Désherbage manuel du contour du collet des plants de citrouilles
07/07	Désherbage mécanique, dents en S entre les buttes
18/07	Désherbage manuel du contour du collet des plants de citrouilles et entre les buttes
09/08	Désherbage manuel du contour du collet des plants de citrouilles et entre les buttes
Désherbage manuel	
21/06	Désherbage manuel
28/06	Désherbage manuel
07/07	Désherbage manuel
18/07	Désherbage manuel
12/08	Désherbage manuel

Tableau 5. Description des opérations de désherbage réalisées en fonction des régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012.

Dates Opérations de désherbage 2012

Régie de sarclage pour fermes de grandes cultures

15/06 Désherbage mécanique, herse étrille
 22/06 Désherbage mécanique, dents en S avec socs pattes d'oie inversées
 29/06 Désherbage mécanique, dents en S et pattes d'oie
 05/07 Désherbage mécanique, pattes d'oie

Régie de sarclage pour fermes horticoles ou ASC

15/06 Désherbage mécanique, pattes d'oie et sarcleurs à doigts sur le rang
 22/06 Désherbage mécanique, pattes d'oie et sarcleurs à doigts sur le rang
 29/06 Désherbage mécanique, dents en S avec socs pattes d'oie inversées
 05/07 Désherbage mécanique, dents en S avec socs pattes d'oie inversées

Paillis biodégradable noir

22/06 Désherbage mécanique, dents en S et pattes d'oie entre les buttes
 29/06 Désherbage mécanique, dents en S et pattes d'oie entre les buttes

Désherbage manuel

15/06 Désherbage manuel
 22/06 Désherbage manuel
 29/06 Désherbage manuel
 05/07 Désherbage manuel

Paillis de seigle roulé

05/07 Désherbage manuel des mauvaises herbes qui dépassent le paillis de seigle roulé
 26/07 Désherbage manuel des mauvaises herbes qui dépassent le paillis de seigle roulé

4. Données expérimentales

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 d'autres insectes ravageurs, maladies ou désordres physiologiques.

Le décompte de CRC a été évalué sur 5 plants échantillonnés au hasard dans chaque parcelle, et ce, jusqu'à la floraison. Lorsque tous les plants d'un même cultivar ont eu au moins une fleur, le dépistage du nombre et des espèces de chrysomèles observées s'est poursuivi uniquement sur 5 fleurs mâles choisies aléatoirement dans chaque parcelle.

L'évaluation des dommages causés par la CRC a été réalisée à l'aide d'indices de défoliation sur les cinq 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 évaluée en attribuant une cote de 0 à 2 à chacun des plants de la parcelle (0 : plant sain; 1 : présentant des symptômes de FB; 2 : plant mort dû au FB). 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.

Les opérations de désherbage mécanique et manuel ont été chronométrées pour tous les traitements. Dans les parcelles désherbées mécaniquement, le type, le nombre et le stade phénologique des mauvaises herbes présentes dans un quadrat de 20 cm par 25 cm disposé entre 2 plants de citrouilles au hasard dans les parcelles et incluant le rang et l'entre-rang ont été évalués avant et après chaque opération de désherbage. Les 12 et 13 août 2011 et le 22 août 2012, un décompte final des mauvaises herbes a été réalisé dans toutes les parcelles. Un quadrat de 20 cm par 50 cm était disposé au hasard perpendiculaire au rang entre 2 plants de citrouilles. La moitié du quadrat (20 cm par 25 cm) incluait le rang et l'autre incluait l'entre-rang. Les mauvaises herbes ont été récoltées séparément sur le rang et l'entre-rang, comptées par espèce, mises au séchoir à 80 °C jusqu'à l'obtention d'un poids sec constant puis pesées.

Une évaluation de la biomasse du seigle a été réalisée le 31 mai 2012, la partie aérienne du seigle a été prélevée dans chacune des parcelles de seigle sur une superficie de 0,171 m².

La récolte a eu lieu à la maturité des graines dans les citrouilles, c'est-à-dire, lorsque, pour un cultivar donné, la majorité des graines étaient remplies et commençaient à se détacher du placenta. En 2011, le cultivar 'Snackjack' a été récolté le 19 septembre, le cultivar 'Kakai' le 3 octobre et le cultivar 'Styriaca' le 6 octobre. En 2012, le cultivar 'Snackface' a été récolté le 24 septembre et le cultivar 'Styriaca' le 10 octobre. Les citrouilles pourries ont été laissées au champ. Toutes les autres citrouilles ont été récoltées, comptées, mesurées et pesées. Un échantillon de 5 citrouilles représentatives de chaque parcelle a ensuite été sélectionné pour l'extraction des graines. Seules les graines remplies ont été extraites et séchées dans un séchoir à 50°C pendant environ 80 heures, en 2011; 36 heures en 2012 pour le cultivar 'Snackface' et 88 heures en 2012 pour le cultivar 'Styriaca'; le taux d'humidité des graines visé étant de 8 %. Les graines sèches ont ensuite été comptées et pesées.

5. Analyses statistiques

Pour l'analyse des variables de rendement, un modèle linéaire mixte normal a été ajusté au jeu de données. La procédure MIXED de la version 9.2 du logiciel SAS a été utilisée pour l'ajustement du modèle.

Pour l'analyse de la proportion de mortalité due au flétrissement bactérien, la procédure GLIMMIX a été utilisée afin d'ajuster un modèle linéaire mixte généralisé qui tienne compte de la distribution binomiale de la proportion.

Pour l'analyse des données de biomasse et densité des mauvaises herbes finales, la procédure GLIMMIX a été utilisée afin d'ajuster un modèle linéaire mixte généralisé qui tienne compte de la distribution de Poisson propre aux dénombrements.

2.2.1.2. Résultats et discussion

1. Implantation et développement des plants de différents cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo*, 2011 et 2012.

En 2011 et 2012, les plants des différents cultivars de citrouilles ont, en général, bien résisté à la transplantation. Suite à la transplantation, des larves de vers gris ont causé des dommages à certaines plantules, si bien que certaines d'entre elles ont dû être remplacées les 20 et 23 juin 2011 et les 11, 13, 14 et 15 juin 2012. Le 4 juillet 2011, un relevé de la mortalité des plants a de nouveau été effectué. Des plants morts ont été notés pour les trois cultivars de citrouilles à l'étude, sur des plants cultivés sur paillis biodégradable noir, des plants sarclés avec les sarcleurs horticoles et de grandes cultures ainsi que dans un témoin désherbé manuellement (Tableau 6). La cause de mortalité de ces plants n'a pas été identifiée. Il peut s'agir d'attaques tardives de vers gris, de plantules ayant souffert de la chaleur dégagée par le paillis biodégradable noir ainsi que de plants brisés suite aux opérations de désherbage ayant eu lieu le 28 juin. Les plants morts n'ont pas été remplacés, car la plantation avait été effectuée depuis trop longtemps pour que ceux-ci ne puissent rattraper le retard de croissance engendré par un séjour prolongé en multicellules. En 2012, certains plants ont été abîmés lors de sarclages de type grandes cultures et de type horticole ou ASC, et ils en sont morts (Tableau 7). Les plants n'ont pas été remplacés, car leur mort a été considérée comme faisant partie du traitement de désherbage. Aucun autre plant mort n'a été relevé dans les parcelles jusqu'au début du mois d'août, alors que les premiers cas de mortalité causée par le flétrissement bactérien ont été observés.

Tableau 6. Nombre de plants morts de citrouilles à graines sans tégument *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca') cultivées sous chaque régie de lutte aux mauvaises herbes, 2011.

Cultivar	Régie de désherbage	Nombre de plants morts ^a
'Kakai'	Paillis biodégradable noir	2
	Désherbage manuel	1
'Snackjack'	Type grandes cultures	1
'Styriaca'	Type horticole ou ASC	2
	Paillis biodégradable noir	4

^a Sur un total de 32 plants par traitement pour les cultivars 'Kakai' et 'Styriaca'; et un total de 52 plants par traitement pour le cultivar 'Snackjack'.

Tableau 7. Nombre de plants morts de citrouilles à graines sans tégument *Cucurbita pepo* 'Styriaca' cultivées sous chaque régie de lutte aux mauvaises herbes, 2012.

Cultivar	Régie de désherbage	Nombre de plants morts ^a
'Styriaca'	Type grandes cultures	3
	Type horticole ou ASC	1

^a Sur un total de 52 plants par traitement pour le cultivar 'Styriaca'.

En 2011, le stade de 5 feuilles a été atteint par 50 % des plants des cultivars 'Kakai' et 'Styriaca', le 23 juin, alors que ce même stade a été atteint par le cultivar 'Snackjack' le 27 juin (Tableau 8). Les trois cultivars de citrouilles ont atteint le stade de floraison en même temps, soit le 11 juillet. Tel qu'observé en 2009 et 2010, l'atteinte du stade de fructification a varié en fonction du cultivar de citrouilles. 'Snackjack' a atteint le stade de fructification le 11 juillet, 'Kakai' a atteint ce même stade une semaine

plus tard et 'Styriaca', deux semaines plus tard. Cela correspond aux caractéristiques des cultivars. En effet, le cultivar 'Styriaca' est dit prendre 135 jours pour parvenir à la maturité comparée à 100 et 90 jours, pour 'Kakai' et 'Snackjack' respectivement.

Pour un même cultivar, les dates d'atteinte des stades de croissance ont peu ou pas varié entre les traitements. Cependant, pour les parcelles enherbées et de paillis de seigle roulé, bien que les plants aient atteint les mêmes stades que dans les autres traitements, les nombres de fleurs et de fruits présents par plant sont demeurés inférieurs et les plants n'ont pas atteint pas la même grosseur.

Tableau 8. Chronologie des stades phénologiques atteints par 50 % des plants de trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), 2011.

Cultivar	Date/stade phénologique*		
	5F	FL	DFR
'Kakai'	23/06	11/07	18/07
'Snackjack'	27/06	11/07	11/07
'Styriaca'	23/06	11/07	25/07

*Stades phénologiques : 5F : 5 feuilles; FL : floraison; DFR : début fructification

En 2012, le stade 5 feuilles a été atteint par 50 % des plants le 21 juin pour les 2 cultivars à l'essai, 'Snackface' et 'Styriaca' (Tableau 9). Contrairement à ce qui avait été observé les années précédentes, il y a peu de différences entre les cultivars, seule la date de floraison diffère, 3 juillet pour 'Styriaca' et 10 juillet pour 'Snackface'. Cependant, le début de la fructification est semblable pour les 2 cultivars, le 18 juillet. Également, il y a peu de différences entre les dates d'atteinte des différents stades de croissance pour les différents traitements, à l'exception du traitement de paillis de seigle roulé pour lequel les plants accusent un retard de croissance notable. En début de saison, les plants se développent peu, le stade 5 feuilles a été atteint le 3 juillet en opposition au 21 juin pour les autres traitements (donnée non présentée). Étant donné leur petite taille, certains plants ont été complètement défoliés par de nombreux petits nombres de chrysomèles rayées du concombre. Le développement des plants de citrouille dans les parcelles de paillis de seigle roulé est demeuré médiocre tout au long de la saison. Les plants des parcelles enherbées n'ont pas atteint la grosseur des plants des autres parcelles, étant en compétition avec beaucoup de mauvaises herbes.

Tableau 9. Chronologie des stades phénologiques atteints par 50 % des plants de trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument *Cucurbita pepo* ('Snackface', 'Styriaca'), 2012.

Cultivar	Date/stade phénologique*		
	5F	FL	DFR
'Snackface'	21/06	10/07	18/07
'Styriaca'	21/06	03/07	18/07

* Stades phénologiques : 5F : 5 feuilles; FL : floraison; DFR : début fructification

2. Évaluation de six régies de désherbage pour différents cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo*, 2011 et 2012.

Expérimentation 2011

En 2011, à la fin de la saison, la presque totalité des espèces de mauvaises herbes répertoriées dans les parcelles enherbées, traitement qui représente le potentiel d'enherbement du site expérimental, était des annuelles (Tableau 10). Ceci est représentatif d'un site labouré et cultivé dans les années précédentes. Comme l'amarante à racine rouge (*Amaranthus retroflexus*) présente la plus haute biomasse (57 %) et qu'il s'agit d'une dicotylédone, les dicotylédones sont beaucoup plus représentées que les monocotylédones. Les trois autres espèces les plus fréquentes sont la digitale sanguine (*Digitaria sanguinalis*, 18 %), le chénopode blanc (*Chenopodium album*, 12 %) et la digitale astringente (*Digitaria ischaemum*, 8 %).

Tableau 10. Description des principales mauvaises herbes retrouvées dans les témoins enherbés à la fin de la saison et classification, par ordre d'importance en poids récolté Saint-Bruno-de-Montarville, 2011.

Nom commun	Nom latin	Classification	Cycle vital	Présence (%)
Amarante à racine rouge	<i>Amaranthus retroflexus</i>	dicotylédone	annuelle	56,68
Digitale sanguine	<i>Digitaria sanguinalis</i>	monocotylédone	annuelle	17,82
Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i>	dicotylédone	annuelle	12,37
Digitale astringente	<i>Digitaria ischaemum</i>	monocotylédone	annuelle	8,25
Panic capillaire	<i>Panicum capillare</i>	monocotylédone	annuelle	1,80
Echinochloa pied-de-coq	<i>Echinochloa crus-galli</i>	monocotylédone	annuelle	1,46
Pourpier potager	<i>Portulaca oleracea</i>	dicotylédone	annuelle	0,80
Sétaire glauque	<i>Setaria glauca</i>	monocotylédone	annuelle	0,68
Renouée scabre	<i>Polygonum scabrum</i>	dicotylédone	annuelle	0,12
Laiteron des champs	<i>Sonchus arvensis</i>	dicotylédone	vivace	0,02

Toutes les régies de contrôle des mauvaises herbes, à l'exception du paillis de seigle, ont permis une importante réduction de la densité et de la biomasse des mauvaises herbes en comparaison avec le traitement enherbé (Figure 1). L'utilisation du paillis biodégradable noir avec quelques opérations de désherbage additionnelles (Tableau 4) a résulté en une absence de mauvaises herbes en fin de saison. Les régies de sarclages mécaniques (type grandes cultures et horticole) ont permis un bon contrôle des mauvaises herbes. Le rang reste la section la plus difficile à sarcler de façon mécanique, et on observe une plus grande biomasse sur le rang que l'entre-rang (Figures 1 et 2). Aucun sarclage manuel n'a été effectué dans les parcelles de type grandes cultures, par contre, les sarclages mécaniques ont été suppléés par un désherbage manuel dans les parcelles de type horticole (Tableau 4).

Bien que les mauvaises herbes annuelles dicotylédones dominent la population dans l'entre-rang des parcelles enherbées, les mauvaises herbes annuelles monocotylédones présentent une biomasse plus importante que les dicotylédones dans les autres parcelles. Cette observation est aussi valide pour le traitement paillis de seigle. Bien que ce traitement n'ait pas permis de réduire de façon significative ($p \leq 0,1$) la biomasse totale des mauvaises herbes comparativement au témoin enherbé, il présente, dans l'entre-rang, une biomasse d'annuelles dicotylédones significativement plus basse que le témoin

enherbé, et ce, pour tous les cultivars ($p \leq 0,1$). Le paillis de seigle semble donc exercer un certain contrôle sur ce type de mauvaises herbes.

On observe légèrement plus de mauvaises herbes pour le cultivar 'Kakai' (Figure 2). Ce cultivar présente un plus haut taux de mortalité au flétrissement bactérien. Les plants de citrouille une fois bien établis offrent une bonne compétition aux mauvaises herbes en raison de l'abondance et la grandeur de leur feuillage. La mortalité de plants du cultivar 'Kakai' a pu réduire la compétition et permettre la croissance des mauvaises herbes.

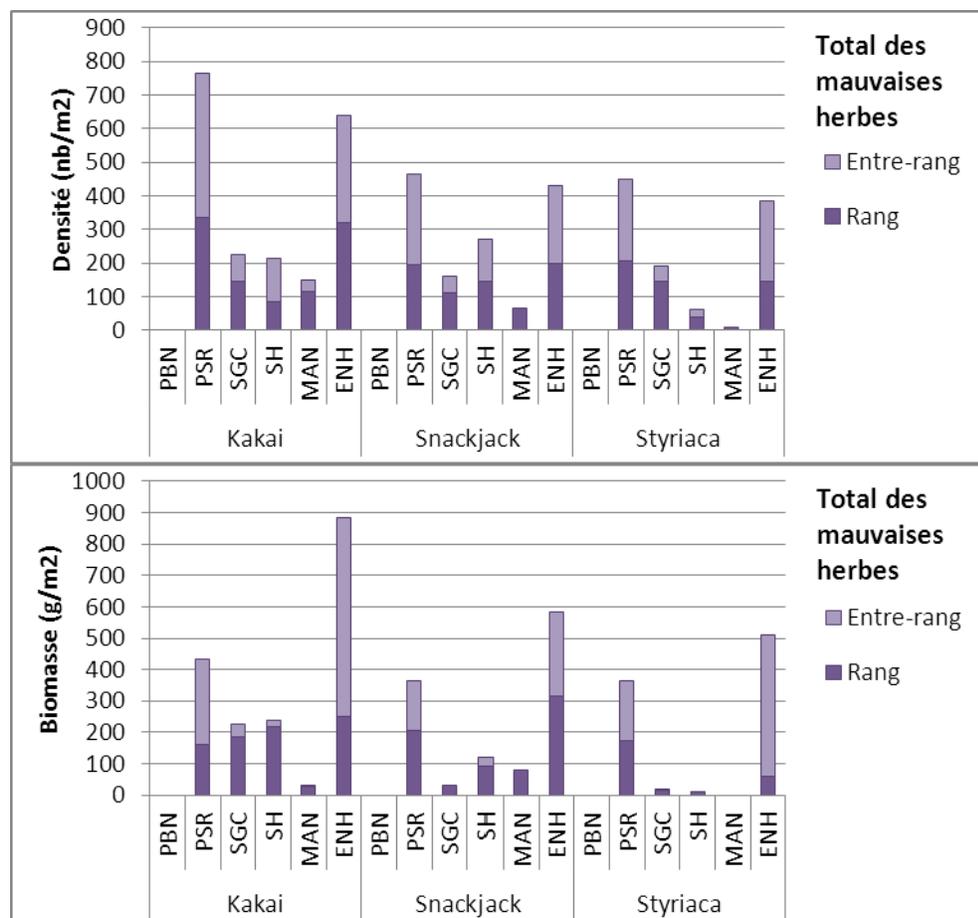


Figure 1. Caractéristiques (densité et biomasse) du total des mauvaises herbes présentes en fin de saison, sur le rang ou entre les rangs, en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', et 'Styriaca'), en 2011. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH))

sarclage manuel dans les parcelles de type horticole augmente de 3 à 4 fois le temps nécessaire au contrôle des mauvaises herbes.

Tableau 11. Pourcentages de répression des mauvaises herbes graminées (monocotylédones) et à feuilles larges (dicotylédones) après chaque opération de désherbage mécanique des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), des traitements de sarclage horticoles et de grandes cultures, 2011.

Date	Traitement	Cultivar	Monocotylédones					Dicotylédones				
			Cot	1F	2F	3F	4F	Cot	1F	2F	3F	4F
22/06	Type horticole	'Kakai'	100	100	100	100	∅	100	75	98	∅	∅
		'Snackjack'	∅	96	79	∅	∅	95	53	77	∅	∅
		'Styriaca'	∅	100	100	∅	∅	100	100	100	∅	∅
	Type grandes cultures	'Kakai'	100	94	36	∅	∅	100	75	63	∅	∅
		'Snackjack'	100	94	100	∅	∅	100	80	100	∅	∅
		'Styriaca'	∅	80	88	∅	∅	90	10	94	∅	100
23/06	Type grandes cultures	'Kakai'	∅	100	100	100	∅	∅	100	100	∅	100
		'Snackjack'	∅	100	100	100	∅	∅	100	100	∅	∅
		'Styriaca'	∅	100	100	∅	∅	100	100	100	∅	∅
	Type horticole	'Kakai'	∅	100	∅	∅	∅	73	100	100	∅	∅
		'Snackjack'	∅	100	67	92	100	79	100	62	50	58
		'Styriaca'	∅	100	100	100	∅	90	∅	∅	∅	∅
Type grandes cultures	'Kakai'	∅	100	∅	∅	∅	75	∅	∅	∅	∅	
	'Snackjack'	∅	100	∅	100	∅	100	∅	100	100	100	
	'Styriaca'	∅	100	∅	∅	∅	98	∅	0	∅	100	
07/07	Type horticole	'Kakai'	∅	0	∅	∅	100	75	100	33	100	100
		'Snackjack'	∅	50	∅	17	25	88	33	25	75	50
		'Styriaca'	∅	100	∅	∅	100	50	100	0	∅	0
	Type grandes cultures	'Kakai'	∅	88	25	∅	∅	67	∅	0	∅	∅
		'Snackjack'	∅	100	∅	∅	∅	92	50	67	∅	∅
		'Styriaca'	∅	100	38	100	∅	65	50	25	50	∅

∅ : aucune mauvaise herbe désherbée pour le stade phénologique

Tableau 12. Durée des opérations en fonction de différentes régies de lutte aux mauvaises dans parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', et 'Styriaca'), en 2011.

Régie de désherbage ^a	'Snackface' (h/ha)	'Kakai' (h/ha)	'Styriaca' (h/ha)
PBN	103	79	89
PSR	1	1	1
SGC	4	4	4
SH	32	26	25
MAN	160	183	146
ENH	0	0	0

^a Paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH).

Expérimentation 2012

En 2012, à la fin de la saison, six espèces de mauvaises herbes ont été répertoriées dans les parcelles enherbées (Tableau 13). Deux espèces dominent, le chénopode blanc (50 %), une dicotylédone, et la digitale astringente (40 %), une monocotylédone.

Toutes les régies de contrôle des mauvaises herbes, à l'exception du paillis de seigle, ont permis une importante réduction de la biomasse des mauvaises herbes en comparaison avec le traitement enherbé (Figure 3), et ce autant sur l'entre-rang que sur le rang (Figure 4). Pourtant, la biomasse du seigle, lors du roulage, se situait entre 6 et 9 t/ha (Tableau 14) ce qui a permis d'avoir une bonne couverture de la surface du sol. Par contre, en 2012, le traitement paillis de seigle a permis de réduire de façon significative ($p \leq 0,05$) la biomasse totale des mauvaises herbes dans l'entre-rang comparativement au témoin enherbé, pour les deux cultivars à l'essai, mais pas sur le rang ($p \geq 0,1$). En comparaison avec les résultats de 2011, on pourrait penser que l'ajout d'opérations de désherbage manuel à ce traitement (Tableau 5) est responsable de la diminution des mauvaises herbes dans l'entre-rang. La densité de mauvaises herbes pour les traitements de type grandes cultures et horticoles est aussi élevée que pour le témoin enherbé, mais comme les résultats de biomasse sont très bas on comprend qu'il s'agit de très petites mauvaises herbes présentes en grands nombres, et qu'elles n'ont eu aucune incidence sur la culture. Les régies de sarclages mécaniques (type grandes cultures et horticole) ont permis un bon contrôle des mauvaises herbes. De plus, en 2012, aucun désherbage manuel n'a été effectué dans la régie de désherbage horticole contrairement à 2011.

Tableau 13. Description des principales mauvaises herbes retrouvées dans les témoins enherbés à la fin de la saison et classification par ordre d'importance en poids récolté, 2012.

Nom commun	Nom latin	Classification	Cycle vital	Présence (%)
Chénopode blanc	<i>Chenopodium album</i>	dicotylédone	annuelle	50,34
Digitaire astringente	<i>Digitaria ischaemum</i>	monocotylédone	annuelle	39,68
Amarante à racine rouge	<i>Amaranthus retroflexus</i>	dicotylédone	annuelle	5,11
Petite herbe à poux	<i>Ambrosia artemisiifolia</i>	dicotylédone	annuelle	4,28
Digitaire sanguine	<i>Digitaria sanguinalis</i>	monocotylédone	annuelle	0,42
Renouée persicaire	<i>Polygonum persicaria</i>	dicotylédone	annuelle	0,16

Tableau 14. Biomasse aérienne du seigle avant roulage dans les parcelles de paillis de seigle de chacun des trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', 'Styriaca'), 2012.

Cultivar	Biomasse (t/ha) ^a
'Snackjack'	6,9 (1,1)
'Styriaca'	8,3 (1,0)

^a Données présentées avec leur écart-type entre parenthèses

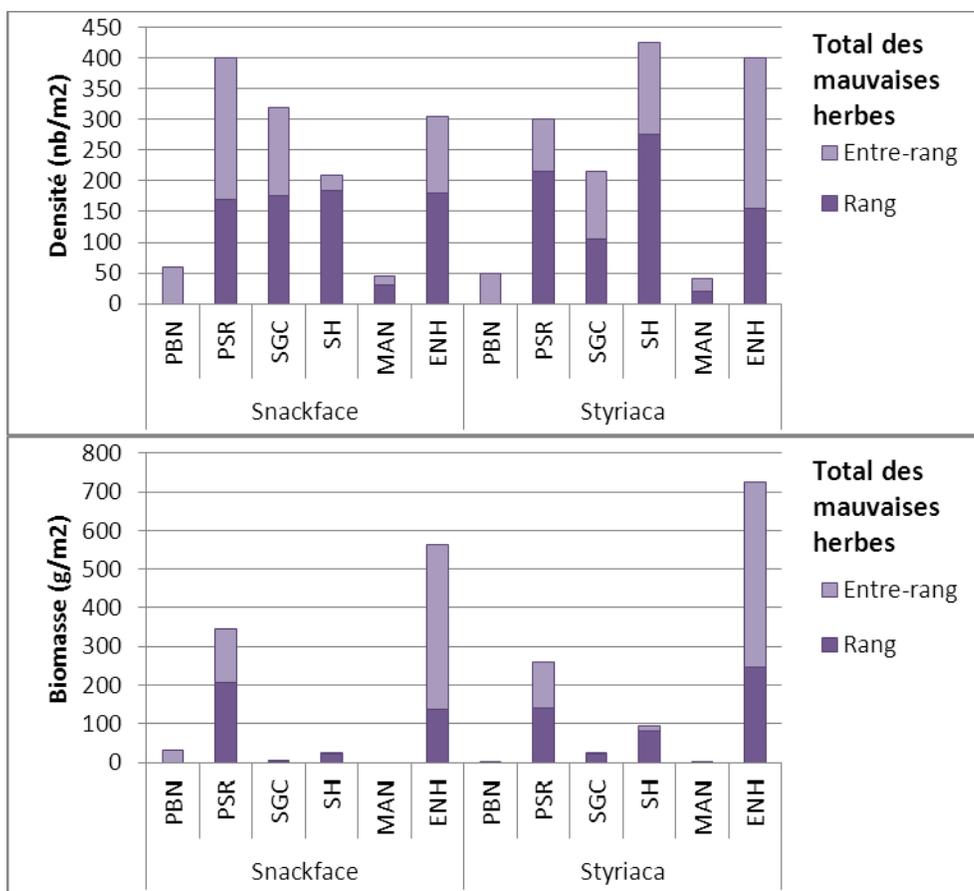


Figure 3. Caractéristiques (densité et biomasse) du total de mauvaises herbes présentes en fin de saison, sur le rang ou entre les rangs, en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface' et 'Styriaca'), en 2012. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH))

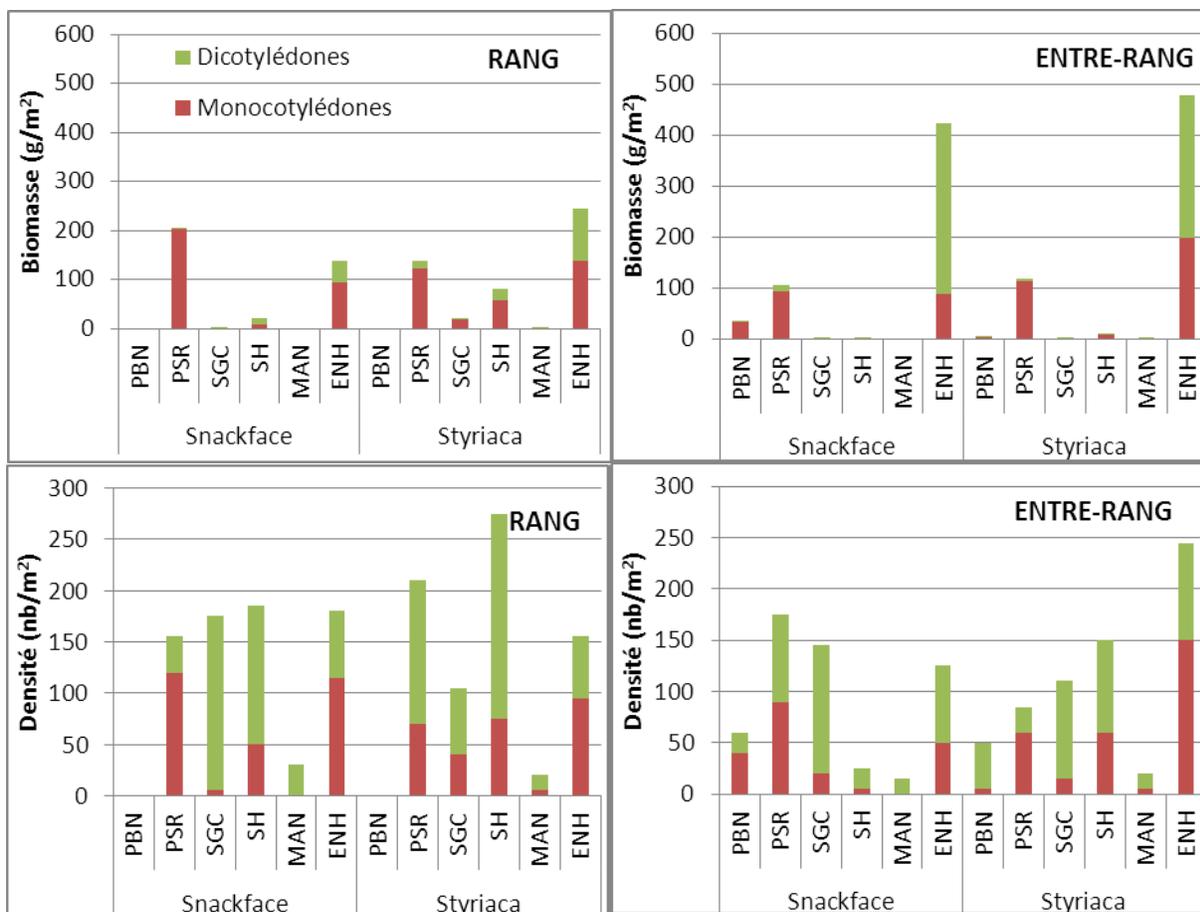


Figure 4. Caractéristiques (densité et biomasse) des populations des mauvaises herbes annuelles présentes en fin de saison, sur le rang ou entre les rangs, en fonction des différentes régies de lutte aux mauvaises herbes dans des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', et 'Styriaca'), en 2012. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH))

L'efficacité des sarclages mécaniques varie entre 20 et 100 % (Tableau 15). Les sarclages mécaniques ont souvent été très performants avec une majorité des sarclages donnant 100 % d'efficacité. Le premier sarclage de type horticole a été moins efficace pour le cultivar 'Styriaca'. Cette observation est contraire à ce qui avait été observé en 2011, où les sarclages de type horticole avaient été très efficaces pour 'Styriaca' et moins efficace pour le cultivar 'Snackjack'. La faible efficacité du sarclage de type horticole, pour le cultivar 'Styriaca', n'est pas répétée pour les sarclages suivants, il s'agit donc probablement d'un événement circonstanciel. Par ailleurs, les sarclages effectués le 29 juin, autant pour le traitement de type horticole que de grandes cultures, se distinguent des autres dates par leurs efficacités plus basses.

Le temps nécessaire au contrôle des mauvaises herbes diffère entre les traitements (Tableau 16). Étant donné que des opérations de désherbage manuel ont été ajoutées à la régie sous paillis de seigle (Tableau 4), le temps alloué aux opérations de contrôle des mauvaises herbes de ce traitement a rejoint celui de la régie de désherbage manuel, comparativement à 2011. Le temps d'opération pour le paillis biodégradable noir est très semblable à ceux des régies de sarclage de type grandes cultures et horticoles, car aucune opération de désherbage manuel n'a été effectuée en 2012, comparativement à

2011, où deux désherbages manuels ont été réalisés. Cela permet de souligner, une fois de plus, que le nombre de sarclages manuels influence énormément la durée totale des opérations de répression des mauvaises herbes. Les résultats démontrent clairement que l'utilisation de sarcleurs mécaniques, autant de type grandes cultures que de type horticole, permet de faire un gain de temps considérable.

Tableau 15. Pourcentages de répression des mauvaises herbes graminées (monocotylédones) et à feuilles larges (dicotylédones) après chaque opération de désherbage mécanique des parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface' 'Styriaca'), des traitements de sarcleurs horticoles et de grandes cultures, 2012.

Date	Traitement	Cultivar	Monocotylédones					Dicotylédones				
			Cot	1F	2F	3F	4F	Cot	1F	2F	3F	4F
15/06	Type horticole	'Snackface'	∅	100	100	∅	0	100	100	100	∅	100
		'Styriaca'	100	49	49	∅	∅	50	∅	∅	∅	100
	Type grandes cultures	'Snackface'	100	50	100	∅	∅	100	∅	100	∅	∅
		'Styriaca'	100	94	100	100	∅	100	∅	100	∅	∅
22/06	Type horticole	'Snackface'	∅	∅	100	100	∅	100	∅	100	∅	100
		'Styriaca'	∅	100	100	100	100	∅	∅	100	∅	∅
	Type grandes cultures	'Snackface'	∅	100	100	100	100	100	∅	100	∅	100
		'Styriaca'	∅	67	100	100	100	100	∅	100	∅	∅
29/06	Type horticole	'Snackface'	∅	50	∅	∅	0	59	∅	∅	∅	100
		'Styriaca'	∅	50	∅	∅	∅	21	∅	∅	∅	∅
	Type grandes cultures	'Snackface'	∅	50	∅	∅	∅	54	∅	∅	∅	∅
		'Styriaca'	∅	0	100	∅	∅	67	∅	∅	∅	∅
05/07	Type horticole	'Snackface'	100	100	∅	100	∅	100	100	100	∅	∅
		'Styriaca'	100	100	∅	∅	100	100	100	∅	∅	100
	Type grandes cultures	'Snackface'	∅	100	∅	∅	∅	100	∅	100	∅	∅
		'Styriaca'	100	100	∅	∅	100	100	100	100	∅	∅

∅ : aucune mauvaise herbe désherbée pour le stade phénologique

Tableau 16. Durée des opérations en fonction de différentes régies de lutte aux mauvaises dans parcelles de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', et 'Styriaca'), en 2012.

Régie de désherbage ^a	'Snackface' (h/ha)	'Styriaca' (h/ha)
PBN	6	4
PSR	271	159
SGC	6	4
SH	7	5
MAN	230	170
ENH	1	1

^a Paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH).

À la lumière des résultats obtenus en 2011 et 2012 sur différents cultivars de citrouilles à graines sans tégument, il est possible d'affirmer qu'il existe plusieurs options intéressantes pour assurer un bon contrôle des mauvaises herbes. Les régies de sarclages manuels, de type grandes culture ou horticole, l'utilisation de paillis biodégradable noir sont toutes des techniques qui ont permis un contrôle adéquat dans les parcelles expérimentales. Les sarclages mécanisés (type horticole et grandes cultures) se démarquent par le gain de temps qu'ils permettent. En 2012, le paillis biodégradable noir a nécessité une durée des opérations de répression des mauvaises herbes semblable aux sarclages mécanisés.

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

Le dépistage de la CRC et le suivi de la défoliation des plants permettent de dresser un portrait de l'évolution de l'activité et de l'abondance de ce ravageur ainsi que des dommages qu'il occasionne sur les différents cultivars de citrouilles (Figures 5 à 8). 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 ont moins de 5 feuilles, seuil au-delà duquel il faut lutter contre la CRC pour prévenir l'incidence du flétrissement bactérien.

En 2011, les premières CRC ont été observées le 27 juin, soit au moment où la presque totalité des citrouilles avait atteint le stade de 5 feuilles (Tableau 8 et Figure 5). Les pulvérisations de kaolin (Surround® WP), une argile fine ayant un effet répulsif contre les insectes herbivores, ont probablement contribué à retarder les attaques de la CRC. Les populations de CRC ont atteint un pic le 4 juillet et sont demeurées présentes sur les plants et les fleurs de citrouilles jusqu'à la fin de la période de prise de données, soit le 22 août. Pendant toute la saison, les populations ont été plus importantes sur les plants de citrouilles du cultivar 'Kakai', suivi du cultivar 'Styriaca' et du cultivar 'Snackjack'. La défoliation a suivi la même tendance en étant plus importante sur les plants du cultivar 'Kakai', suivi de 'Styriaca' et de 'Snackjack' (Figure 7). Ces observations avaient également été effectuées pour l'attraction des trois cultivars pour la CRC en 2009 et 2010.

En 2012, tout comme en 2011, les premières CRC ont été observées lorsque les plants avaient atteint le stade 5 feuilles, le 21 juin (Figure 6). Les CRC ont premièrement été observées sur les plants du cultivar 'Styriaca', mais elles ont rapidement été aussi nombreuses sur les plants du cultivar 'Snackface'. Les populations sont demeurées semblables entre les deux cultivars tout au long de la saison. Pour les deux cultivars, le nombre de CRC par unité dépistée, soit un plant ou une fleur, n'a pas dépassé 6 individus, ce qui est semblable à ce qui a été observé pour les cultivars 'Snackjack' et 'Styriaca' en 2011. 'Snackface'

semble donc présenter un attrait semblable à ces deux autres cultivars pour la CRC. Comme en 2011, le pic des populations a été atteint au début juillet (le 3), particulièrement pour le traitement de paillis biodégradable noir. Par la suite, les populations ont diminué tout en demeurant présentes jusqu'à la fin de la période de prise de données, soit le 31 juillet. Conformément à ce qui a été observé pour les populations de CRC, la défoliation a été semblable entre les deux cultivars (Figure 8). De plus, on y note une tendance à la hausse observée pour le traitement paillis biodégradable noir.

À l'exception d'un pic d'abondance plus prononcé dans le traitement de paillis biodégradable noir le 4 juillet 2011, notamment pour les cultivars 'Kakai' et 'Snackjack' et le 3 juillet 2012 pour les cultivars 'Snackface' et 'Styriaca', aucun traitement de désherbage n'a semblé avoir un effet plus attractif qu'un autre pour la CRC. L'intensité de la défoliation des plants de citrouilles n'a pas non plus varié de façon importante en fonction des traitements de désherbage effectués.

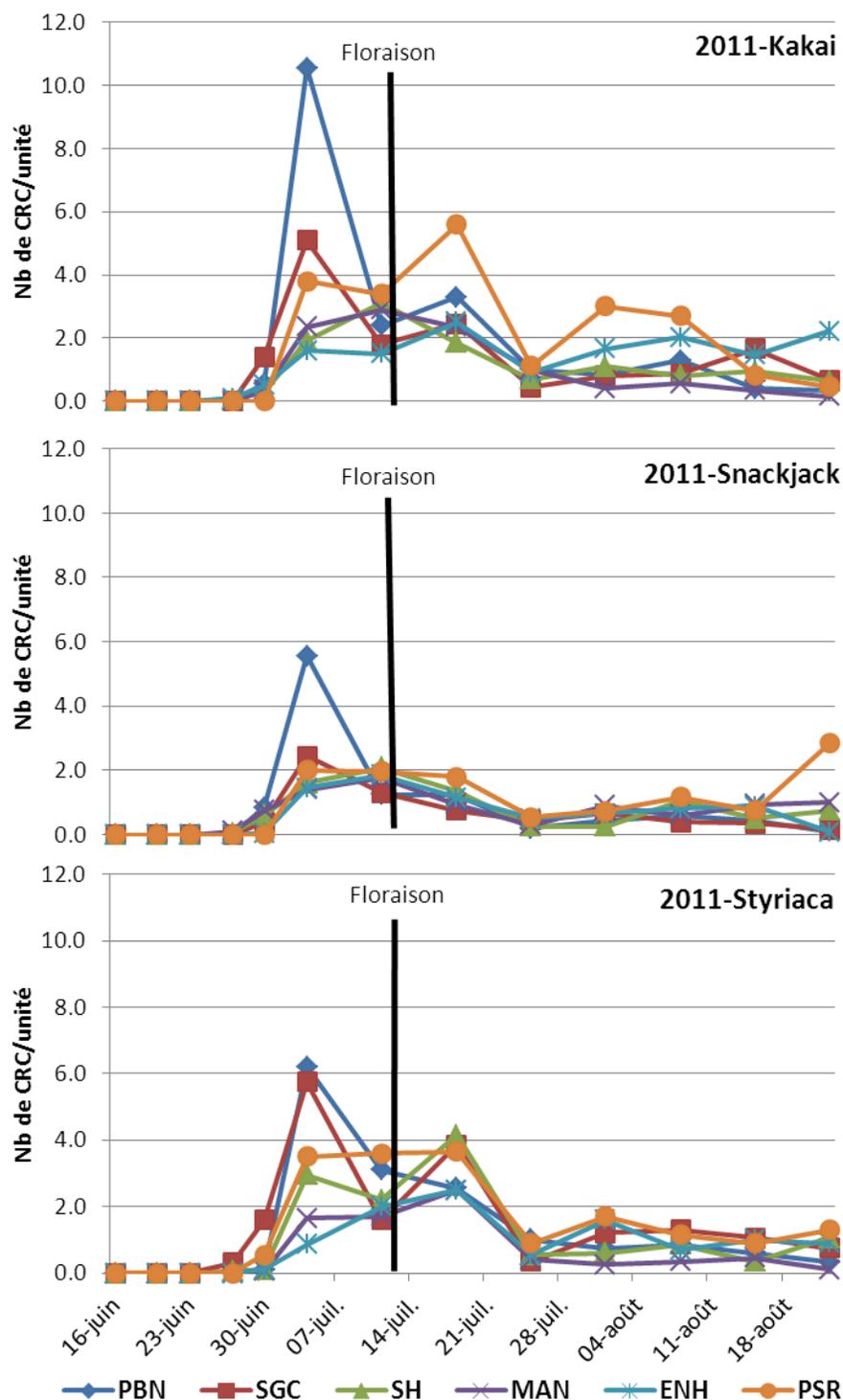


Figure 5. Nombre moyen de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) par plant (avant la floraison) et par fleur (après le début de la floraison atteint par tous les plants) de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo*, pour trois cultivars 'Kakai', 'Snackjack' et 'Styriaca', cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011 (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).

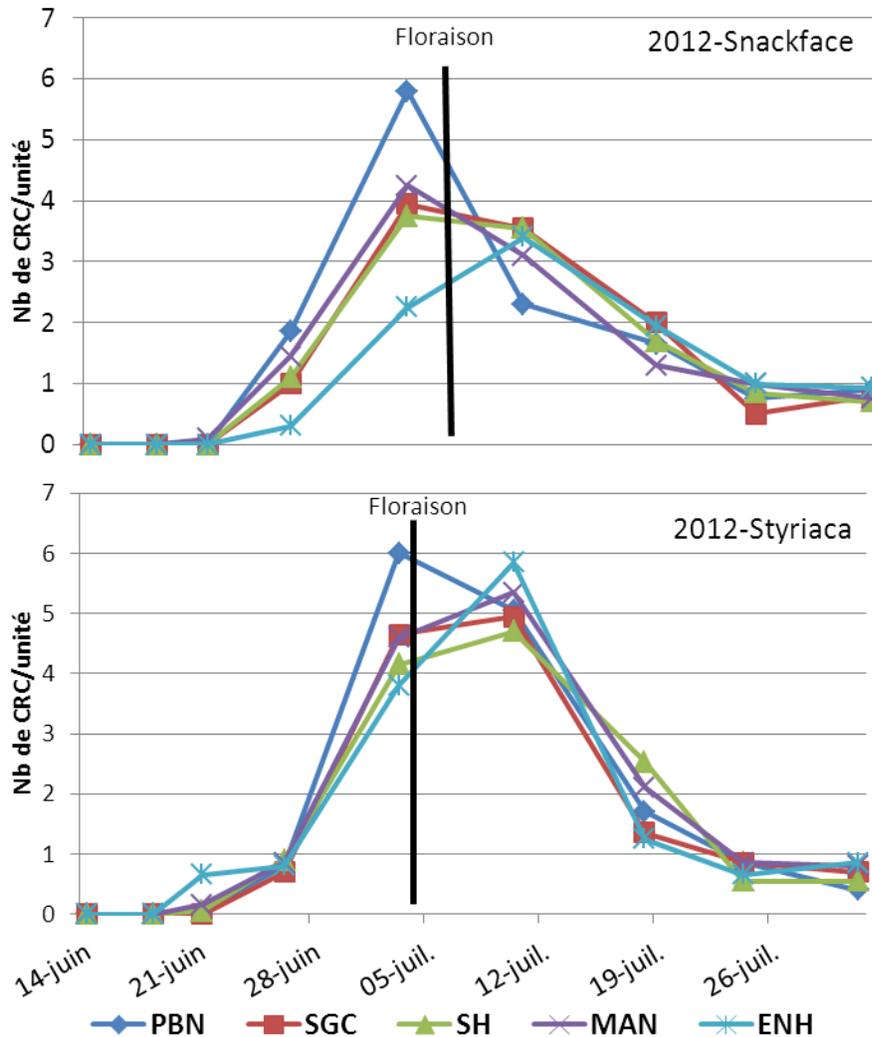


Figure 6. Nombre moyen de chrysomèles rayées du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) par plant (avant la floraison) et par fleur (après le début de la floraison atteint par tous les plants) de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo*, pour deux cultivars 'Snackface' et 'Styriaca', cultivés sous cinq régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012 (paillis biodégradable noir (PBN), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).
En raison du faible développement des plants, les données du traitement paillis de seigle roulé (PSR) ne sont pas présentées.

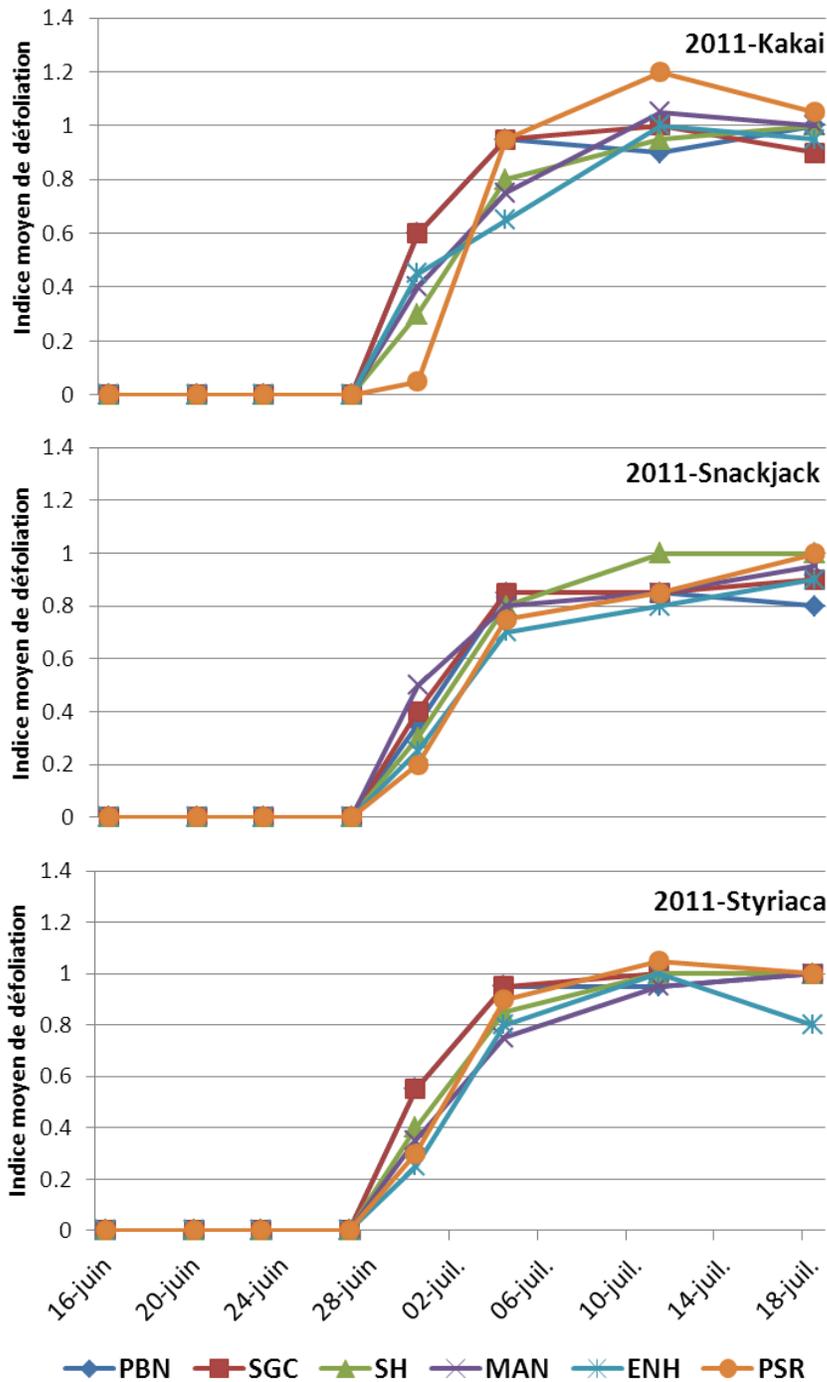


Figure 7. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* pour trois cultivars 'Kakai', 'Snackjack' et 'Styriaca', cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011 (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)). (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)

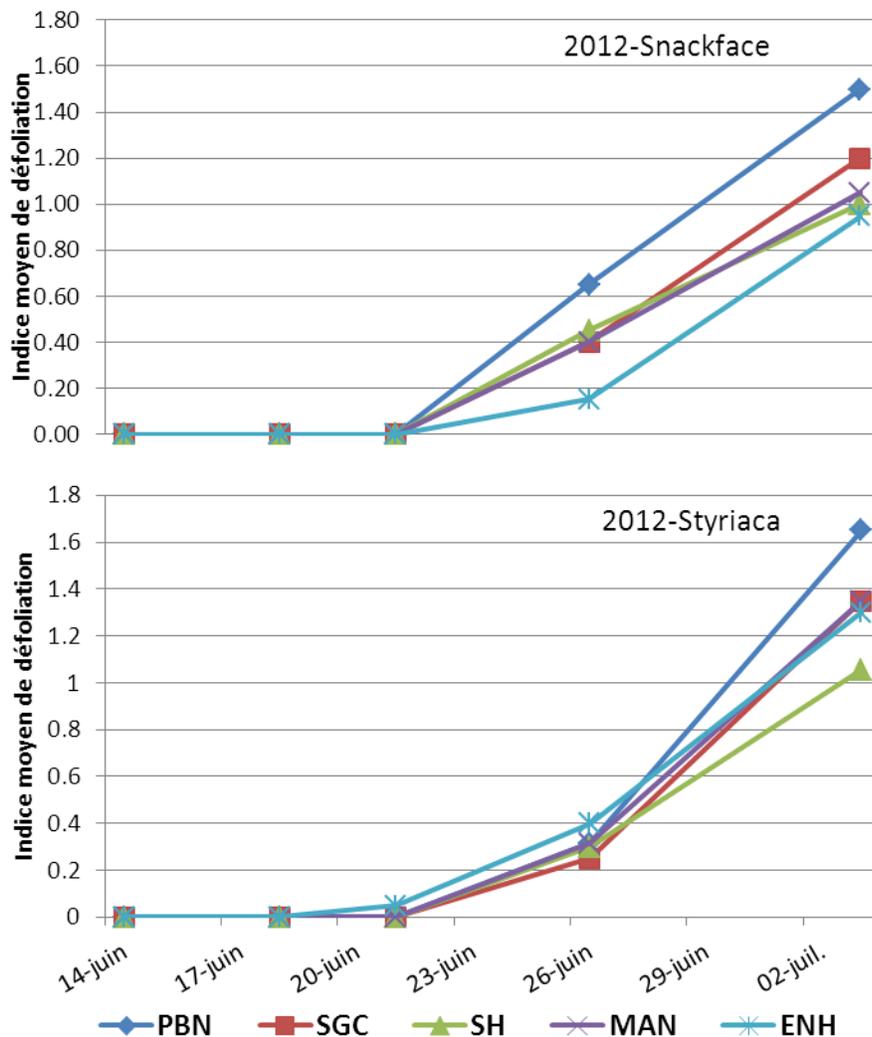


Figure 8. Suivi de la défoliation causée par la chrysomèle rayée du concombre (CRC, *Acalymma vittatum*) sur des plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* pour deux cultivars 'Snackface' et 'Styriaca', cultivés sous cinq régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012 (paillis biodégradable noir (PBN), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)). (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)
En raison du faible développement des plants, les données du traitement paillis de seigle roulé (PSR) ne sont pas présentées.

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

En 2011, les premiers cas de flétrissement bactérien ont été relevés le 18 juillet, sur des plants du cultivar 'Kakai' dans le paillis de seigle roulé (Tableau 17). Cependant, la majorité des cas ont été déclarés le 25 juillet, et ce, pour les trois cultivars de citrouilles à l'étude. Aucun plant mort n'a été observé dans le cultivar 'Snackjack'. Le cultivar 'Kakai' s'est montré très sensible au flétrissement bactérien, son pourcentage moyen de plants morts variant de 20 à 50 % des plants. Le cultivar 'Styriaca'

a semblé modérément sensible, en affichant une mortalité variant de 0 à 15 % des plants. Aucune différence significative entre les pourcentages de mortalité des plants cultivés sous les différentes régies de lutte aux mauvaises herbes n'a été déclarée ($p \geq 0,1$). Ces résultats confirment les observations réalisées lors des premiers travaux réalisés en 2009 et 2010.

En 2012, les premiers cas de flétrissement bactérien ont été observés le 24 juillet sur des plants des deux cultivars à l'essai (Tableau 18). Suite à cette date, le nombre de plants présentant des symptômes n'a pas cessé d'augmenter pour atteindre à la mi-août des pourcentages variant entre 38 et 85. Malgré ces pourcentages élevés, il y a eu très peu de mortalité en raison du flétrissement bactérien (moins de 5 %), et ce, pour les deux cultivars. Comme en 2011, il ne semble pas y avoir de liens apparents entre les traitements de désherbage et l'occurrence du flétrissement bactérien.

Tableau 17. Dates d'apparition et pourcentage de mortalité causée par le flétrissement bactérien sur les plants des trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011.

Cultivar	Traitement	Date d'apparition du FB	Mortalité (%)
'Kakai'	Paillis biodégradable noir	25/07	20
	Type grandes cultures	25/07	50
	Type horticole ou ASC	25/07	43
	Désherbage manuel	25/07	30
	Témoin enherbé	25/07	25
	Paillis de seigle roulé	18/07	35
'Snackjack'	Paillis biodégradable noir	Jamais	0
	Type grandes cultures	Jamais	0
	Type horticole ou ASC	Jamais	0
	Désherbage manuel	25/07	0
	Témoin enherbé	25/07	0
	Paillis de seigle roulé	25/07	0
'Styriaca'	Paillis biodégradable noir	25/07	0
	Type grandes cultures	25/07	3
	Type horticole ou ASC	25/07	5
	Désherbage manuel	25/07	10
	Témoin enherbé	25/07	6
	Paillis de seigle roulé	25/07	15

Aucune différence significative entre les traitements.

Tableau 18. Dates d'apparition et pourcentage de mortalité causée par le flétrissement bactérien sur les plants des deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', 'Styriaca'), cultivés sous cinq régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012.

Cultivar	Traitement	Date d'apparition du FB	Plants présentant des symptômes (%)	Mortalité (%)
'Snackface'	Paillis biodégradable noir	24/07	76.9	1.9
	Type grandes cultures	30/07	66.5	0
	Type horticole ou ASC	30/07	78.1	0
	Désherbage manuel	30/07	59.6	1.9
	Témoin enherbé	30/07	57.7	1.9
'Styriaca'	Paillis biodégradable noir	30/07	59.6	1.9
	Type grandes cultures	30/07	38.3	4.0
	Type horticole ou ASC	24/07	84.6	0
	Désherbage manuel	24/07	46.2	0
	Témoin enherbé	24/07	65.4	0

Aucune différence significative entre les traitements.

Note : En raison du faible développement des plants, les données du traitement paillis de seigle roulé ne sont pas présentées.

5. Évaluation du rendement des cultivars de citrouilles à graines sans tégument à l'essai en 2011 et 2012

Rendement commercialisable : fruits et graines

Expérimentation 2011

Les résultats concernant le nombre de citrouilles commercialisables et le poids moyen des citrouilles reflètent relativement bien les différences attendues entre les cultivars. En 2011, il y a eu significativement plus de fruits par m² dans le cultivar 'Snackjack', comparativement aux deux autres cultivars. Ce cultivar produit un nombre plus élevé de citrouilles par plant et ces dernières sont plus petites, ayant un poids moyen variant de 0,5 à 1 kg, ce qui correspond aux observations de 2011. En fait, en 2011, les citrouilles de ce cultivar ont pratiquement toutes atteint 1,0 kg sauf celles récoltées dans le témoin enherbé (0,9 kg) et celles dans le paillis de seigle roulé (0,6 kg) (Tableau 19).

En 2011, le cultivar 'Snackjack' a obtenu un rendement en graines significativement supérieur aux deux autres cultivars (Figure 9, Tableau 19). Ce cultivar produit des graines plus petites que les deux autres cultivars, mais il en contient beaucoup plus par fruit. En conséquence, il n'y a pas de différence significative entre les trois cultivars, en ce qui concerne le poids des graines par citrouille. Les rendements pour ce cultivar ont été approximativement de 1000 kg/ha voire même plus pour tous les traitements à l'exception des parcelles suivantes : témoin enherbé et paillis de seigle roulé. De plus, dans le témoin désherbé manuellement, le rendement en graines de citrouille s'est avéré être presque trois fois plus élevé pour le cultivar 'Snackjack', avec un poids moyen de 1244 kg/ha, comparativement aux cultivars 'Kakai' et 'Styriaca', avec respectivement 415 et 432 kg/ha. La plus petite densité de plantation des cultivars 'Kakai' et 'Styriaca' (6667 plants/ha) comparée à 'Snackjack' (10 833 plants/ha) contribue en grande partie à cette différence notable. Un autre facteur est sans doute la plus grande mortalité de 'Kakai' et 'Styriaca' dû au flétrissement bactérien alors que 'Snackjack' semble moins attirante pour la CRC et également moins sensible au flétrissement bactérien.

En théorie, le cultivar ‘Styriaca’ produit de plus grosses citrouilles, mais en plus petite quantité que les deux autres cultivars. En 2011, les citrouilles du cultivar ‘Styriaca’ étaient significativement plus grosses que les deux autres cultivars. Cependant, le cultivar ‘Styriaca’ n’a pas produit significativement moins de citrouilles que le cultivar ‘Kakai’. Cette observation peut en partie être expliquée par le fait que les citrouilles du cultivar ‘Kakai’ n’ont pas atteint leur potentiel de rendement maximum, car les plants ont été grandement affectés par le flétrissement bactérien. Malgré tout, le poids moyen par citrouille du cultivar ‘Kakai’ a atteint 2,87 kg dans le témoin désherbé manuellement, ce qui correspond au calibre de ce cultivar (2 à 4 kg). Les plants du cultivar ‘Styriaca’ ont aussi, dans une moindre mesure, été affectés par le flétrissement bactérien causant jusqu’à 10 % de mortalité dans les parcelles désherbées manuellement (Tableau 17). Le cultivar ‘Styriaca’ a obtenu un poids de 1000 graines légèrement supérieur à celui du cultivar ‘Kakai’. Cependant, aucune différence significative n’a été observée entre les cultivars ‘Kakai’ et ‘Styriaca’, pour le rendement en graines sèches.

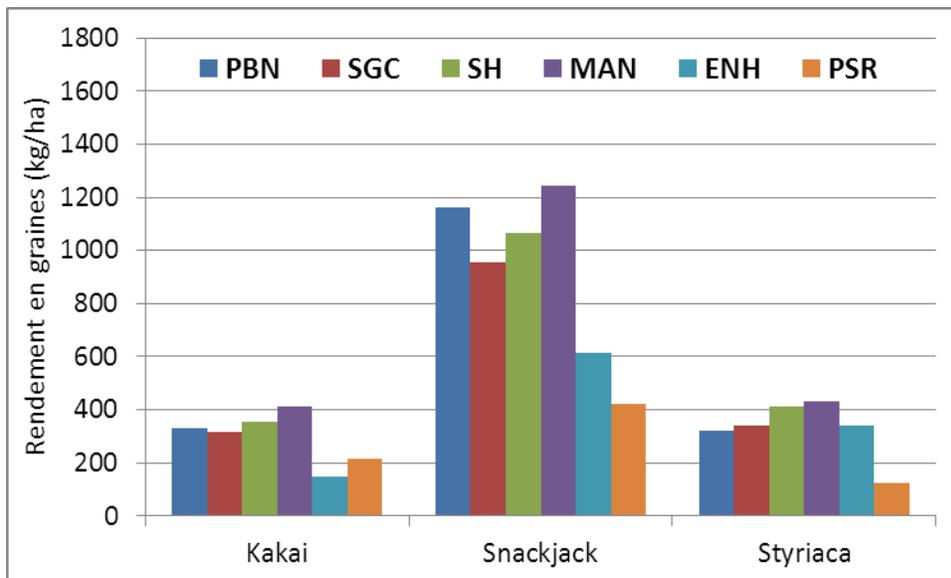


Figure 9. Rendement en graines (kg/ha) de plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* (‘Kakai’, ‘Snackjack’, ‘Styriaca’), cultivées sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2011 (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH)).

Tableau 19. Rendement et composantes du rendement des plants de trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Kakai', 'Snackjack', 'Styriaca'), cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes (paillis biodégradable noir, paillis de seigle, sarclage de type grandes cultures, sarclage de type horticole ou ASC, désherbage manuel et enherbé), 2011.

Cultivar	Traitement	Nombre de citrouilles commercialisables ^a (nb/m ²)	Rendement citrouilles commercialisables ^a (kg/ha)	Poids moyen par citrouille ^a (kg)	Poids des graines par citrouille ^a (g/citrouille)	Poids de 1000 graines ^a (g/1000 graines)	Rendement en graines ^a (kg/ha)
'Kakai'	Type horticole	0,65 (0,12)	16 206 (3 249)	2,5 (0,3)	50,8 (6,9)	165,3 (14,9)	355,0 (87,3)
	Type grandes cultures	0,56 (0,12)	14 871 (3 249)	2,6 (0,3)	51,4 (6,7)	168,6 (14,5)	317,6 (86,2)
	Paillis de seigle	0,52 (0,12)	10 500 (3 249)	2,0 (0,3)	38,5 (6,7)	167,2 (14,5)	215,8 (86,2)
	Paillis biodégradable noir	0,77 (0,12)	17 884 (3 249)	2,2 (0,3)	37,6 (6,9)	164,6 (14,9)	329,3 (87,3)
	Désherbage manuel	0,67 (0,12)	19 384 (3 249)	2,9 (0,3)	62,4 (6,6)	167,4 (14,2)	414,6 (85,5)
	Témoin enherbé	0,42 (0,12)	9 630 (3 249)	2,4 (0,30)	34,9 (7,5)	152,8 (16,1)	146,0 (91,1)
'Snackjack'	Type horticole	1,96 (0,12)	19 306 (3 249)	1,0 (0,03)	54,5 (6,6)	145,2 (14,2)	1064,6 (113,8)
	Type grandes cultures	2,19 (0,12)	21 854 (3 249)	1,0 (0,03)	43,9 (6,6)	136,1 (14,2)	953,5 (113,8)
	Paillis de seigle	1,42 (0,12)	8 760 (3 249)	0,6 (0,03)	29,7 (6,6)	113,9 (14,2)	420,7 (113,8)
	Paillis biodégradable noir	2,35 (0,12)	24 116 (3 249)	1,0 (0,03)	47,1 (6,6)	114,8 (14,5)	1161,2 (113,8)
	Désherbage manuel	2,35 (0,12)	22 641 (3 249)	1,0 (0,03)	51,6 (6,6)	121,3 (14,2)	1244,0 (113,8)
	Témoin enherbé	1,46 (0,12)	12 674 (3 249)	0,9 (0,03)	41,8 (6,6)	125,2 (14,2)	612,3 (113,8)
'Styriaca'	Type horticole	0,75 (0,12)	28 329 (3 249)	4,0 (0,30)	55,5 (6,6)	186,4 (14,2)	410,8 (85,5)
	Type grandes cultures	0,67 (0,12)	32 038 (3 249)	4,7 (0,30)	49,2 (6,6)	185,9 (14,2)	339,5 (85,5)
	Paillis de seigle	0,31 (0,12)	7 228 (3 249)	2,2 (0,30)	38,3 (7,5)	165,2 (16,1)	122,7 (91,1)
	Paillis biodégradable noir	0,73 (0,12)	31 152 (3 249)	4,4 (0,30)	43,9 (6,6)	180,5 (14,2)	323,0 (85,5)
	Désherbage manuel	0,73 (0,12)	32 951 (3 249)	4,5 (0,30)	60,2 (6,6)	191,1 (14,2)	432,2 (85,5)
	Témoin enherbé	0,60 (0,12)	21 909 (3 249)	3,8 (0,30)	58,1 (6,6)	161,20 (14,5)	337,9 (85,5)

PBN VS MAN	ns	ns	*	***	ns	ns
PBN VS ENH	**	*	ns	ns	ns	ns
PSR VS SGC	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PSR VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PSR VS MAN	ns	**	**	***	ns	*
PSR VS ENH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS ENH	ns	ns	ns	*	ns	ns
SH VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SH VS ENH	ns	*	ns	*	ns	*
MAN VS ENH	ns	**	ns	***	ns	**

‘Snackjack’

PBN vs PSR	***	***	***	*	ns	***
PBN VS SGC	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS SH	***	ns	ns	ns	*	ns
PBN VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS ENH	***	***	***	ns	ns	***
PSR VS SGC	***	***	***	*	ns	***
PSR VS SH	***	**	***	***	*	***
PSR VS MAN	***	***	***	**	ns	***
PSR VS ENH	ns	ns	***	ns	ns	ns
SGC VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	*
SGC VS ENH	***	**	***	ns	ns	**
SH VS MAN	**	ns	ns	ns	ns	ns
SH VS ENH	***	*	***	ns	ns	***
MAN VS ENH	***	**	**	ns	ns	***

‘Styriaca’

PBN vs PSR	**	***	***	ns	ns	*
PBN VS SGC	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS MAN	ns	ns	ns	*	ns	ns
PBN VS ENH	ns	**	ns	*	ns	ns
PSR VS SGC	**	***	***	ns	ns	*
PSR VS SH	**	***	***	*	ns	**
PSR VS MAN	**	***	***	**	ns	**
PSR VS ENH	*	***	***	**	ns	*
SGC VS SH	ns	ns	*	ns	ns	ns
SGC VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS ENH	ns	**	**	ns	ns	ns

SH VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SH VS ENH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
MAN VS ENH	ns	**	*	ns	*	ns

^a Les données présentées sont les moyennes qui tiennent compte des variations du modèle avec leur erreur type entre parenthèses.

^b NS; *; **; ***: non significatif; significatif à $p \leq 0,1$; $p \leq 0,05$ et $p \leq 0,01$ respectivement

^c PBN : paillis biodégradable noir, PSR : paillis de seigle, SGC : de type grandes cultures, SH : de type horticole ou ASC, MAN : désherbage manuel et ENH : enherbé.

Expérimentation 2012

En 2012, si l'on ne considère pas les traitements enherbé et paillis de seigle roulé, le cultivar 'Styriaca' a produit entre 0,95 et 1,2 fruit par mètre carré (ou entre 1 et 1,3 fruit par plant), ce qui correspond à ce qui est attendu pour ce cultivar (entre 1 et 2 citrouilles par plant) (Tableau 20). Par contre, tout comme en 2011, le poids moyen par fruit est largement inférieur à ce qui est attendu, environ 4 kg comparé à 7 kg. Tout de même, ce cultivar a produit entre 65 et 75 g de graines sèches par fruit et les rendements en graines se situent entre 700 et 800 kg de graines sèches/ha. Pour le cultivar 'Snackface', le poids moyen obtenu correspond aux caractéristiques de ce cultivar, soit environ 1 kg par fruit. Elle a produit environ 2,5 fruits par mètre carré. Les fruits contenaient entre 60 et 65 g de graines sèches et des rendements de 1 360 à 1 670 kg de graines sèches/ha ont été obtenus.

Le cultivar 'Styriaca' a produit des citrouilles significativement plus lourdes et obtenu un rendement en fruits supérieur à 'Snackface' ($p \leq 0,01$). Par contre, le cultivar 'Snackface' a produit un nombre supérieur de citrouilles par mètre carré ($p \leq 0,01$), et bien qu'il n'y ait pas de différence significative entre les cultivars quant au poids des graines par citrouille ($p \geq 0,1$), 'Snackface' présente un rendement en graines significativement supérieur au cultivar 'Styriaca' ($p \leq 0,05$). Le rendement maximal en graines a été atteint par le cultivar 'Snackface' dans les traitements de paillis biodégradable noir et de désherbage manuel. Si l'on ne tient pas compte du traitement de paillis de seigle roulé, le rendement le plus bas de 'Snackface' (801 kg/ha pour le traitement enherbé) est semblable au plus haut rendement du cultivar 'Styriaca' (815 kg/ha pour le traitement de désherbage manuel) (Figure 10).

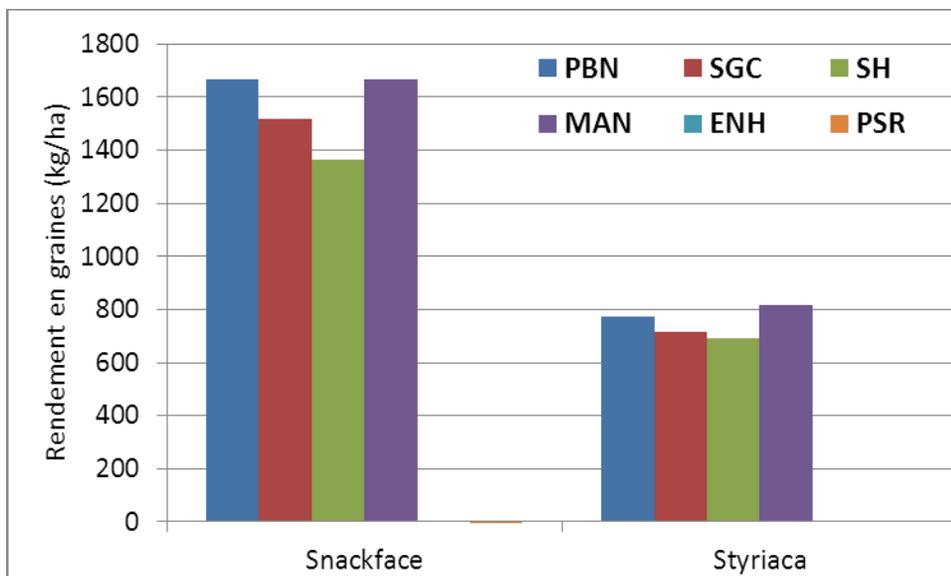


Figure 10. Rendement en graines (kg/ha) de plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', 'Styriaca'), cultivées sous six régies de lutte aux mauvaises herbes, 2012. (paillis biodégradable noir (PBN), paillis de seigle roulé (PSR), de type grandes cultures (SGC), de type horticole ou ASC (SH), désherbage manuel (MAN) et enherbé (ENH))

Tableau 20. Rendement et composantes du rendement des plants de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* ('Snackface', 'Styriaca'), cultivés sous six régies de lutte aux mauvaises herbes (paillis biodégradable noir, paillis de seigle, sarclage de type grandes cultures, sarclage de type horticole ou ASC, désherbage manuel et enherbé), 2012.

Cultivar	Traitement	Nombre de citrouilles commercialisables ^a (nb/m ²)	Rendement citrouilles commercialisables ^a (kg/ha)	Poids moyen par citrouille ^a (kg)	Poids des graines par citrouille ^a (g/citrouille)	Poids de 1000 graines ^a (g/1000 graines)	Rendement en graines ^a (kg/ha)
'Snackface'	Type horticole	2,33 (0,17)	23 052 (3 964)	1,0 (0,2)	59,5 (6,3)	151,3 (12,1)	1363 (158)
	Type grandes cultures	2,35 (0,17)	24 578 (3 964)	1,1 (0,2)	64,4 (6,3)	153,0 (12,1)	1520 (158)
	Paillis de seigle roulé	0,15 (0,17)	1 119 (3 964)	0,2 (0,2)	15,6 (9,3)	74,7 (18,1)	-28 ^b (202)
	Paillis biodégradable noir	2,58 (0,17)	28 092 (3 964)	1,1 (0,2)	64,0 (6,1)	155,4 (11,8)	1666 (156)
	Désherbage manuel	2,50 (0,17)	24 666 (3 964)	1,0 (0,2)	65,7 (6,1)	175,6 (11,8)	1665 (156)
	Enherbé	1,53 (0,17)	12 702 (3 964)	0,9 (0,2)	58,8 (6,1)	145,6 (11,8)	801 (156)
'Styriaca'	Type horticole	0,95 (0,17)	35 006 (3 964)	3,7 (0,2)	71,9 (6,1)	198,3 (11,8)	694 (156)
	Type grandes cultures	0,98 (0,17)	39 673 (3 964)	4,1 (0,2)	74,7 (6,1)	198,1 (11,8)	718 (156)
	Paillis de seigle roulé	0,03 (0,17)	331 (3 964)	0,4 (0,2)	5,3 (12,7)	34,5 (24,3)	4 (233)
	Paillis biodégradable noir	1,20 (0,17)	52 638 (3 964)	4,5 (0,2)	65,4 (6,1)	188,3 (11,8)	775 (156)
	Désherbage manuel	1,15 (0,17)	50 562 (3 964)	4,5 (0,2)	72,6 (6,1)	196,9 (11,8)	815 (156)
	Enherbé	0,58 (0,17)	13 197 (3 964)	2,1 (0,2)	41,8 (6,3)	152,4 (12,1)	255 (158)
Sources de variation		Probabilités					
Cultivar		0,0006	0,0039	<0,0001	0,7066	0,1340	0,0214
Méthode de désherbage		<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Cultivar VS méthode de désherbage		<0,0001	0,0029	<0,0001	0,2356	0,0678	0,0918
Contrastes							
Cultivar:							
'Snackface' VS 'Styriaca'		***	***	***	NS	NS	**

	Nombre de citrouilles commer- cialisables (nb/m ²)	Rendement commer- cialisable (kg/ha)	Poids moyen par citrouille (kg)	Poids des graines par citrouille (g/citrouille)	Poids de 1000 graines (g/1000 graines)	Rendement en graines (kg/ha)
Contrastes ^c	^c NS; *, **, ***: non significatif; significatif à p ≤ 0,1; p ≤ 0,05 et p ≤ 0,01 respectivement					
Méthode de désherbage ^d :						
PBN VS PSR	***	***	***	***	***	***
PBN VS SGC	*	**	ns	ns	ns	ns
PBN VS SH	*	***	**	ns	ns	ns
PBN VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS ENH	***	***	***	***	**	***
PSR VS SGC	***	***	***	***	***	***
PSR VS SH	***	***	***	***	***	***
PSR VS MAN	***	***	***	***	***	***
PSR VS ENH	***	***	***	***	***	***
SGC VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS ENH	***	***	***	***	**	***
SH VS MAN	ns	**	**	ns	ns	*
SH VS ENH	***	***	***	***	**	***
MAN VS ENH	***	***	***	***	***	***
Méthode de désherbage par cultivar:						
'Snackface'						
PBN VS PSR	***	***	***	***	***	***
PBN VS SGC	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	*
PBN VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS ENH	***	***	ns	ns	ns	***
PSR VS SGC	***	***	***	***	***	***
PSR VS SH	***	***	***	***	***	***
PSR VS MAN	***	***	***	***	***	***
PSR VS ENH	***	**	***	***	***	***
SGC VS SH	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
SGC VS ENH	***	**	ns	ns	ns	***
SH VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	*
SH VS ENH	***	*	ns	ns	ns	***
MAN VS ENH	***	**	ns	ns	**	***

'Styriaca'

PBN VS PSR	***	***	***	***	***	***
PBN VS SGC	ns	**	ns	ns	ns	ns
PBN VS SH	ns	***	***	ns	ns	ns
PBN VS MAN	ns	ns	ns	ns	ns	ns
PBN VS ENH	***	***	***	***	**	***
PSR VS SGC	***	***	***	***	***	***
PSR VS SH	***	***	***	***	***	***
PSR VS MAN	***	***	***	***	***	***
PSR VS ENH	***	**	***	***	***	ns
SGC VS SH	ns	ns	*	ns	ns	ns
SGC VS MAN	ns	**	ns	ns	ns	ns
SGC VS ENH	**	***	***	***	***	**
SH VS MAN	ns	***	***	ns	ns	ns
SH VS ENH	**	***	***	***	***	**
MAN VS ENH	**	***	***	***	***	***

^a Les données présentées sont les moyennes qui tiennent compte des variations du modèle avec leur erreur type entre parenthèses.

^b Une valeur négative n'est pas possible, mais la moyenne est ajustée au modèle, et l'intervalle de confiance comprend quand même le zéro.

^c NS; *, **, ***: non significatif; significatif à $p \leq 0,1$; $p \leq 0,05$ et $p \leq 0,01$ respectivement.

^d PBN : paillis biodégradable noir, PSR : paillis de seigle roulé, SGC : de type grandes cultures, SH : de type horticole ou ASC, MAN : désherbage manuel et ENH : enherbé.

Impact des stratégies de désherbage

Expérimentation 2011

Les méthodes de désherbage ont eu un impact considérable sur l'ensemble des composantes du rendement, à l'exception du poids de 1000 graines. Le témoin enherbé, soit le traitement représentant le potentiel maximal d'enherbement du site, ainsi que le traitement de paillis de seigle roulé sont les traitements ayant obtenu les plus faibles rendements en fruits et en graines. En théorie, il est possible de détruire du seigle d'automne, pour en faire un paillis, par un passage de rouleau crêpeur effectué au printemps lorsque 50 % des plants ont atteint le stade d'anthèse. Or, dans le cadre de cette expérience, un seul passage de rouleau crêpeur n'a pas suffi à détruire complètement le seigle. Ainsi, les repousses de seigle observées au cours de la saison ont pu entrer en compétition avec les plants de citrouilles, notamment pour la lumière. Aussi, le seigle a des propriétés allélopathiques qui ont pu nuire à la croissance et au développement des citrouilles. De plus, en raison du type de sol, de sa fertilité et du taux de semis, le seigle n'avait pas une biomasse assez importante au printemps pour obtenir un paillis dense et contrôler efficacement les mauvaises herbes durant toute la saison de croissance des citrouilles. Vers le milieu de l'été, beaucoup de mauvaises herbes sont apparues dans les parcelles de seigle roulé. Ces dernières ont donc pu, elles aussi, affecter la croissance des plants de citrouilles.

Les citrouilles cultivées sur paillis biodégradable noir ainsi que les citrouilles sarclées avec les sarclours de type horticole et de type grandes cultures ont obtenu de bons rendements en fruits et en graines. Le témoin désherbé manuellement a obtenu, en moyenne, le meilleur rendement en graines pour les trois

cultivars de citrouilles à l'étude. Cependant, la différence ne s'est avérée significative que pour la comparaison simple entre ce traitement et celui des citrouilles sarclées avec les sarcleurs de type grandes cultures. Aucune différence significative n'a été observée lors des comparaisons simples entre les traitements de citrouilles cultivées sur paillis biodégradable noir et ceux de citrouilles sarclées avec les sarcleurs de type horticole et de type grandes cultures, en ce qui a trait au rendement en citrouilles commercialisables et au rendement en graines. Ces trois traitements semblent donc permettre de contrôler efficacement les mauvaises herbes et d'obtenir des rendements optimaux.

L'interaction entre les facteurs cultivar et désherbage est significative pour les variables suivantes : nombre de citrouilles commercialisables (nb/m^2), poids moyen par citrouille et rendement en graines (kg/ha). En examinant les contrastes de l'effet des méthodes de désherbage pour chaque cultivar, il apparaît que les méthodes de désherbage ont eu un impact plus prononcé avec le cultivar 'Snackjack'. En effet, le nombre de citrouilles commercialisables, le poids des graines par citrouille et, par conséquent, le rendement en graines des citrouilles cultivées sur paillis de seigle roulé et dans le témoin enherbé, sont de beaucoup inférieurs à ceux obtenus avec les citrouilles cultivées sur paillis biodégradable noir ainsi que celles sarclées avec les sarcleurs de type horticoles et de type grandes cultures (Figure 9, Tableau 19).

Expérimentation 2012

En 2012, les méthodes de désherbage ont eu un impact considérable sur l'ensemble des composantes du rendement (Tableau 20). Le traitement de paillis de seigle roulé a obtenu des résultats significativement inférieurs à tous les autres traitements, incluant le témoin enherbé, pour chacune des variables et pour les deux cultivars à l'essai, avec une seule exception. Les rendements en graines du cultivar 'Styriaca' ne sont pas significativement différents entre le témoin enherbé et les parcelles de paillis de seigle roulé. Pour le cultivar 'Snackface', le traitement enherbé est significativement différent des autres traitements pour le nombre de citrouilles par m^2 , les rendements en fruits commercialisables et en graines par hectare, mais pas pour le poids moyen par citrouille, le poids des graines par citrouille ou le poids des 1000 graines. Ce qui veut dire que les citrouilles présentes dans les parcelles enherbées sont semblables aux citrouilles trouvées dans les autres traitements de désherbage (sauf paillis de seigle roulé), mais elles sont présentes en moins grand nombre, ce qui explique l'impact sur les rendements en fruits et en graines. Ceci est vrai pour 'Snackface', mais pas 'Styriaca'. Le cultivar 'Snackface' présente un plus petit calibre et un moins grand nombre de jours à maturité que le cultivar 'Styriaca'. Ces caractéristiques ont probablement permis aux fruits de 'Snackface' dans les parcelles enherbées d'atteindre le calibre final et la maturité plus facilement que ceux du cultivar 'Styriaca'. Ces résultats démontrent qu'en 2012, les parcelles qui n'ont pas été désherbées ont obtenu un meilleur rendement que les parcelles du traitement de paillis de seigle roulé qui ont été désherbées manuellement à deux reprises.

Pour les deux cultivars à l'essai, pour chacune des variables analysées, il n'y a pas de différence significative entre les traitements paillis biodégradable noir et désherbage manuel ($p \geq 0,1$). Ces deux régies de contrôle des mauvaises herbes ont donc le même impact sur les rendements. De façon générale, il y a peu de différences significatives entre les régies de désherbage pour le cultivar 'Snackface', outre les traitements paillis de seigle roulé et enherbé. Le seul traitement à présenter des différences significatives avec d'autres est le sarclage de type horticole ou ASC. Le rendement en graines sèches est significativement plus bas pour le traitement de sarclage de type horticole que pour les traitements de désherbage manuel et de paillis biodégradable noir ($p \leq 0,1$). Pour le cultivar 'Styriaca', on note des différences significatives entre les mêmes traitements, mais pour les variables du poids

moyen par citrouille et du rendement en fruits ($p \leq 0,01$), il n'y a pas de différence significative au niveau du rendement en graines. Pour ce cultivar, le traitement de sarclage de type grandes cultures a également obtenu des fruits avec un poids moyen significativement différent des traitements de désherbage manuel et paillis biodégradable noir ($p \leq 0,05$), il s'agit de la seule variable pour laquelle il y a une différence significative entre ces traitements.

En 2012, l'interaction entre les facteurs cultivar et désherbage est significative pour les variables suivantes : nombre de citrouilles commercialisables (nb/m²), rendement en citrouilles commercialisables (kg/ha) et poids moyen par citrouille. Aucune différence significative de cette interaction ne s'est manifestée au niveau du rendement en graines.

Rendement non commercialisable

En 2011 et en 2012, quelques citrouilles non commercialisables ont été laissées au champ, pour cause de pourriture et d'immaturation des fruits. Des cas de gale, d'œdème, de dommages de larves de CRC et d'oiseaux ont aussi été répertoriés, mais sans être assez importants pour entraîner le rejet du fruit, et ces cas étaient plutôt rares. En comparaison avec le cultivar 'Snackjack', les citrouilles des cultivars 'Kakai' et 'Styriaca' présentaient davantage de graines de citrouille non remplies qui ont été éliminées lors des opérations d'extraction et de nettoyage des graines. Ces deux cultivars exigent un plus grand nombre de jours pour atteindre la maturité ce qui pourrait expliquer cette observation.

2.2.2. VOLET « Production biologique de graines de citrouilles pour les graines : une ferme en grandes cultures et une en ASC »

Ferme de grandes cultures

Une parcelle de citrouilles à graines sans tégument du cultivar 'Styriaca' a été établie sur une ferme biologique de grandes cultures de la Montérégie-Ouest. Le cultivar 'Styriaca' a été sélectionné, car il se prête bien à l'extraction d'huile, caractéristique attrayante pour des producteurs de grandes cultures, mais aussi en raison de son port buissonnant et son plus gros calibre, par rapport aux cultivars 'Snackface' et 'Snackjack', ce qui le rend intéressant pour une production de grandes cultures et une récolte mécanisée. La parcelle a été établie le 7 juin, douze rangs de 50 m de long ont été semés. L'espacement entre les rangs était de 1,5 m, l'espacement sur le rang était de 0,3 m, et la profondeur de semis était de 3,8 cm. L'apport fertilisant a été fait à l'aide d'Acti-sol® mis à même le sillon du semis au taux de 2500 kg d'Acti-Sol®/ha pour un équivalent de 115 kg N/ha.

Le producteur a réalisé un passage de herse-étrille 2 jours après le semis afin d'effectuer un premier contrôle des mauvaises herbes. Par contre, le taux de germination a été nul. Plusieurs facteurs ont été soulevés pour expliquer cette piètre performance. En premier lieu, il faut souligner l'absence de tégument sur la semence du cultivar 'Styriaca', ce qui rend la semence sensible et susceptible aux attaques de pathogènes et insectes ravageurs. En effet, le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ a confirmé la présence de larves de mouches des semis (*Delia platura*), et il a détecté la présence d'un champignon pathogène, *Papulaspora* sp. sur des semences recueillies le 15 juin, 8 jours après le semis. Aussi, l'application d'Acti-Sol® directement dans le sillon du semis a peut-être contribué à l'absence de germination, mais ceci reste à confirmer. Ces observations confirment à nouveau la nécessité d'inclure un traitement phytosanitaire au moment du semis afin de protéger les semences et assurer une levée adéquate.

Ferme ASC

Une parcelle de citrouille à graines sans tégument du cultivar 'Snackjack' a été établie sur une ferme biologique d'agriculture soutenue par la communauté (ASC) de la Montérégie-Ouest. Le cultivar 'Snackjack' a été sélectionné, car son petit calibre (environ 1 kg) convient bien à la distribution dans les paniers et facilite sa vente dans des marchés publics. De plus, la chair de cette citrouille peut être cuisinée, ce qui rend l'achat d'une citrouille entière encore plus attrayante pour le consommateur. Le site a été préparé par le producteur. Une application de fumier de poulet frais (9 t/ha) a été faite au mois d'août de l'année précédente, suivie d'un semis d'engrais vert d'avoine. Au printemps, le sol a été travaillé par un passage de cultivateur (chisel) suivi d'un passage de vibroculteur. Un paillis biodégradable noir Biotelo® (122 cm de largeur et 15 microns d'épaisseur) et un système goutte-à-goutte ont été installés. Les plants de 'Snackjack' ont été préparés dans les serres de l'IRDA à Saint-Hyacinthe. Le semis a été fait le 22 mai dans des plateaux de 72 cellules dans un terreau de transplantation biologique Lambert. La parcelle a été établie le 7 juin, les plants ont été transplantés sur 1 rang de 30 m de long. L'espacement entre les rangs était de 1,5 m, et l'espacement sur le rang était de 0,3 m. Avant la transplantation, les plants ont reçu une pulvérisation de Surround® WP (25 kg/ha; 500 l/ha) pour les protéger contre la chrysome rayée du concombre. Suite à la transplantation, la protection contre les CRC s'est faite par l'utilisation d'un filet agronomique qui a couvert les plants jusqu'à la floraison. Les plants ont été irrigués 2 fois par semaine pendant une heure. Trois passages de bêche à roue dans l'entre-rang et de bêche manuelle sur le bord du paillis ont été faits ainsi qu'un désherbage manuel en septembre pour contrôler les mauvaises herbes.

La récolte a eu lieu le 9 septembre 2012. Le nombre de citrouilles, ainsi que le diamètre et la hauteur de tous les fruits ont été notés. Une sélection aléatoire de 13 fruits a été faite afin d'évaluer le rendement en fruits et en graines. Ces fruits ont été pesés, puis égrainés, seules les graines remplies ont été extraites. Les graines ont été séchées à 50°C pendant 36 h. Les graines sèches ont par la suite été comptées et pesées.

Les plants ont eu un bon développement tout au long de la saison. Cette culture s'est bien insérée à l'intérieur de la régie des autres cucurbitacées de l'entreprise, et n'a pas occasionné de problème au niveau de la gestion au champ. Sur les 101 plants établis, un seul plant est mort. À la récolte, les plants ne présentaient pas de symptômes de flétrissement bactérien ou de virus. Les données de rendement sont présentées dans le tableau 21. Les citrouilles avaient un poids moyen de 0,98 kg, ce qui correspond aux caractéristiques du cultivar, un diamètre moyen de 128 mm et une hauteur moyenne de 128 mm. Il y avait en moyenne 2,9 citrouilles par mètre carré et elle contenait en moyenne 50 g de graines sèches, ce qui correspondrait en un rendement de 29 043 citrouilles/ha et 1337 kg de graines sèches/ha.

Tableau 21. Rendement et composantes du rendement des plants de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* 'Snackjack', ferme ASC de la Montérégie-Ouest, 2012.

Nombre de citrouilles commercialisables (nb/m ²)	Rendement de citrouilles commercialisables (kg/ha)	Poids moyen par citrouille (kg)	Poids par graines citrouille (g/citrouille)	Poids des graines par 1000 graines (g/1000 graines)	Rendement de graines en (kg/ha)
2,9	28 472	0,98	50	122,9	1337

Les citrouilles ont été distribuées dans les paniers hebdomadaires, et une quarantaine de fruits a été vendue au marché de Sainte-Anne-de-Bellevue au prix de 2,50 \$. Une dégustation s'est tenue au marché le 29 septembre 2012 alors que les citrouilles étaient disponibles pour la vente au kiosque de l'entreprise. Après avoir dégusté les graines de citrouille « Snackjack », plusieurs personnes se sont rendues au kiosque de l'entreprise pour acheter une ou des citrouilles. La plupart des consommateurs ont été très étonnés et enthousiastes de découvrir ce type de graines de citrouille qui leur était inconnu. Plusieurs étaient également curieux de savoir où il était possible de s'approvisionner de ces graines de citrouille. Selon le producteur, un plus grand nombre de citrouilles aurait pu être vendu au marché, car ils ont eu des demandes les semaines suivantes, qu'ils n'ont pu combler.

2.2.3. VOLET « Évaluation de traitements de semences »

2.2.3.1. Introduction

En 2009 et 2010, les piètres résultats des semis nous ont permis de mettre en évidence un défi pour le développement de cette nouvelle production : l'implantation de la culture par le semis au champ de ces graines de citrouille sans tégument. Étant donné que ces graines de citrouille ne possèdent pas d'enveloppe, elles sont plus sensibles aux diverses conditions physiques du sol, telles que la température, l'humidité, le pH, mais aussi plus vulnérables aux attaques par les agents pathogènes et les insectes vivant dans le sol. Tous ces facteurs peuvent diminuer le pourcentage de germination ou encore interférer dans la levée. De plus, dans la littérature, les études montrent que les rendements sont meilleurs avec la transplantation (Bavec et al., 2002 et Bavec et al., 2007). Finalement, pour que la production de graines de citrouille soit une avenue potentielle pour des fermes de grandes cultures, le taux de réussite du semis devient incontournable.

Le troisième volet des travaux de 2012 consistait donc à explorer des pistes de solution pour améliorer la levée des semis en champ. Pour ce faire, une étude sur les traitements de semences a été réalisée. Dans un premier temps, des essais en conditions contrôlées ont été réalisés afin d'effectuer une première évaluation des techniques sélectionnées. Suite à cela, des essais au champ ont permis de valider ou d'invalider les observations effectuées en conditions contrôlées. Ces travaux ont tenté de répondre aux questions suivantes :

- 1) Quel est le pourcentage de germination des semences de citrouilles à graines sans tégument dans différents types de substrat et sans traitement de semences?
- 2) Quels sont les agents pathogènes responsables de la fonte de semis et présents dans les différents types de substrat utilisés?
- 3) Quelle est la période d'imbibition optimale pour la prégermination des semences du cultivar 'Styriaca'?
- 4) Quel est le pourcentage de germination pour des semences prégermées suite à une imbibition de 24 heures?
- 5) Est-ce que l'enrobage permet de créer une barrière physique pour protéger la semence ?
- 6) Est-ce que la prégermination et l'utilisation de biofongicides lors du semis au champ permettent d'avoir une meilleure levée des semences ?

2.2.3.2. Évaluation du pourcentage de germination de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument (*Cucurbita pepo*) 'Styriaca' et 'Snackjack', dans différents substrats et détermination des agents pathogènes présents.

Matériel et méthodes

Dans un premier temps, le potentiel de germination de deux cultivars de citrouilles, 'Snackface' et 'Styriaca', a été évalué dans trois types de substrats : du sol agricole, du sol agricole stérilisé, et du

terreau transplanteur Fafard 3/1 biologique. Le sol agricole utilisé a été prélevé à l'automne 2011 sur une parcelle cultivée en citrouilles durant l'été, sur la Plateforme d'innovation en agriculture biologique. Le sol a ensuite été entreposé en chambre froide à 4 °C. L'utilisation du sol agricole permet d'identifier les agents pathogènes responsables de la fonte des semis et leurs impacts sur la germination et la survie des plantules. Une partie du sol agricole a subi une double stérilisation en autoclave comprenant deux cycles de 55 minutes à 121 °C et 15 livres de pression. La stérilisation du sol permet d'évaluer l'impact de facteurs d'origine abiotique du sol. L'utilisation du terreau permet d'évaluer le potentiel de germination des graines dans un substrat témoin qui ne provient pas d'un champ ayant eu une culture de citrouille.

Pour chaque type de substrat, 20 graines de chaque cultivar, 'Styriaca' et 'Snackface', ont été semées. Les sols ont été utilisés dans un ordre permettant d'éviter toute contamination. Le terreau et le sol stérile ont été manipulés en premier et le sol non stérile en dernier. Ils ont été humidifiés avec un rapport de 10 tasses (1 tasse = 115 grammes) de sol ou de terreau pour un litre d'eau et à 2 cm de profondeur dans des cabarets à multicellules (11,29 cm² × 12,70 cm de profondeur) puis placés en chambre de croissance. La chambre de croissance a été paramétrée de telle sorte à avoir un cycle de jour de 16 h à 23 °C et un cycle de nuit de 8 h à 18 °C avec une humidité de 60 %. Des observations journalières sur la germination, le développement des plantules et la présence de fonte des semis ont été faites.

Suite à l'évaluation de la germination, douze graines pour deux types de substrat (terreau et sol agricole) ont été envoyées au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ afin d'identifier les agents pathogènes présents. L'analyse au Laboratoire de diagnostic consistait en la division de la graine en 6 morceaux qui étaient mis sur différents milieux de culture confectionnés en fonction des pathogènes recherchés.

Résultats et discussion

Les observations de germination ont démontré une germination nulle ou quasi nulle pour les semences en sol agricole et en terreau, et ce pour les deux cultivars, entre 0 et 5 % (Tableau 22). En sol stérile, la première germination a été constatée 5 jours après le semis et le taux de germination a été de 100 % pour les deux cultivars. Suite à l'envoi d'échantillons de semences dans le sol agricole et le terreau, le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection a identifié la présence de *Pythium ultimum*. Ce champignon phytopathogène est responsable de la fonte des semis chez les cucurbitacées. Il croît particulièrement bien dans des sols ayant une humidité élevée et lors de températures fraîches de l'ordre de 15 °C. Dans le terreau ayant servi au semis du cultivar 'Snackface', *Pythium sylvaticum* a été identifié. Ce champignon pathogène n'a qu'une faible virulence sur la fonte des semis chez les cucurbitacées. Toutefois, la présence élevée d'humidité peut avoir favorisé son développement et contribuer aux symptômes retrouvés sur l'échantillon. Par contre, il n'a pas été possible d'identifier à l'espèce de *Pythium* présent dans le terreau ayant servi au semis du cultivar 'Styriaca'.

Tableau 22. Pourcentage de germination moyen des semences de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, (*Cucurbita pepo*) 'Styriaca' et 'Snackface' en fonction du type de substrat.

Cultivars	Substrat	% Germination	% Fonte de semis	
			préémergence	postémergence
Styriaca	Terreau	0 %	-	-
Styriaca	Sol agricole stérile	100 %	-	-
Styriaca	Sol agricole	0 %	-	-
Snackface	Terreau	5 %	-	100 %
Snackface	Sol agricole stérile	100 %	-	-
Snackface	Sol agricole	0 %	-	-

L'absence de germination dans le terreau ne correspond pas au résultat attendu puisqu'il s'agissait du substrat témoin et le fournisseur des semences avait assuré 90 % de germination en terreau. De plus, l'analyse du Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ a révélé la présence de *Pythium* spp. sur des semences qui étaient dans le terreau. Le terreau n'était donc pas tout à fait exempt d'agents pathogènes. En effet, ce terreau contenait du compost et pouvait donc contenir des agents pathogènes susceptibles de s'attaquer aux graines. De plus, la présence d'une humidité importante due aux arrosages a pu être un facteur favorisant le développement de l'agent pathogène. L'absence totale d'agents pathogènes dans le sol stérile a montré une très bonne germination de 100 %. C'est donc le sol stérile qui a été choisi pour les analyses de phytotoxicité des biofongicides et comme témoin pour les autres traitements.

2.2.3.3. Évaluation de la durée optimale d'imbibition de semences de citrouilles à graines sans tégument (*Cucurbita pepo*) 'Styriaca'.

Matériel et méthodes

La prégermination est une technique qui pourrait permettre d'optimiser la levée en champ des semences de citrouilles sans tégument. Par contre, la période d'imbibition optimale pour la prégermination, c'est-à-dire celle qui permet l'émergence de la radicule, est propre à chaque semence. Ainsi, avant de procéder à l'évaluation de l'efficacité de la prégermination, il a été nécessaire d'établir la durée optimale d'imbibition des semences. Donc, trois périodes d'imbibition ont été testées sur 30 semences du cultivar 'Styriaca': 72 heures, 48 heures et 24 heures. Les semences ont été placées dans du papier brun humidifié puis entreposées à l'abri de la lumière vive durant chaque période d'incubation. Au terme de ces périodes, les graines ont été séchées à l'air libre et entreposées 7 jours à température ambiante avant leur utilisation. Les graines ont été semées à 2 cm de profondeur dans des multicellules (11,29 cm² × 12,70 cm de profondeur) contenant du terreau transplanteur Fafard 3/1 biologique. Les multicellules ont été placées dans une chambre de croissance programmée de façon à avoir une période de jour de 16 h à 23 °C, une période de nuit de 8 h à 18 °C et un pourcentage d'humidité relative de 60 %. Des observations journalières sur la germination et le développement des plantules ont été faites.

Résultats et discussion

Les différentes périodes d'imbibition ont résulté en des différences au niveau du développement des semences et des pourcentages de germination (Tableau 23). L'imbibition des graines pendant 72 h a

permis à la radicule de percer la graine et de sortir. Ce traitement a permis un pourcentage de germination de 30 %, mais les plantules étaient très abîmées, de couleur jaune et spongieuses et avaient une levée tardive comparée aux autres traitements. L'imbibition des graines pendant 48 h a entraîné pour certaines graines la percée de la radicule. Ce traitement a aussi permis 30 % de germination. L'imbibition des graines pendant 24 h a permis d'amorcer le processus de germination, dont le processus a été arrêté par le séchage. Ce traitement a donné le plus haut taux de germination (90 %). En moyenne, les premières germinations ont eu lieu 7 jours après le semis.

Tableau 23. Pourcentage moyen de germination des semences de citrouille à graines sans tégument (*Cucurbita pepo*) 'Styriaca' en fonction de la durée d'imbibition.

Nombre d'heures d'imbibition	% Germination
24	90 %
48	30 %
72	30 %

Les tests des différentes durées d'imbibition des graines ont permis de déterminer le temps d'imbibition idéal pour les graines du cultivar 'Styriaca' : 24 heures. Les faibles taux de germination des deux autres traitements peuvent être expliqués par le fait que la radicule avait percé la graine. Une fois sortie, la radicule est très sensible et si la graine n'est pas semée rapidement la radicule sèche et la graine dépérit. Étant donné que dans notre cas les graines avaient subi un séchage et un délai entre la prégermination et le semis, les graines dont les radicules étaient sorties n'ont probablement pas survécu.

2.2.3.4. Évaluation de la germination des semences de citrouilles à graines sans tégument (*Cucurbita pepo*) en fonction de différents traitements de semences dans différents substrats en chambre de croissance.

Matériel et méthodes

À la vue des résultats des tests précédents, il a été décidé de vérifier si une prégermination de 24 heures pouvait avoir un effet positif sur le pourcentage de germination des semences de citrouilles à graines sans tégument dans différents substrats. De plus, un traitement supplémentaire a été ajouté pour évaluer l'action d'un enrobage de semences.

Cet essai consistait en une combinaison de 3 traitements de semences : (1) prégermination de 24 h, (2) enrobage d'argile verte (3) prégermination de 24 h et enrobage d'argile verte et 3 substrats différents : (1) terreau (2) sol agricole (3) sol agricole stérilisé pour un total de 9 traitements. Pour chaque traitement, 18 semences ont été évaluées pour un total de 162 semences.

La prégermination a été suivie d'un séchage d'environ 16 h. L'enrobage d'argile verte a été effectué tout juste avant le semis. Les semences ont été semées dans des multicellules (11,29 cm² × 12,70 cm de profondeur) à une profondeur de 1,5 cm, dans les substrats correspondant à leur traitement. Pour ce test, le terreau utilisé était un mélange à un ratio de 50/50 de terreau transplanteur Fafard 3/1 biologique et d'un mélange Agromix HR Bio. Les plateaux de multicellules ont été conservés dans des chambres de croissance avec un cycle de jour de 16 h à 23 °C, un cycle de nuit de 8 h à 19 °C et une

humidité relative de 60 %. Des observations journalières sur la germination, le développement des plantules et la présence de fonte des semis ont été faites.

Résultats

Les taux de germination en sol agricole et sol agricole stérile sont diamétralement opposés : 0 % et 100 %, respectivement, et sans aucune différence entre les traitements (Tableau 24). Ces résultats appuient l'hypothèse selon laquelle l'élément limitant à la germination est d'origine biologique. Par contre, les trois traitements de semences à l'essai n'ont pas permis d'améliorer le taux de germination. Les différents traitements de semences ont par contre eu un impact sur la germination des semences de citrouilles à graines sans tégument dans le terreau. En moyenne, les taux de germination dans le terreau pour les semences prégermées uniquement, prégermées et enrobées ainsi qu'enrobées uniquement ont été de 61 %, 56 % et 28 %, respectivement. La prégermination semble avoir un impact positif sur le taux de levée en terreau. On peut poser l'hypothèse que le terreau contient moins d'agents pathogènes que le sol agricole. Ainsi, ces résultats démontrent que les traitements de semences peuvent avoir une certaine efficacité, mais pas dans des conditions où les niveaux d'agents pathogènes sont très élevés. Le taux de germination pour les semences prégermées uniquement en terreau est un peu plus bas que ceux obtenus lors de l'évaluation de la durée d'imbibition optimale. Le changement au niveau du terreau (ajout d'Agromix HR) pourrait en être responsable. Il a fallu compter en moyenne 7 jours pour voir les premières graines émergées, et le stade 2 feuilles a été atteint en moyenne en 17 jours. Il n'y a eu aucune fonte du semis dans le sol agricole stérile, pour les 3 traitements de semences, ou pour les plantules des traitements prégermination-enrobage et enrobage uniquement, dans les 3 substrats à l'essai. Par contre, 36 % des plantules du traitement prégermination uniquement-terreau ont présenté des symptômes de fonte de semis suite à leur émergence (Tableau 24). Les graines non germées présentaient une moisissure en surface, et l'intérieur de certaines était liquéfié (liquide laiteux).

Tableau 24. Pourcentage moyen de germination d'un cultivar de citrouilles à graines sans tégument (*Cucurbita pepo*) 'Styriaca', en fonction des traitements de semences.

Traitement de semences	Type de substrat	Pourcentage de germination	Pourcentage de fonte de semis	
			préémergence	postémergence
Prégermination	Terreau	61 %	-	36 %
	Sol agricole stérile	100 %	-	-
	Sol agricole	0 %	-	-
Prégermination et enrobage	Terreau	56 %	-	-
	Sol agricole stérile	100 %	-	-
	Sol agricole	0 %	-	-
Enrobage	Terreau	28 %	-	-
	Sol agricole stérile	100 %	-	-
	Sol agricole	0 %	-	-

2.2.3.5. Évaluation de la phytotoxicité et de l'efficacité de biofongicides sur le taux de germination de citrouilles à graines sans tégument, (*Cucurbita pepo*), en conditions extérieures.

Matériel et méthodes

Suite aux résultats des traitements de semences en chambre de croissance, il a été décidé d'évaluer différents biofongicides. Des tests de phytotoxicité et d'efficacité ont été effectués afin d'évaluer le potentiel des biofongicides sélectionnés pour la culture des citrouilles à graines sans tégument. Ces tests ont été effectués avec les cultivars 'Styriaca' et 'Snackface'. Les biofongicides sélectionnés devaient s'attaquer au champignon du genre *Pythium* spp. ou à la fonte du semis, s'appliquer en traitement de semences, et avoir un coût raisonnable. Les biofongicides sélectionnés étaient : 1) Actinovate® SP (*Streptomyces lydicus*), 2) Mycostop® (*Streptomyces griseoviridis*), 3) Serenade® Max (*Bacillus subtilis*), 4) Rootshield® HC (*Trichoderma harzianum*).

Le test de phytotoxicité consistait, pour chaque cultivar, en 5 traitements (4 biofongicides et un témoin non traité) répétés 3 fois. Les unités expérimentales étaient disposées en blocs aléatoires complets. Il y

avait 12 semences par unité expérimentale pour un total de 36 semences par traitement. Dans les essais précédents, le taux de germination obtenu dans le sol agricole stérile a été, de façon consistante, de 100 %, les semences du test de phytotoxicité ont donc été semées dans ce substrat.

Pour le test d'efficacité, les semences ont été semées dans le sol agricole non stérilisé qui n'avait permis la germination d'aucune semence dans les essais précédents. Afin de s'assurer que les conditions expérimentales permettaient la germination des semences, un témoin non traité en sol agricole stérile a été ajouté. Donc, l'essai d'efficacité consistait, pour chaque cultivar, en 6 traitements (en sol agricole : 4 biofongicides et un témoin non traité, et en sol agricole stérile : un témoin non traité) répétés 3 fois. Les unités expérimentales étaient disposées en blocs aléatoires complets. Il y avait 12 semences par unité expérimentale pour un total de 36 semences par traitement. Pour ces deux tests, la méthode d'application choisie a été l'enrobage des semences. La méthode d'enrobage pour chaque biofongicide a été faite selon les spécifications du produit et du fournisseur :

- Actinovate® Sp et Mycostop®, l'enrobage s'est fait sur la graine sèche, la quantité de biofongicide a donc été ajoutée au nombre de graines nécessaires et le tout a été agité.
- Rootshield® HC est composé d'argile, son application demande une humidification des graines puis l'ajout de la dose de Rootshield® HC et une agitation.
- Serenade® Max n'étant pas un biofongicide habituellement utilisé pour l'enrobage de semences, le représentant avait recommandé l'utilisation d'un agent adhésif tel que du lait ou de l'eau sucré. Les graines ont donc été humidifiées avec de l'eau sucrée puis le biofongicide a été ajouté.

Les doses d'application pour chaque biofongicide figurent dans le tableau 25 et correspondent à la dose la plus élevée recommandée sur l'étiquette. Les mêmes doses ont été utilisées pour les tests de phytotoxicité et d'efficacité.

Tableau 25. Doses d'application des biofongicides en enrobage de semences pour les tests de phytotoxicité et d'efficacité pour les deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* 'Styriaca' et 'Snackface'.

Biofongicides	Doses recommandées sur l'étiquette (g de biofongicide / kg de semences)	Doses appliquées sur 'Styriaca' (g de biofongicide / kg de semences)	Doses appliquées pour 'Snackface' (g de biofongicide / kg de semences)
Actinovate® SP	3,8	3,7	3,8
Mycostop®	8	7,8	7,6
Rootshield® HC	2,5	2,6	2,5
Serenade® Max	Aucune indication pour le traitement de semences	39,1	56,3

Une fois les semences convenablement enrobées, elles ont été semées, dans des multicellules (11,29 cm² × 12,70 cm de profondeur) à une profondeur de 1,5 cm, dans le substrat approprié au traitement. Afin de les soumettre à des conditions semblables à ce qui se passe au champ, les plateaux de multicellules ont été installés à l'extérieur dans des cages pour les protéger des rongeurs et volatiles. Des observations journalières sur la germination, le développement des plantules et la présence de fonte des semis ont été faites. À la fin de l'expérience, les parties aériennes des plants émergés ont été

prélevées et mises à sécher dans un séchoir à 60 °C durant 4 jours. La biomasse sèche a été par la suite pesée.

Résultats

Les résultats du test de phytotoxicité sont présentés dans la Figure 11. Pour le cultivar 'Styriaca', le pourcentage moyen de germination en ordre croissant est : pour Mycostop® (50 %), Rootshield® (61 %), Serenade® Max (75 %), témoin non traité (83 %) et Actinovate® SP (97 %). La seule différence significative entre le témoin non traité et les traitements de biofongicides est celle avec Mycostop®. Pour le cultivar 'Snackface', le pourcentage moyen de germination en ordre croissant est : pour Mycostop® (64 %), Actinovate® SP (67 %), témoin non traité (78 %), Serenade® Max (86 %) et Rootshield® (89 %). Il n'y a pas de différence significative entre les traitements. La mesure de la biomasse sèche aérienne de chaque échantillon est présentée dans la figure 12. Ces résultats présentent les mêmes patrons que les pourcentages de germination. La matière sèche aérienne de l'échantillon du cultivar 'Styriaca' traité avec un enrobage à base d'Actinovate® SP atteint en moyenne $3,50 \pm 1,16$ g comparé au témoin atteignant $2,51 \pm 0,41$ g. Il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour les deux cultivars.

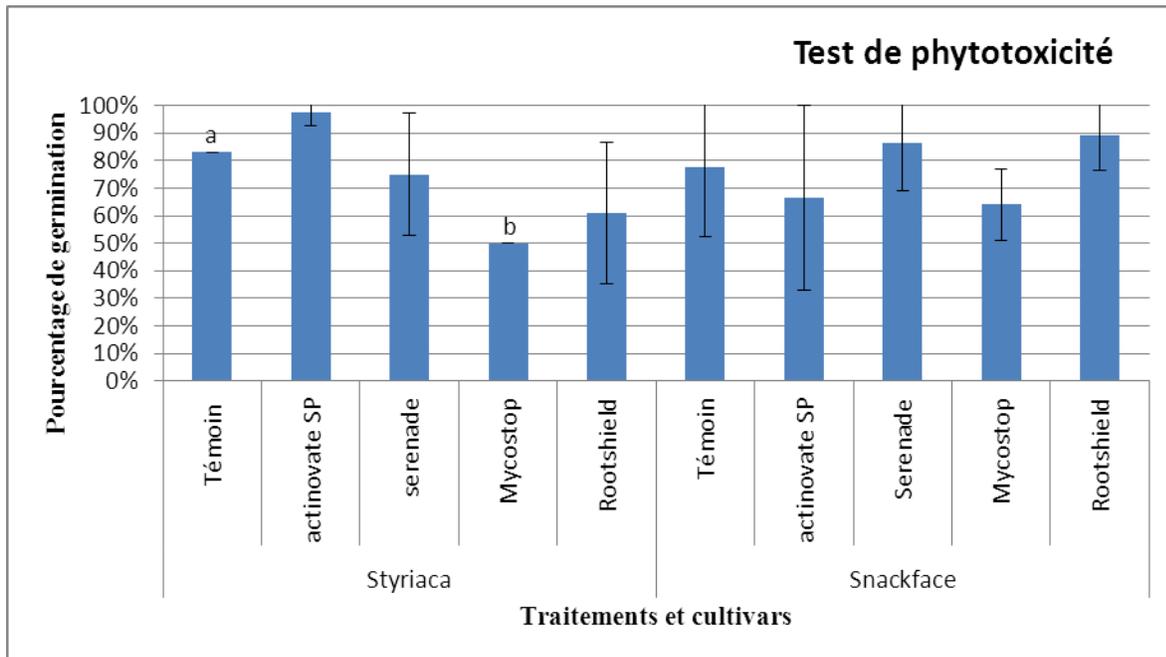


Figure 11. Pourcentage moyen de germination de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* 'Styriaca' et 'Snackface', suite à l'utilisation de quatre biofongicides : Actinovate® SP, Serenade® Max, Mycostop® et Rootshield®.

La présence de lettres différentes au-dessus des traitements indique une différence significative entre ces traitements avec $p < 0,05$. Test non paramétrique de comparaison de deux échantillons utilisant le logiciel XLstat.

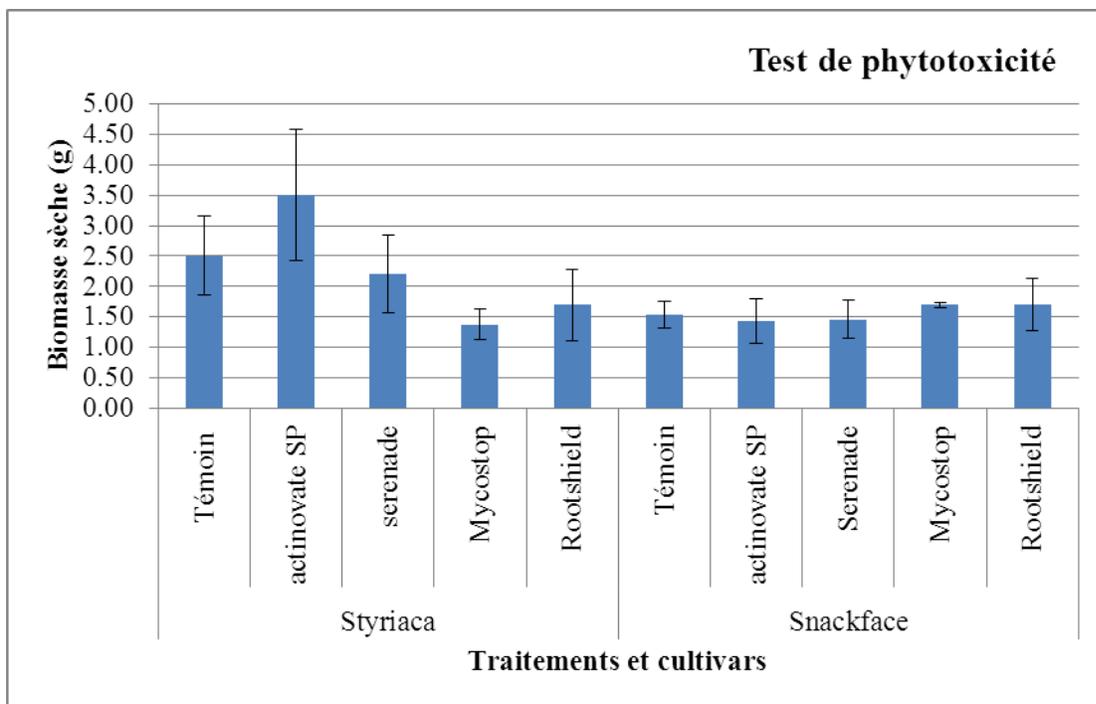


Figure 12. Biomasse sèche moyenne de plantules de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* 'Styriaca' et 'Snackface', suite à l'utilisation de quatre biofongicides : Actinovate® SP, Serenade® Max, Mycostop® et Rootshield® et leur écart type.

Pour le test d'efficacité, les résultats ont été négatifs (Tableau 26). Il n'y a eu aucune germination pour les traitements de biofongicides et dans le témoin non traité en sol agricole. Seul le témoin non traité en sol agricole stérilisé a permis la germination des semences. Le pourcentage de germination est semblable à ce qui a été obtenu dans le test de phytotoxicité.

Tableau 26. Pourcentage moyen de germination moyen de deux cultivars de citrouilles à graines sans tégument, *Cucurbita pepo* 'Styriaca' et 'Snackface', pour l'évaluation de l'efficacité des quatre biofongicides (Actinovate® SP, Serenade® Max, Mycostop® et Rootshield®).

Cultivars	Traitements	Pourcentage moyen de germination (%)
Styriaca	Témoin non traité sol agricole stérile	72
	Témoin non traité sol agricole	0
	Actinovate® SP	0
	Serenade® Max	0
	Mycostop®	0
	Rootshield®	0
Snackface	Témoin non traité sol agricole stérile	77
	Témoin non traité sol agricole	0
	Actinovate® SP	0
	Serenade® Max	0
	Mycostop®	0
	Rootshield®	0

Les résultats du test d'évaluation de la phytotoxicité des biofongicides démontrent que l'effet des biofongicides varie d'un cultivar à l'autre. Les biofongicides à l'essai ne semblent pas présenter d'effet phytotoxique, à l'exception de Mycostop® et pour le cultivar 'Styriaca' seulement. Étonnamment pour les deux cultivars, le taux de germination n'a pas été de 100 % en sol agricole stérile comme ce fut le cas dans les essais précédents. Cette différence, autant pour le test de phytotoxicité que d'efficacité, dans le témoin en sol agricole stérile comparativement aux essais de germination, peut probablement être attribuée au fait que les semences étaient à l'extérieur et donc soumises au vent, à la pluie et à de plus grandes variations de température et d'ensoleillement qu'en chambre de croissance. Aucun biofongicide à l'essai n'a démontré d'efficacité à augmenter le taux de germination. Même si dans l'essai de phytotoxicité, certains biofongicides ont obtenu des taux de germination moyens supérieurs au témoin non traité, les différences ne sont pas significatives. La petite quantité de substrat présent dans la multicellule, le risque accru de compaction du substrat, limitant ainsi le développement racinaire et l'écoulement de l'eau ont été soulevés comme hypothèses pouvant expliquer les résultats. Il s'agirait d'un stress de plus, qui en s'additionnant à la présence d'agents pathogènes, nuirait à la germination des semences. Pour éliminer les biais des multicellules, il a donc été décidé d'effectuer un essai en plein champ.

2.2.3.6. Évaluation des différents traitements de semences en champ

Matériel et méthodes

L'essai en champ a fait suite aux essais en multicellules en conditions extérieures et a permis de tester des combinaisons de traitements de semences. Les biofongicides, en tant qu'organismes vivants, ont une efficacité relative et qui dépend des facteurs biotiques et abiotiques. Il est recommandé de mettre en place plus d'une stratégie, permettant ainsi d'ajouter les effets. Ainsi, dans l'essai en champ, les traitements de biofongicides ont été combinés au traitement de prégermination. Comme le biofongicide

Mycostop a résulté en une diminution significative du taux de germination en comparaison avec le témoin non traité pour le cultivar 'Styriaca', il a été retiré des produits à l'essai en plein champ. L'essai en champ comprenait 17 traitements, résultant de la combinaison de trois cultivars ('Styriaca', 'Snackface' et 'Baby Pam'), d'un traitement de prégermination et de trois traitements de biofongicides (Actinovate® SP, Rootshield® HC, et Serenade® Max). Chaque traitement est décrit dans le Tableau 27. Le dispositif expérimental consistait en des blocs aléatoires complets répétés 4 fois. Le troisième cultivar de citrouille, 'Baby Pam', a un tégument qui enrobe la semence, et a été utilisé afin d'identifier si l'enveloppe entourant la semence lui permettrait une meilleure germination que les citrouilles à graines sans tégument. Ce cultivar n'a pas été soumis à la prégermination ou à des traitements de biofongicides, et servait de témoin. Les parcelles avaient 4 m de large par 6 m de long. Il y avait un rang au centre de la parcelle et le semis s'est fait au 0,3 m sur le rang pour un total de 20 semences par parcelle. Les semences pour les traitements incluant la prégermination ont été prégermées avec une imbibition de 24 h et semées immédiatement après la période de 24 h. Les biofongicides ont été appliqués en aspersion sur le sol après le semis. Les doses de biofongicides utilisées étaient celles prescrites sur les étiquettes (Tableau 28). Le volume de bouillie recommandé était de 3000 litres/ha. Par contre, étant donné le contexte expérimental, la grandeur des parcelles et la petite quantité de bouillie qui aurait dû être appliquée, le volume d'application a été augmenté à 44 444 litres/ha pour s'assurer d'avoir une application uniforme. Les quantités de biofongicides appliquées sont restées celles des étiquettes, et donc, ont été diluées dans une plus grande quantité d'eau. L'application a été faite après le semis sur la section du rang uniquement. Des observations journalières sur la germination, le développement des plantules et la présence de fonte des semis ont été faites. À la fin de l'expérience, les parties aériennes des plants émergés ont été prélevées et mises à sécher dans un séchoir à 60 °C durant 4 jours. La biomasse sèche a été par la suite pesée. Les semences du dernier 1,5 m de la parcelle, pour un total de 5 semences par parcelle et 20 semences par traitement, ont été prélevées 4 jours après le semis et un sous-échantillon de 12 semences par traitement a été envoyé au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ afin d'identifier les agents pathogènes présents.

Tableau 27. Description des traitements de l'essai en champ concernant les traitements de semences, 2012.

#	Identification	Cultivar	Prégermination	Biofongicide
1	Baby Pam	Baby Pam	Non	Non
2	STY	Styriaca	Non	Non
3	SNF	Snackface	Non	Non
4	STY B1	Styriaca	Non	Actinovate® SP
5	STY B2	Styriaca	Non	Rootshield® HC
6	STY B3	Styriaca	Non	Serenade® Max
7	STY PG	Styriaca	Oui	Non
8	STY PG B1	Styriaca	Oui	Actinovate® SP
9	STY PG B2	Styriaca	Oui	Rootshield® HC
10	STY PG B3	Styriaca	Oui	Serenade® Max
11	SNF B1	Snackface	Non	Actinovate® SP
12	SNF B2	Snackface	Non	Rootshield® HC
13	SNF B3	Snackface	Non	Serenade® Max
14	SNF PG	Snackface	Oui	Non
15	SNF PG B1	Snackface	Oui	Actinovate® SP
16	SNF PG B2	Snackface	Oui	Rootshield® HC
17	SNF PG B3	Snackface	Oui	Serenade® Max

Tableau 28. Doses des biofongicides appliqués au champ, 2012.

Biofongicides	Volumes d'application	Doses d'utilisation
Actinovate® SP	44 444 L/ha	1350 g/ha
Serenade® Max	44 444 L/ha	1000 g/ha
Rootshield® HC	44 444 L/ha	3000 g/ha

Résultats et discussion

Les pourcentages de germination varient grandement d'un traitement à l'autre (Tableau 29). Le cultivar 'Baby Pam' a eu un pourcentage de germination de 20 %. Pour les cultivars 'Styriaca' et 'Snackface', il n'y a pratiquement pas eu de germination pour le témoin non traité, et pour les traitements de biofongicides seuls (B1, B2, et B3), moins de 2 % et 5 %, respectivement. De plus, les pourcentages de germination obtenus pour les traitements de prégermination combinés ou non à un biofongicide sont entre 43 et 60 %, et semblables entre tous les traitements. Pour le cultivar 'Snackface', les pourcentages de germination obtenus pour les traitements de prégermination combinés ou non à un biofongicide sont entre 50 et 65 % et semblables entre tous les traitements. Les matières sèches aériennes mesurées pour cet essai sont représentées dans la Figure 13 ci-dessous. On a pu constater une variabilité des résultats entre les répétitions, ce qui traduit la présence de barres d'erreur importantes pour chaque résultat, excepté pour le cultivar 'Baby Pam'. En fonction des résultats obtenus, les biofongicides ne semblent pas contribuer à l'augmentation de la germination. Les résultats désignent plutôt la prégermination comme responsable de l'augmentation de la germination en comparaison avec le témoin.

Tableau 29. Pourcentage moyen de germination pour trois cultivars de citrouilles à graines sans tégument (*Cucurbita pepo*), 'Baby Pam', 'Snackface' et 'Styriaca' en fonction des traitements de semences appliqués au champ, 2012.

Traitements ¹	Cultivars		
	Baby Pam	Styriaca	Snackface
Témoin	20	0	3,3
B1	-	0	0
B2	-	0	5
Pourcentage moyen de germination	B3	1,7	1,7
	PG	43	65
	PG B1	45	65
	PG B2	60	50
	PG B3	53	65

¹B1 : Actinovate® SP ; B2 : Rootshield® ; B3 : Serenade® Max et PG : prégermination.

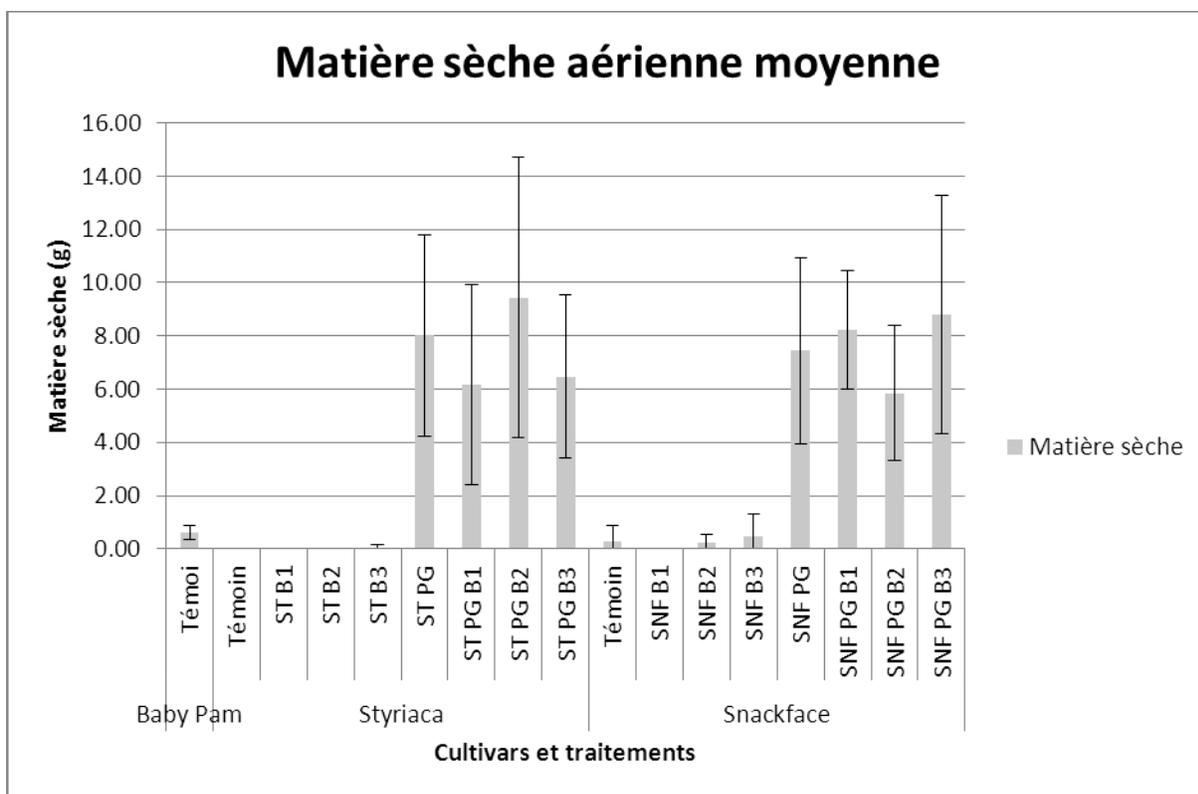


Figure 13. Matière sèche aérienne moyenne de plantules de trois cultivars de citrouilles, *Cucurbita pepo*, 'Baby Pam', 'Snackface' et 'Styriaca' en fonction des traitements et leurs écarts types. B1 : Actinovate® SP ; B2 : Rootshield® ; B3 : Serenade® Max et PG : prégermination.

Les agents pathogènes présents sont *Fusarium* spp., *Pythium* spp. et *Rhizoctonia* spp. (Tableau 30), avec une fréquence beaucoup plus importante pour *Fusarium* et *Pythium*. Au moins un agent pathogène a été détecté pour chacun des échantillons envoyés au Laboratoire de diagnostic du MAPAQ.

Tableau 30. Fréquence de la présence de trois agents pathogènes *Fusarium* spp., *Pythium* spp. et *Rhizoctonia* spp sur un sous-échantillon de 12 semences en fonction des différents traitements de semences pour chacun des cultivars de citrouilles à l’essai (‘Baby Pam’, ‘Styriaca’ et ‘Snackface’).

Cultivars	Traitements ¹	<i>Fusarium</i> spp. (%)	<i>Pythium</i> spp. (%)	<i>Rhizoctonia</i> spp. (%)
Babypam	Témoin	n.d	83	n.d
	Témoin	50	75	n.d
	B1	83	58	n.d
Styriaca	B2	92	80	n.d
	B3	100	33	33
	PG témoin	83	33	n.d
	PG B1	50	67	n.d
	PG B2	100	n.d	n.d
	PG B3	50	33	n.d
	Témoin	n.d	83	n.d
Snackface	B1	58	100	n.d
	B2	n.d	100	n.d
	B3	100	83	n.d
	PG témoin	50	50	n.d
	PG B1	67	37	n.d
	PG B2	50	50	n.d
	PG B3	83	33	n.d

¹B1 : Actinovate® SP ; B2 : Rootshield® ; B3 : Serenade® Max et PG : prégermination.

n.d. : agent pathogène non détecté.

Ces résultats ont donné une indication sur le potentiel d'utiliser des traitements de semences sur des graines de citrouille sans tégument. Il reste à évaluer les questions impliquant les impacts autres que les agents pathogènes de la fonte des semis, le fait que les organismes peuvent ne pas être uniformément représentés dans le sol. À ce sujet, les rapports de diagnostic ont montré que la présence des agents pathogènes n'avait pas la même fréquence dans toutes les parcelles. Ceci pourrait mettre en avant le fait que les pathogènes ne colonisent pas le sol en sa totalité et que les pathogènes pourraient se faire de la concurrence. Leur fréquence retrouvée dans les graines peut être soit due au biofongicide ayant permis de diminuer la colonisation par les pathogènes, ou soit par une dispersion variable des pathogènes dans le sol. Les biofongicides qui n'avaient pas fonctionné, avec la concentration de produit appliqué au sol, sont pour les deux cultivars le biofongicide Actinovate® et pour le cultivar 'Snackface' Rootshield®. Pour les autres traitements par aspersion de biofongicide uniquement, les pourcentages de germination étaient faibles, mais la présence d'agents pathogènes dans les graines élevées. Il faudrait étudier différentes doses d'applications pour le traitement de semences par aspersion en champ. Les travaux sur les traitements de semences ont été effectués afin de répondre au problème qui avait été posé lors des deux premières années d'étude. En 2009 et 2010, les semis avaient donné de piètres résultats. Bien que dans la culture de cucurbitacées la méthode utilisant des transplants soit rentable et largement utilisée, ce n'est pas une méthode adaptée pour des fermes de grandes cultures. Il fallait donc trouver des moyens de pallier ce problème afin de permettre aux grandes fermes de pouvoir insérer les citrouilles dans leurs cultures de rotation. Les traitements de semences qui ont été étudiés

ont mis en avant des résultats plutôt prometteurs de l'utilisation de la prégermination. En effet, la prégermination est une méthode utilisée depuis de nombreuses années et est efficace pour de nombreuses cultures. Elle est d'ailleurs utilisée en Autriche, là où la production de graines de citrouille possède une tradition de plusieurs décennies (Bavec et Bavec, 2006; Heinz Koestenbauer, communication personnelle).

Nos essais ont également démontré que la prégermination peut être utilisée sur des graines de citrouille. Ce qui serait maintenant intéressant d'étudier est la capacité de semer des graines prégermées à l'aide d'un semoir. Si le semis de graines prégermées à l'aide d'un semoir s'avère prometteur, ces solutions pourraient permettre de semer une superficie plus importante. L'utilisation de biofongicides mériterait qu'on s'y intéresse de plus près afin de faire une étude plus approfondie. Des essais sur une gamme plus étendue de biofongicides, ainsi que des expérimentations sur les doses à utiliser dans la culture de la citrouille à graines sans tégument permettraient de compléter ces essais préliminaires.

2.2.4. VOLET « Étude des aspects économiques de la production biologique de citrouilles pour les graines »

2.2.4.1. Introduction

Au cours des cinq dernières années, la production de citrouille au Québec a varié approximativement entre 12 000 et 13 000 tonnes et elle s'est répartie sur environ 500 à 550 exploitations agricoles (MAPAQ et ISQ, 2012). Il n'existe pas d'information détaillée sur les types et les cultivars de citrouilles produites, mais on peut supposer qu'un certain élément de folklore persiste. La demande pour les citrouilles est encore associée en bonne partie à la fête de l'Halloween et à l'utilisation décorative que l'on en fait à cette occasion. Or, plusieurs autres types et cultivars de citrouille existent et comme il a été étudié dans ce projet, certains de ces cultivars sont cultivés pour répondre à certains besoins précis du marché.

Les tablettes d'épicerie offrent par exemple des graines de citrouille emballées et les informations prises auprès de certaines compagnies fournissant ce produit nous révèlent que les graines de citrouille mises en marché au Québec sont importées en totalité. La provenance de ces importations est principalement l'Europe et la Chine; la première offrant un produit plus haut de gamme et plus coûteux pour les importateurs, alors que le produit d'origine chinoise est moins dispendieux, mais répond moins bien à certains critères de qualité.

Dans ce contexte, l'objectif de l'analyse économique vise principalement à mesurer la faisabilité de la production de graines de citrouille biologiques au Québec. Cette faisabilité se fonde surtout sur la capacité de produire des graines de citrouille à un coût qui soit concurrentiel en regard des produits importés. Ainsi, l'exercice a consisté à calculer ce coût pour ensuite vérifier auprès des importateurs s'il serait réaliste de produire des graines de citrouille biologiques qui puissent répondre aux besoins des acheteurs, et ce, sans qu'il ne leur en coûte plus cher que d'importer.

Dans cet ordre d'idées, l'analyse économique présentée ici ne doit pas être considérée comme finale et définitive. En d'autres mots, cette analyse étudie davantage les perspectives de rentabilité plutôt que d'établir un verdict sur la faisabilité éventuelle de la production de graines de citrouille au Québec. Il en est ainsi, car la production de ces cultivars de citrouilles au Québec étant encore à un stade marginal et émergent, l'analyse économique ne peut pas reposer sur des données empiriques, mais plutôt sur un ensemble d'hypothèses que l'on a voulues les plus réalistes possible. L'analyse s'est donc fondée, d'une part, sur les résultats agronomiques du projet et, d'autre part, sur des références économiques connues.

Par exemple, pour ce qui est de la fertilisation organique, les applications ont été prises telles que testées dans le projet, mais les prix de certains fertilisants ont été recueillis auprès des fournisseurs afin de bien refléter le contexte de l'entreprise agricole.

2.2.4.2. Méthodologie

Tel que mentionné précédemment, l'analyse économique réalisée dans ce projet doit être effectuée en tenant compte de la réalité des compagnies importatrices de graines de citrouille biologiques. Il faut en effet être capable de produire au Québec des graines de citrouille biologiques d'une façon concurrentielle relativement au produit importé. Or, il faut aussi que cette production offre une perspective de rentabilité aux producteurs québécois qui soit comparable à celle des autres productions agricoles qui sont déjà présentes dans leur système de production.

Dans ce contexte, un producteur agricole allouera les ressources de son entreprise entre différentes cultures agricoles sur la base du potentiel de rentabilité de chacune de ces cultures en plus de certains impératifs agronomiques (ex. : rotations de cultures). Alors, toutes les cultures envisagées doivent présenter des perspectives de rentabilité qui ne soient pas trop divergentes. C'est dans cet esprit que l'analyse est opérée.

Dans ce projet, une multitude de traitements agronomiques ont été mis à l'essai. Or, ce ne sont pas tous les traitements qui ont été retenus dans l'analyse économique, car certains traitements, à la seule vue des résultats agronomiques, n'offraient pas de perspectives de rentabilité valables. Par exemple, les traitements avec paillis de seigle ont été systématiquement exclus de l'analyse économique en raison de leur rendement trop faible. C'est ainsi que 13 scénarios ont été retenus et ceux-ci sont présentés au tableau 31.

Tableau 31. Scénarios de l'analyse économique

S1	'Snackjack' 2011 - Régie Grandes cultures
S2	'Snackjack' 2011 - Régie Horticole
S3	'Snackjack' 2011 - Régie Manuelle
S4	'Snackjack' 2011 - Régie Paillis biodégradable noir
S5	'Snackjack' 2012 - Régie Ferme bio ASC
S6	'Snackface' 2012 - Régie Grandes cultures
S7	'Snackface' 2012 - Régie Horticole
S8	'Snackface' 2012 - Régie Manuelle
S9	'Snackface' 2012 - Régie Paillis biodégradable noir
S10	'Styriaca' 2012 - Régie Grandes cultures
S11	'Styriaca' 2012 - Régie Horticole
S12	'Styriaca' 2012 - Régie Manuelle
S13	'Styriaca' 2012 - Régie Paillis biodégradable noir

L'analyse économique s'est donc faite sur la base des résultats agronomiques des traitements concernant trois cultivars, deux années d'essai ainsi que quatre traitements de désherbage.

Par ailleurs, l'analyse s'est faite sur la base du modèle des Références économiques du Centre de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ). Ces références privilégient l'approche de la marge bénéficiaire sur coûts variables (MBCV). La MBCV est ce qui reste au producteur pour défrayer, en plus des coûts fixes, la rémunération de son actif et de son travail. Il est logique d'exclure le calcul des coûts fixes, car dans une analyse marginale, ceux-ci ne varient pas. Par exemple, si un agriculteur opte pour la production de graines de citrouille biologiques à la place de la carotte biologique, ses paiements de taxes foncières par hectare ne varieront pas. Pour ce qui est de la rémunération de l'actif et du travail, un agriculteur espérera qu'elle demeure relativement semblable, quelle que soit la production agricole. Notons ici que la MBCV n'est pas une mesure de rentabilité globale pour l'ensemble d'une entreprise agricole, mais plutôt un outil pour faire un choix parmi plusieurs productions sur une même entreprise agricole.

Le calcul de la MBCV s'effectue comme suit :

$$MBCV = (p \times y) - (cv_i \times q_i) \quad (1)$$

où :

- p = le prix des citrouilles ou des graines de citrouille;
- y = le rendement en citrouilles ou en graines de citrouille;
- cv_i = le coût variable unitaire de l'intrant i;
- q_i = la quantité utilisée de l'intrant i

Pour que la production de ces cultivars de citrouille soit compétitive, sa MBCV doit se comparer aux MBCV des autres productions qui s'offrent aux producteurs biologiques. C'est alors une façon de tenir compte de la notion de coût d'opportunité, soit le bénéfice abandonné d'une production délaissée par un agriculteur pour introduire une nouvelle production. Ce coût d'opportunité ne doit pas dépasser alors le bénéfice généré par la nouvelle production introduite. À cette fin, les résultats comparatifs qui ont été utilisés relativement à la MBCV en production biologique émanent des Références économiques du CRAAQ pour différentes cultures. Ces références sont présentées dans le tableau 32.

Tableau 32. Marge bénéficiaire sur coûts variables (MBCV) de différentes cultures biologiques

Culture	Référence	MBCV (\$/ha)
Brocoli biologique	AGDEX 252.19/821	726
Carotte biologique	AGDEX 252.19/821d	1847
Chou vert biologique	AGDEX 252.19/821b	9012
Entreprise céréalière biologique	AGDEX 111.19/821	875
Fraise biologique	AGDEX 232.19/821b	1581
Laitue biologique	AGDEX 251.19/821h	2626
Oignon biologique	AGDEX 258.19/821j	5458
MBCV moyenne en horticulture		3542
MBCV grandes cultures		875

À partir de ces références, l'analyse procède par inversion, c'est-à-dire qu'un prix cible est calculé selon la MBCV à viser. Le calcul de deux prix cibles a été réalisé pour chacun des 13 scénarios à l'étude, soit un pour le contexte des grandes cultures biologiques (prix cible minimum) et l'autre pour le contexte de l'horticulture biologique (prix cible maximum). Ce calcul se présente simplement comme aux équations (2) et (3).

$$\text{Prix cible minimum (\$/t)} = \frac{\text{MBCV grandes cultures (\$/ha)} + \text{Coûts variables (\$/ha)}}{\text{Rendement (t/ha)}} \quad (2)$$

$$\text{Prix cible maximum (\$/t)} = \frac{\text{MBCV moyenne en horticulture (\$/ha)} + \text{Coûts variables (\$/ha)}}{\text{Rendement (t/ha)}} \quad (3)$$

Pour en arriver au résultat des prix cibles, les charges variables sont tout d'abord calculées, auxquelles sont ajoutées les MBCV. Ensuite, il est possible de vérifier si les prix cibles peuvent permettre à la production québécoise d'être concurrentielle avec le produit importé.

À l'instar des Références du CRAAQ, les budgets étaient structurés en fonction de cinq grands groupes de coûts variables, soit les approvisionnements, les opérations culturales, les coûts de mise en marché, la main-d'œuvre et les autres coûts. Pour plusieurs postes de coûts, des hypothèses ont dû être faites. Ces hypothèses reposent parfois sur des références connues et, à d'autres occasions, sur des pratiques plus particulières au protocole de recherche de ce projet. Toutes les références et hypothèses retenues sont présentées à l'annexe 1.

2.2.4.3. Résultats et analyse

L'ensemble des résultats des budgets élaborés pour chacun des 13 scénarios sont présentés à l'annexe 2. Ces budgets reposent sur les résultats agronomiques du projet de même que sur les hypothèses présentées précédemment. Évidemment, tel que mentionné en introduction de l'analyse économique, il ne faut pas considérer ces résultats comme définitifs, mais plutôt comme indicatifs des perspectives de rentabilité de la production biologique de graines de citrouille au Québec. D'une part, il en est ainsi parce que de nombreuses hypothèses ont dû être posées. D'autre part, cet ensemble d'hypothèses, bien que le plus réaliste possible, ne reflète pas nécessairement un vaste éventail de situations de fermes réelles. Par conséquent, les agriculteurs s'intéressant à implanter la production de citrouilles biologiques dans leur rotation de cultures gagneront à étudier cette option avec leurs différents conseillers agricoles et de gestion, en plus de consulter les budgets présentés dans ce rapport.

Produits

Puisque la production de graines de citrouille biologiques est encore pratiquement inexistante au Québec, il n'y a pas de transactions courantes et, par conséquent, pas de prix connus pour ce produit. Par conséquent, et tel qu'expliqué dans la section sur la méthodologie, l'analyse procède plutôt par inversion. En effet, les charges variables sont calculées pour ensuite déterminer différents prix cibles, selon les secteurs (grandes cultures vs horticulture). Il s'agit alors de vérifier si ces cibles de prix pour les producteurs peuvent permettre à la production québécoise d'être concurrentielle avec le produit importé.

Charges variables

Tel que mentionné précédemment, les charges variables rassemblent plusieurs éléments de dépenses subdivisés dans cinq catégories, soit les approvisionnements, les opérations culturales, la mise en marché, la main-d'œuvre et les autres coûts. Pour plusieurs postes de dépenses, ceux-ci ne varient pas d'un scénario à l'autre. Ces dépenses sont la fertilisation organique à l'automne précédent, la chaux, la transplantation, la pulvérisation, les applications d'Acti-Sol® et la location de ruches. Par conséquent, ce n'est pas sur ces postes de dépenses que les différents scénarios se distinguent. Toutefois, cela ne veut pas dire que ces postes ne peuvent pas être optimisés par rapport aux hypothèses de base. Par exemple, les montants évalués pour la récolte pourraient possiblement être optimisés selon les contextes de production (horticulture ou grandes cultures) et au gré de l'apprentissage d'un agriculteur adoptant la nouvelle culture. Cela dit, les prochaines sections discutent plus en détail des différents postes de coûts variables.

Approvisionnement

Au chapitre des approvisionnements, les semences et les contenants sont ceux accaparant la plus grande part de cette catégorie. Par exemple, pour les quatre scénarios du cultivar 'Snackface' produit en

2012, ces deux postes de dépenses représentent pratiquement 60 % des dépenses en approvisionnement. Évidemment, les coûts de contenants se rapportent à la production horticole, mais pas aux grandes cultures. Par ailleurs, précisons que les dépenses en paillis, pour les traitements concernés, sont relativement élevées. Dans le cas du site sur la ferme bio ASC, ce poste a représenté 20 % des coûts d'approvisionnement.

Opérations culturales

Globalement, les opérations culturales sont peu significatives par rapport à l'ensemble des charges variables, se situant généralement entre 300 \$/ha et 400 \$/ha, comparativement à un total des charges variables allant de 4545 \$/ha à 10 663 \$/ha dans le cas de la production pour la graine et variant de 8391 \$/ha à 19 842 \$/ha dans le cas de la production pour les fruits. De ces montants, ce sont les opérations de récolte qui sont définitivement les plus importantes. Tel que mentionné précédemment, il resterait à vérifier si et comment ces opérations pourraient être optimisées. Il en est de même pour toutes les opérations culturales. Par exemple, dans le scénario S5, il est possible de constater que la ferme bio ASC a utilisé un ensemble d'opérations culturales considérablement différent que dans les autres scénarios.

Mise en marché

Les dépenses de mise en marché ne sont évidemment pas rattachées au protocole du projet de recherche, mais il faut tout de même en tenir compte. Elles sont d'autant plus importantes qu'elles sont directement fonction du rendement. Ainsi, les scénarios se rapportant au cultivar 'Styriaca' en 2012, soit S10 à S13, présentent les plus fortes dépenses de mise en marché. Le montant avoisine même 4000 \$/ha pour les cas du désherbage manuel et du paillis, alors qu'il est souvent autour de la moitié de cette valeur pour tous les scénarios 'Snackjack' et 'Snackface' (S1 à S9) (Annexe 2). À nouveau, la grande majorité de ces dépenses se produirait dans le contexte horticole puisque le conditionnement et le transport des fruits ne sont pas associés à la production des citrouilles biologiques pour les graines. Cela dit, un élément n'a pas été considéré dans les coûts de mise en marché et il s'agit des coûts de transaction. En effet, le temps passé à un marché pour vendre les fruits ou à transiger avec un acheteur de graines de citrouille biologiques, par exemple, ferait partie de ces coûts. Or, dans le contexte du projet et devant l'impossibilité d'observer réellement les coûts de transaction, cette catégorie de coût n'a pas été incluse.

Main-d'œuvre

Le poste de dépenses de main-d'œuvre peut être particulièrement difficile à évaluer puisque des données en contexte de production ne sont pas disponibles. Par conséquent, il a été jugé préférable d'adopter une approche conservatrice dans l'estimation de ces coûts. Par exemple, pour les coûts de désherbage manuel, le registre du temps de travail des personnes ayant œuvré à cette tâche dans le cadre du projet a été retenu. Il est probable que le temps alloué au désherbage manuel serait moindre sur une entreprise agricole, mais tel que mentionné ci-dessus, l'approche conservatrice a été privilégiée. La même approche a été retenue pour les autres postes de dépenses de main-d'œuvre, notamment en ce qui a trait à la récolte manuelle des fruits.

Cela dit, les dépenses en main-d'œuvre varient de 533 \$/ha à 4239 \$/ha, lorsque la récolte mécanique est considérée (graines ou fruits), et de 4700 \$/ha à 8926 \$/ha lorsque la récolte manuelle est considérée. Ce résultat est logique puisque comme plusieurs autres productions maraîchères, de type

biologique de surcroît, les coûts de main-d'œuvre peuvent représenter une forte proportion des coûts variables.

Autres coûts

Les autres coûts se résument à la location de ruches et cette dépense ne varie pas d'un scénario de production à l'autre.

Total des coûts variables

Le total des coûts variable est présenté au tableau 33 selon que les citrouilles sont produites pour les fruits (récolte mécanisée ou manuelle) ou pour les graines, et ce, rapporté par unité de superficie (\$/ha), de volume (\$/t) et par fruit (\$/fruit)¹. Pour ce qui est des coûts variables par unité de superficie (\$/ha) et lorsque les citrouilles sont produites pour les fruits et que la récolte est mécanisée, on remarque tout d'abord que parmi les quatre scénarios aux coûts variables les moins élevés, trois sont produits sous la régie horticole (S2, S7 et S11). À l'inverse, les quatre scénarios les moins avantageux sont relatifs aux régies en désherbage manuel et en paillis biodégradable (S8, S9, S12 et S13). Cela s'explique principalement par les coûts de désherbage qui se distinguent passablement entre les scénarios horticoles, d'une part, et les scénarios requérant du désherbage manuel et plus de main-d'œuvre, d'autre part.

Lorsque les coûts variables pour la production de fruits récoltés mécaniquement sont rapportés sur la base du volume (\$/t), les résultats sont fort différents. Cette fois, ce sont les quatre scénarios relatifs au cultivar 'Styriaca' (S10 à S13) qui présentent les coûts moindres. Cela s'explique surtout par les rendements en kilogrammes de fruits systématiquement et considérablement supérieurs des scénarios S10 à S13 (annexe 2). Toujours sur la même base de mesure, parmi les quatre scénarios 'Snackface' 2012, trois figurent parmi les quatre moins bons scénarios (S7, S8 et S9).

Si les coûts variables sont rapportés par fruit individuel, alors les scénarios du cultivar 'Styriaca' (S10 à S13) finissent bons derniers alors que le cultivar 'Snackjack' semble afficher un certain avantage avec trois de ses quatre scénarios parmi les quatre premiers (S1, S2 et S4). Finalement, à propos des résultats relativement à la production de citrouilles pour les fruits, mentionnons que le classement des scénarios est essentiellement le même, que les résultats soient sur la base d'une récolte mécanisée ou manuelle. Cela dit, les coûts variables sont évidemment plus élevés en général lorsqu'il est question de récolte manuelle. En fait, la différence se chiffre souvent aux alentours de 4000 \$/ha, quelques 100 \$/t ou encore, d'environ 0,20 \$/fruit.

Les coûts variables ont aussi été calculés dans le contexte de production des citrouilles biologiques pour les graines, et ce, sur la base de la superficie (\$/ha) comme sur celle du volume (\$/t). À cet égard, si les résultats sont considérés par unité de superficie, alors les scénarios 'Styriaca' 2012 (S10 à S13) sont les moins coûteux avec les scénarios 'Snackjack' 2011 en régies horticoles et de grandes cultures. Aussi, comme on pourrait s'y attendre, les scénarios aux moins bonnes performances quant aux coûts variables pour la production de graines de citrouille biologiques se réfèrent aux régies exigeant du désherbage manuel (S3, S5, S8 et S9). Lorsque les mêmes résultats sont examinés sur la base du volume,

¹ Le même tableau est reproduit à huit reprises à l'annexe 3 pour en faciliter la lecture lorsque les résultats sont classés en ordre croissant pour chaque mesure. Dans chaque reprise du tableau, la cellule ombragée indique la mesure selon laquelle les scénarios sont classés.

alors les conclusions sont pratiquement inversées. En effet, les rendements relativement faibles en graines sèches du cultivar ‘Styriaca’ font que les coûts variables par tonne produite sont les plus élevés pour les scénarios S10 à S13. Pour ce qui est des meilleures performances, outre le fait qu’elles soient associées aux cultivars ‘Snackjack’ et ‘Snackface’, il ne ressort pas qu’une régie plutôt qu’une autre soit plus avantageuse.

Tableau 33. Coûts variables de la production de citrouilles biologiques pour le fruit et pour la graine

Scénarios	Total des coûts variables - récolte mécanique des fruits			Total des coûts variables - récolte manuelle des fruits			Total des coûts variables – graines	
	(\$/ha)	(\$/t)	(\$/fruit)	(\$/ha)	(\$/t)	(\$/fruit)	(\$/ha)	(\$/t)
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172

Prix cibles

Tel qu’il a été expliqué dans la section sur la méthodologie, il est possible de calculer des prix cibles en additionnant une marge bénéficiaire au total des coûts variables. Cette marge devrait être comparable à celle réalisable dans les autres productions, selon le contexte de production dans lequel se trouve un agriculteur. Dans le tableau 34, où les résultats relatifs aux prix cibles sont présentés, deux marges ont été utilisées pour établir des prix cibles minima et maxima. Les prix minima et maxima ont été obtenus en additionnant aux coûts variables la MBCV des grandes cultures biologiques et de l’horticulture biologique, respectivement, qui sont présentées dans le tableau 32.²

Ces prix cibles permettent de mettre en relation, d’une part, les coûts de production que l’on peut raisonnablement prévoir ainsi que, d’autre part, le consentement à payer des acheteurs de citrouilles biologiques et de graines de citrouille biologiques au Québec. Plus les deux valeurs se rapprochent, plus il est raisonnable de croire à la faisabilité de la production de citrouilles à graines sans tégument biologiques au Québec. À ce titre, des communications ont été établies avec des acheteurs québécois de

² À l’instar du tableau 33, le tableau 34 est reproduit à trois reprises à l’annexe 4 pour en faciliter la lecture lorsque les résultats sont classés en ordre croissant pour chaque mesure. Dans chaque reprise du tableau, la cellule ombragée indique la mesure selon laquelle les scénarios sont classés.

graines de citrouille biologiques afin d'avoir un aperçu de leur consentement à payer. De plus, des données étaient déjà disponibles de la part d'un agriculteur biologique sur le prix vendu de sa production de citrouille biologique en 2012.

Les renseignements reçus de ces différentes sources d'information nous ont appris en premier lieu que les citrouilles biologiques des cultivars 'Snackjack' et 'Snackface' pouvaient être vendues entre 2,50 \$/fruit et 3,00 \$/fruit en 2012. Pour ce qui est des graines de citrouille biologiques, il faut d'abord retenir que la production québécoise devrait concurrencer davantage le produit européen que le produit chinois. Aussi, les graines de citrouille biologiques d'origine chinoise peuvent être achetées actuellement au prix d'environ 6 \$/kg alors que ce prix varierait plutôt entre 8,00 \$/kg et 10,00 \$/kg pour ce qui est du produit européen. C'est donc sur cette base que les différents prix cibles doivent être comparés.

On observe en premier lieu que les 13 scénarios de production offrent une faisabilité relativement bonne au regard de la vente des fruits, et ce, aussi bien si la récolte est mécanisée que manuelle. À cet égard, il faut retenir que les prix cibles maxima doivent être utilisés, car la production de citrouilles biologiques pour les fruits se ferait forcément en contexte horticole. Cela dit, les cultivars 'Snackjack' et 'Snackface' semblent fortement favorisés si la vente des fruits est privilégiée avec des prix cibles maxima variant entre 0,55 \$/fruit et 0,66 \$/fruit si la récolte est mécanisée et entre 0,76 \$/fruit et 0,84 \$/fruit si la récolte est manuelle. Toutefois, il faut mentionner que la citrouille du cultivar 'Styriaca' pourrait possiblement être vendue à un prix supérieur à 3,00 \$/fruit puisqu'elle est de plus grosse dimension.

Les prix cibles obtenus pour la vente des fruits ont de quoi surprendre quelque peu, car ces résultats montrent que dans le pire des cas, soit le scénario S12 en récolte manuelle, un producteur pourrait encore s'attendre à un « surprofit » de quelque 0,50 \$/fruit. Il faut rappeler ici que certains coûts de transaction n'ont pas été calculés dans la présente analyse et en gardant ce facteur à l'esprit, on constate que la faisabilité demeurerait fort probablement, mais elle serait possiblement moins « facile ».

En ce qui concerne les prix cibles pour la graine de citrouille biologique, ceux-ci peuvent sembler intéressants, mais une réserve assez importante s'impose. En effet, bien que plusieurs scénarios présentent des prix cibles de mois de 7,00 \$/kg, ces scénarios sont tous associés aux cultivars 'Snackjack' et 'Snackface'. Or, les échanges avec les acheteurs nous ont appris que le cultivar 'Styriaca' est celui présentant le plus d'intérêt en termes de qualité des graines et en regard de la satisfaction des consommateurs. Les scénarios S10 à S13 affichent des prix cibles variant de 7,55 \$/kg à 9,71 \$/kg. Cela veut dire que la perspective de rentabilité est bien réelle, mais à condition que les facteurs et la régie de production soient bien contrôlés. Entre autres, il semble que les régies de désherbage de grandes cultures et d'horticulture soient à privilégier. Malgré cela, il faudra probablement parfaire certaines pratiques et augmenter substantiellement les rendements du cultivar 'Styriaca' en contexte biologique au Québec afin d'espérer avec plus d'assurance l'implantation et la croissance de ce cultivar.

Tableau 34. Prix cibles de la production de citrouilles biologiques pour le fruit et pour la graine

Scénario	Prix-cible minimum	Prix-cible maximum	
	(\$/kg graines)	Récolte mécanique (\$/fruit)	Récolte manuelle (\$/fruit)
S1	6,25	0,55	0,76
S2	5,62	0,61	0,84
S3	6,97	0,65	0,84
S4	6,98	0,63	0,83
S5	6,56	0,56	0,72
S6	5,33	0,64	0,84
S7	5,93	0,64	0,85
S8	6,93	0,74	0,92
S9	5,75	0,66	0,84
S10	7,55	1,56	1,98
S11	7,80	1,47	1,90
S12	9,71	1,71	2,08
S13	8,30	1,53	1,87

2.2.4.4. Discussion

L'analyse économique a permis de mesurer les perspectives de rentabilité et la faisabilité de la production de citrouilles biologiques cultivées pour les fruits ou pour les graines. En ce sens, les résultats présentés ne doivent pas être vus comme définitifs, mais plutôt comme indicatifs de la performance économique que l'on peut attendre de cette production au Québec. Aussi, les résultats montrent que la faisabilité est bien réelle sous certaines conditions.

De prime abord, la production de citrouilles biologiques pour les fruits semble avoir de meilleures perspectives de rentabilité. Aussi, ce sont les cultivars 'Snackjack' et 'Snackface' qui sont les plus appropriés pour ce débouché de marché. En effet, bien que le cultivar 'Styriaca' offre de meilleurs rendements en kilogrammes de fruits par hectare, le nombre de fruits de ce cultivar, lui, est largement inférieur au nombre de fruits par hectare des cultivars 'Snackjack' et 'Snackface'. On peut présumer que le fruit de la 'Styriaca' se vendrait plus cher que les deux autres, mais il faudrait voir dans quelle mesure et à ce moment, mieux évaluer la perspective de rentabilité de ce cultivar s'il était destiné à la vente pour les fruits. Cela dit, les cultivars 'Snackjack' et 'Snackface' présentent fort probablement des perspectives de rentabilité réelles pour les fermes ASC ou encore, les fermes horticoles de plus grande échelle.

Du côté de la production pour la vente des graines, des acheteurs ont indiqué que le cultivar 'Styriaca' répondrait mieux aux besoins des consommateurs. Or, bien que les prix cibles calculés demeurent dans la zone de faisabilité, des améliorations agronomiques sont nécessaires pour offrir une plus grande assurance aux producteurs et aux acheteurs. Entre autres, il serait pertinent de vérifier si certaines pratiques ne pourraient pas être délaissées tout en augmentant les rendements. En ce sens, les régies de désherbage de grandes cultures et d'horticulture seraient probablement celles à privilégier dans la production du cultivar 'Styriaca' pour les graines. Cet élément d'information est autant plus important si un ou des acheteurs potentiels initiaient un réseau d'essais chez des producteurs de grandes cultures

biologiques. En misant sur l'effet réseau, il y aurait aussi de meilleures possibilités d'acquisition de machinerie spécialisée et, par conséquent, de gain d'efficacité.

2.2. Diffusion des résultats

Le tableau suivant dresse la liste des activités de diffusion qui ont été réalisées entre le 1^{er} avril 2011 et le 31 mars 2013. Tous les documents produits dans le cadre de ces activités de diffusion sont inclus dans les annexes de ce rapport.

Activités 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)
Journée de démonstration Journée de champ Atelier	Journée terrain en agriculture biologique pour le développement des compétences des conseillers agricoles. Leblanc, M., J. Boisclair, E. Lalonde, M. Lefebvre, É. Lefrançois, G. Moreau, G. Richard et D. LaFrance.	Projets réalisés à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, dont celui-ci. Saint-Bruno-de-Montarville.	12 juillet 2011	10	Mention
	Visite des parcelles expérimentales de la Plateforme d'innovation en agriculture biologique pour le directeur danois de l'International Centre for Research in Organic Food Systems (ICROFS), Dr. Niels Halberg. Leblanc, M. et J. Boisclair.	Projets réalisés à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, dont celui-ci. Saint-Bruno-de-Montarville.	2 août 2011	1	Mention
	Visite des parcelles et démonstration de sarclours pour les employés de l'IRDA. Leblanc, M., J. Boisclair, M. Lefebvre, É. Lefrançois, G. Richard et G. Moreau.	Projets réalisés à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, dont celui-ci. Saint-Bruno-de-Montarville.	8 septembre 2011	80	Mention

Activités 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)
...(suite) Journée de démonstration Journée de champ Atelier	Journée portes ouvertes à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique. Leblanc, M., J. Boisclair, C. Côté, A. N'Dayegamiye, A. Chemgne, D. La France, M. Couture, M. Lefebvre, A. Michaud, C. Leyva Mancilla, S. Valter et A. Martin.	Projets réalisés à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, dont celui-ci. Saint-Bruno-de-Montarville.	1 ^{er} août 2012	115	Logo et mention
	Visite de la Plateforme d'innovation en agriculture biologique pour Derek Lynch du Centre d'agriculture biologique du Canada, Nouvelle-Écosse.	Projets réalisés à la Plateforme d'innovation en agriculture biologique, dont celui-ci. Saint-Bruno-de-Montarville.	19 octobre 2012	1	Mention

Activités 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)
Article dans les journaux (les nommer) Article dans revues spécialisées Article dans revues régionales Article scientifique Feuillet, brochure	Résumé d'affiche scientifique présentée lors de la 138 ^e Réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec. Auteurs : Boisclair J., E. Lefrançois, G. Richard, B. Estevez, M. Leblanc et M. Grenier. (ANNEXE 5)	Impact de la chrysomèle rayée du concombre (<i>Acalymma vittatum</i> , Fabricius) sur trois variétés de citrouilles à graines sans tégument (<i>Cucurbita pepo</i>). Orford.	13 octobre 2011	100	Logo
	Résumé de conférence (CD) donnée aux Journées horticoles de Saint-Rémi Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez et M. Leblanc. (ANNEXE 6)	Variétés de citrouilles pour la production de graines. Saint-Rémi.	8 décembre 2011	50	Logo et mention
	Résumé de conférence donnée aux Journées agricoles et agroalimentaires Montréal-Laval-Lanaudière Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc, G. Richard et M. Grenier. (ANNEXE 6)	Variétés de citrouilles à graines sans tégument. Joliette.	25 janvier 2012	50	Logo et mention
... (suite) Article dans les journaux (les nommer) Article dans revues spécialisées Article dans revues régionales Article scientifique	Résumé de conférence donnée à la Journée d'information scientifique du CRAAQ – Légumes de champ. Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M.	Des citrouilles cultivées pour la production de graines. Drummondville.	13 février 2012	50	Logo et mention

Activités 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)
Feuillet, brochure	Leblanc, G. Richard et M. Grenier. (ANNEXE 7)				
	Résumé d'affiche scientifique présentée lors de First Canadian Organic Science Conference and Organic Science Cluster Strategic Meetings. Auteurs : Boisclair J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc. G. Richard, M. Lefebvre et M. Grenier. (ANNEXE 8)	One Step towards Organic Seed Pumpkin Production in Québec: Evaluation of Three Varieties: 'Kakai', 'Snackjack' and 'Styriaca'. Winnipeg, MB,	21-23 février 2012	50	Logo et mention
	Résumé de conférence (CD) donnée aux Journées horticoles de Saint-Rémi Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc et L. Belzile. (ANNEXE 9)	Des variétés de citrouilles à découvrir et à faire connaître. Saint-Rémi http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Montegie-Ouest/Journees_horticoles_2012/5_decembre_2012/Diversifier_sa_mise_en_marche_HRI_et_autres_marches/15h15_Des_varietes_de_citrouilles_a_decouvrir_J.Boisclair_.pdf	5 décembre 2012		Logo et mention

Activités 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)
	Fiche technique : Production biologique de citrouilles à graines sans écale Auteurs : Boisclair, J.; E. Lefrançois; M. Leblanc; G. Richard et B. Estevez (ANNEXE 10)	Présentation des travaux en lien avec les expérimentations en cours sur le désherbage	Août 2012	115	Logo
Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Affiche scientifique présentée lors de la 138 ^e Réunion annuelle de la Société d'entomologie du Québec. Auteurs : Boisclair J., E. Lefrançois, G. Richard, B. Estevez, M. Leblanc et M. Grenier. (ANNEXE 11)	Impact de la chrysomèle rayée du concombre (<i>Acalymma vittatum</i> , Fabricius) sur trois variétés de citrouilles à graines sans tégument (<i>Cucurbita pepo</i>). Orford.	13 octobre 2011	100	Logo
... (suite) Colloque Présentation Conférence Forum Stand	Conférence aux Journées horticoles de Saint-Rémi Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez et M. Leblanc. (ANNEXE 12)	Variétés de citrouilles pour la production de graines. Saint-Rémi. http://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Regions/Montegie-Ouest/Journees_horticoles_2011/8_decembre_2011/Horticulture_biologique/14h30_Varietes_de_citrouilles_JBoisclair_ELefrancos_BEstevez_MLeblanc.pdf	8 décembre 2011	75	Logo et mention

Activités 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)
	Conférence aux Journées agricoles et agroalimentaires Montréal-Laval-Lanaudière Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc, G. Richard et M. Grenier. (ANNEXE 13)	Variétés de citrouilles à graines sans tégument. Joliette.	25 janvier 2012	50	Logo et mention
	Conférence à la Journée d'information scientifique du CRAAQ – Légumes de champ. Auteurs : J. Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc, G. Richard et M. Grenier. (ANNEXE 14)	Des citrouilles cultivées pour la production de graines. Drummondville.	13 février 2012	50	Logo et mention
	Affiche scientifique lors de First Canadian Organic Science Conference and Organic Science Cluster Strategic Meetings. Auteurs : Boisclair J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc, G. Richard, M. Lefebvre et M. Grenier. (ANNEXE 15)	One Step towards Organic Seed Pumpkin Production in Québec: Evaluation of Three Varieties: 'Kakai', 'Snackjack' and 'Styriaca'. Winnipeg, MB,	21-23 février 2012	50	Logo et mention
	Conférence aux Journées horticoles de Saint-Rémi. Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc et L. Belzile. (ANNEXE 16)	Des variétés de citrouilles à découvrir et à faire connaître. Saint-Rémi.	5 décembre 2012		

Activités 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)
Conférence de presse					
Autres	Rapport final préparé pour le MAPAQ (Programme INNOVBIO), IRDA, 20 p. Auteurs : Lefrançois, E., J. Boisclair, B. Estevez, M. Leblanc, G. Richard et M. Grenier. (ANNEXE 17)	Évaluation de variétés et de régies pour la production biologique de citrouilles à graines sans tégument. http://www.agrireseau.gc.ca/agriculturebiologique/documents/PROJET%2010-INNO3-07-IRDA-Boisclair-RAPPORT%20FINAL-r%C3%A9vis%C3%A9.pdf	Mai 2011		Mention
	Rapport d'étape préparé pour le Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ - Programme Défi –Solution), IRDA, 23 p. Auteurs : Boisclair, J., E. Lefrançois, B. Estevez, M. Leblanc, G. Richard et M. Grenier.	Production biologique de graines de citrouille comme aliment fonctionnel pour le marché de la collation et de la transformation.	Août 2011		

3. CONCLUSIONS

Ce projet a permis de valider le potentiel de produire des graines de citrouille biologiques sous les conditions de la Montérégie. Il a été possible de vérifier l'atteinte de la maturité pour différents cultivars dont les exigences varient de 90 à 135 jours et de démontrer que des rendements comparables à ceux observés en Europe de l'ouest pouvaient être obtenus sous nos conditions.

Ce projet a été rendu possible grâce au travail de plusieurs collaborateurs pour les aspects agronomiques et économiques. Des contacts ont été réalisés, au Québec, auprès de producteurs, d'acheteurs potentiels, de consommateurs, et en Autriche, auprès de personnes-ressources. Il existe un intérêt certain pour cette production ici. Les graines de citrouille retrouvées sur notre marché sont importées et, dans une perspective de souveraineté alimentaire, le développement et la mise en place d'une filière québécoise pour les graines de citrouille s'avèrent des avenues prometteuses et fort souhaitables pour assurer la suite de ces travaux.

À court terme, les contacts se poursuivront de notre côté avec certains acheteurs et certains producteurs afin de vérifier leur intérêt à collaborer dans la poursuite du développement de cette production au Québec. Les suites possibles à ce projet comprennent l'obtention d'un financement substantiel afin de réaliser des travaux touchant des aspects agronomiques et des aspects de mise en marché. Ces suites permettraient de : 1) compléter des travaux sur les traitements de semences, avec une emphase plus particulière sur l'utilisation de la prégermination et de produits à base de cuivre qui seraient d'ailleurs utilisés et autorisés en production biologique en Autriche; 2) déterminer l'espacement optimum pour certains cultivars, dont celui d'Autriche, 'Styriaca'; 3) expérimenter avec la récolte mécanisée; 4) identifier et regrouper des producteurs intéressés à développer cette production sur leurs fermes et à collaborer à des essais réalisés sur leurs fermes; 5) poursuivre les travaux sur les aspects économiques de la production des graines de citrouille en lien avec des pratiques agricoles comme l'utilisation de la prégermination et la récolte mécanisée; 6) mettre en place une approche « filière » de la terre à l'épicerie avec des producteurs, des acheteurs et des transformateurs intéressés au développement de cette production, de sa transformation et de son potentiel de marché. Afin de faire avancer le développement de cette production, il serait important de considérer la possibilité de réaliser une mission en Europe de l'Ouest, là où la production de graines de citrouille a une tradition de plusieurs décennies.

4. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE

Ce projet s'inscrit dans une démarche visant à évaluer le potentiel d'une nouvelle culture pouvant contribuer au développement de l'agriculture biologique, tant pour des fermes de grandes cultures pour la diversification des rotations que pour des fermes horticoles comme revenu d'appoint. La culture de ces cultivars de citrouilles est une tradition quinquagénaire en Europe de l'Ouest, dont la région autrichienne de Styrie, l'ouest de la Hongrie et en Slovénie. Ces régions possèdent des conditions climatiques qui se rapprochent de celles que nous connaissons au Québec. Par conséquent, nous avons supposé que la production de graines de citrouille pourrait avoir un potentiel intéressant au Québec et

s'avérer une avenue prometteuse pour la production biologique. Aussi, les graines de citrouille possèdent des caractéristiques nutritives très intéressantes de par leur composition élevée en oméga-3, en zinc et en vitamine E.

Les principales activités menées dans ce projet ont été l'évaluation de cultivars de citrouilles à graines sans tégument et de stratégies de désherbage adaptées aux fermes de grandes cultures et aux fermes horticoles, l'étude de traitements de semences permettant d'assurer la réussite du semis, l'analyse de la composition des graines de différents cultivars, l'étude des coûts variables associés à cette production sous différentes régies. Il a également été possible d'amorcer des démarches pour vérifier l'intérêt d'acheteurs québécois potentiels de s'approvisionner localement.

Nos travaux ont permis de démontrer que les rendements en graines de citrouille obtenus sous nos conditions sont comparables à ceux rapportés dans des régions du monde où cette production a une tradition de quelques dizaines d'années. De plus, les résultats économiques démontrent que la faisabilité de cette production est bien réelle, autant dans le contexte de grandes cultures pour le cultivar 'Styriaca' que dans le contexte horticole pour les cultivars 'Snackjack' et 'Snackface'.

Les aspects techniques suivants requièrent des travaux supplémentaires : les traitements de semences pour assurer la réussite du semis sur les fermes de grandes cultures et les aspects techniques de la récolte. Des efforts doivent être encore déployés pour développer les liens entre les producteurs, les acheteurs et les transformateurs du Québec.

Les prochaines étapes du projet seraient de : 1) poursuivre des travaux concernant la réussite du semis de ces cultivars de citrouilles, 2) de vérifier comment cette production pourrait être plus performante au niveau des rendements pour le cultivar autrichien qui semble intéresser certains acheteurs québécois, 3) de faire connaître les cultivars 'Snackface' et 'Snackjack' auprès des producteurs horticoles, car ces derniers représentent un potentiel intéressant pour les mises en marché suivantes : fermes ASC ou marchés publics, 4) de réaliser des travaux avec des producteurs en incluant l'étape de la récolte à l'aide d'une récolteuse; 5) de mettre en place un groupe d'intervenants (type : filière) pour développer cette production; 6) de vérifier l'intérêt des transformateurs pour des produits de collation, pour les mélanges de céréales, pour le beurre de graines de citrouille, pour l'huile de graines de citrouille et pour d'autres produits alimentaires à base de graines de citrouille, tel que le pesto à base de graines de citrouille par exemple.

5. REMERCIEMENTS

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet ont été rendus possibles grâce au soutien financier du programme Défi-Solution du Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ) – expérimentations été 2011 et été 2012. Les auteurs de ce rapport veulent souligner la contribution de l'agronome Bernard Estevez au démarrage de ce projet et remercient sincèrement tous les collaborateurs : Maxime Lefebvre, Germain Moreau, Isabelle Couture et Sévrine Valter.

Les auteurs sont également reconnaissants envers les personnes suivantes : les nombreux étudiantes et étudiants d'été à l'IRDA ainsi que les ouvriers de l'IRDA : Robert Boivin, Patrick Cordeau, Jonathan Gauthier, Francis Hébert, Patrick Ménard, et Sylvain Pelletier; et envers les deux fermes ayant participé à l'expérimentation 2012. Des remerciements s'adressent également au personnel du Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ pour leur expertise.

6. RÉFÉRENCES

Bavec, F. et M. Bavec. 2006. Organic production and use of alternative crops. CRC Press, Talyor & Francis, Floride, 241 p.

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.

Bodnar, J. et M. Fitts. 2000. Culture de la citrouille et de la courge. Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, Toronto, Canada. <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/00-032.htm> (Dernier accès: 28 juin 2013)

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.

Centre de références en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) :

2005. Brocoli biologique - AGDEX 252.19/821. CRAAQ. 4 p.

2005. Carotte biologique - AGDEX 252.19/821d. CRAAQ. 5 p.

2005. Chou vert biologique - AGDEX 252.19/821b. CRAAQ. 4 p.

2005. Entreprise céréalière biologique - AGDEX 111.19/821. CRAAQ. 9 p.

2005. Fraise biologique - AGDEX 232.19/821b. CRAAQ. 5 p.

2005. Laitue biologique - AGDEX 251.19/821h. CRAAQ. 4 p.

2005. Oignon biologique - AGDEX 258.19/821j. CRAAQ. 5 p.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) et Institut de la statistique du Québec (ISQ). 2012. *Profil sectoriel de l'industrie horticole au Québec*. Gouvernement du Québec. 106 p.

ANNEXE 1 - ANALYSE ÉCONOMIQUE - HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

Item		Référence	Hypothèse
Produits			
Rendement en graines sèches (kg/ha)		Données du projet	
Rendement en fruits (kg/ha)		Données du projet	
Rendement en fruits (fruits/ha)		Données du projet	
Fruits/kg		Calcul	
Charges variables			
Approvisionnement			
Fertilisation - Fumier à l'automne précédent	Taux d'application (t/ha)	Données du projet	
	Coût (\$/t)	Données du projet	
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Chaux	Taux d'application (t/ha)	AGDEX 256/821b	Il n'y a pas eu de chaulage en soit dans le projet, mais l'hypothèse est faite qu'à l'image de la production de courge Butternut (AGDEX 256/821b), des applications de chaux sont considérées.
	Coût (\$/t)	AGDEX 540/855	
	Coût (\$/ha)	Calcul	

Semences	Taux de semis (graines/ha)	Données du projet	Dans l'AGDEX 256/821b, le coût des semences est inclus dans le coût des transplants, mais dans ce projet, les deux items de coût sont traités
	Coût unitaire (\$/1 000 graines)	Données du projet	
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Transplants	Taux de transplantation	Données du projet	

	(plants/ha)		distinctement. Le coût des semences est tel que payé dans le projet (45 \$/1 000 graines à 100 \$/1 000 graines) et le coût des transplants est tel qu'il apparaît dans l'AGDEX 256/821b.
	Coût unitaire (\$/plant)	AGDEX 256/821b	
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Irrigation goutte-à-goutte	Longueur appliquée (m/ha)	Données du projet	
	Coût variable unitaire (\$/m)	AGDEX 753	
	Coût variable unitaire (\$/ha)	Calcul	
Paillis noir Biotelo	Longueur (m/ha)	Données du projet	
	Coût unitaire (1524 \$/m)	Dubois Agrinnovatio n; paillis Biotelo noir (48" x 5 000' x 0,6 mil.)	Le coût est de 430 \$/rouleau, auquel on peut soustraire l'escompte « Équiterre » de 6 %
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Phytoprotection - Surround WP (kaolin)	Nombre d'applications	Données du projet	
	Taux d'application (kg/ha)	Données du projet	
	Coût unitaire (\$/kg)	Données du projet	
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Fertilisation - Acti-Sol® au printemps	Taux d'application (t/ha)	Données du projet	
	Coût (\$/t)	Données du projet	
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Fertilisation - Acti-Sol® à la floraison	Taux d'application (t/ha)	Données du projet	
	Coût (\$/t)	Données du projet	
	Coût (\$/ha)	Calcul	

Contenants (boîte de 35 lbs)	Quantité (boîtes/ha)	AGDEX 256/821b	L'hypothèse est faite que des contenants semblables à ceux utilisés pour la manutention de courges Butternut sont aussi utilisés pour la manutention des citrouilles.
	Coût unitaire (\$/boîte)	AGDEX 256/821b	
	Coût (\$/ha)	Calcul	

Avoine - Engrais verts	Taux de semis (kg/ha)	Données du projet	Le coût unitaire est tiré de la liste de prix de Semences RDR (http://www.semencesrdr.com/liste-des-prix) et de la Publication 60F de l'OMAFRA (http://www.omafr.gov.on.ca/french/busdev/facts/pub60a18.htm)
	Coût unitaire (\$/kg)	RDR Proulx et OMAFRA	
	Coût (\$/ha)	Calcul	

Opérations culturales

Labour (automne) (\$/ha)	AGDEX 740/825	
Vibroculteur (hersage léger) (\$/ha) (inclut incorporation)	AGDEX 740/825	
Chisel (\$/ha)	AGDEX 740/825	
Semis d'avoine (160kg\ha) (\$/ha)	AGDEX 740/825	
Installation paillis et goutte-à-goutte (\$/ha)	AGDEX 256/821b	
Installation de filet agronomique		Même taux retenu que celui de l'installation du paillis et du goutte-à-goutte, soit 25 \$/ha.
Transplantation	AGDEX 256/821b	

Pulvérisation (Surround WP) (\$/application)		AGDEX 740/825	
Herse étrille (\$/ha)		AGDEX 740/825	
Sarcler à doigts avec pattes d'oie (\$/ha)		AGDEX 740/825	
Sarcler à dents palettes (\$/ha)		AGDEX 740/825	
Patte d'oie (pour l'entre-rang) (\$/ha)		AGDEX 740/825	
Bêche à roue (entre-rang)		AGDEX 740/825	
Bêche (bord du paillis)		AGDEX 740/825	
Fertilisation (irriguée) - Fumier à l'automne précédent	Taux d'application (t/ha)	Données du projet	
	Coût (\$/m ³)	Données du projet	
	Densité (kg/m ³)	AGDEX 980	
	Coût (\$/ha)	Calcul	
Fertilisation (irriguée) - Acti-Sol® au printemps (\$/ha)		AGDEX 740/825	
Fertilisation (irriguée) - Acti-Sol® à la floraison (\$/ha)		AGDEX 740/825	
Récolte mécanique des fruits			L'hypothèse retenue est que la récolte mécanique avec égrenage coûterait au moins aussi cher que la récolte de pomme de terre ou la récolte de grain (AGDEX 740/825). Par contre, la récolte sans égrenage coûterait certainement moins cher et alors, le coût de récolte des fruits a été établi par hypothèse à 75 %
Récolte mécanique et égrenage			

			de celui des graines.
Mise en marché			
Transport des fruits	Coût/boîte	AGDEX 256/821b	
	Coût/ha	Calcul	
Séchage, entreposage et transport des graines	Coût/t	AGDEX 111.19/821	
	Coût/ha	Calcul	
Main-d'œuvre (conditionnement des citrouilles)	h/ha	AGDEX 256/821b	Nombre d'heures de travail à la manutention en proportion du rendement des citrouilles (fruits) comparativement à la courge Butternut. Taux horaire = 15,00 \$/h.
		Calcul	

Main-d'œuvre			
Transplantation	h/ha	AGDEX 256/821b	Nombre d'heures de travail à la transplantation en proportion du rendement des citrouilles (fruits) comparativement à la courge Butternut. Taux horaire = 15,00 \$/h.
	coût/ha	Calcul	
Installation du paillis et goutte-à-goutte	h/ha	Données du projet et AGDEX 256/821b	
	coût/ha	Calcul	
Désherbage manuel	\$/ha	Données du projet	Du temps est attribué pour les scénarios où il y a le désherbage manuel ou le

			paillis. Taux horaire = 15,00 \$/h.
Installation de filet agronomique			Même montant utilisé que celui de l'installation du paillis et du goutte-à-goutte.
Enlèvement goutte-à-goutte (h/ha)			
Déplacement du filet agronomique			
Récolte manuelle des fruits	h/ha	AGDEX 256/821b	Temps inscrit au projet divisé par deux pour ne pas tenir compte du travail relatif aux activités de recherche : 313 heures/ha pour 'Snackface' et "Snackjack""Snackjack"; 278 h/ha pour 'Styriaca'.
	Coût/ha		
Autres coûts			
Location de ruches	Qté/ha	AGDEX 256/821b	Comme pour la chaux, le projet n'a pas prévu l'utilisation de ruches, mais pour prendre exemple sur l'AGDEX 256/821b, nous considérons un coût pour les ruches.
	Coût/ha		

ANNEXE 2 - ANALYSE ÉCONOMIQUE - RÉSULTATS

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

Budgets de production

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
	Snackjack 2011 - Régie Grandes cultures	Snackjack 2011 - Régie Horticole	Snackjack 2011 - Régie Manuel	Snackjack 2011 - Régie Pailis biodégradable noir	Snackjack 2012 - Régie Ferme bio	Snackface 2012 - Régie Grandes cultures	Snackface 2012 - Régie Horticole	Snackface 2012 - Régie Manuel	Snackface 2012 - Régie Pailis biodégradable noir	Styriaca 2012 - Régie Grandes cultures	Styriaca 2012 - Régie Horticole	Styriaca 2012 - Régie Manuel	Styriaca 2012 - Régie Pailis biodégradable noir
Produits													
Rendement en graines sèches (kg/ha)	954	1 065	1 244	1 161	1 337	1 525	1 369	1 665	1 666	719	695	816	776
Prix													
Vente de graines (\$/ha)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rendement en fruits (kg/ha)	21 854	19 306	22 641	24 116	28 472	24 578	23 052	24 666	28 092	39 673	35 006	50 562	52 638
Rendement en fruits (fruits/ha)	21 875	19 583	23 542	23 542	29 043	23 438	22 813	25 000	25 625	9 583	9 583	11 250	11 875
Fruits/kg	1,00	1,01	1,04	0,98	1,02	0,95	0,99	1,01	0,91	0,24	0,27	0,22	0,23

Coûts variables

Approvisionnement

Fertilisation - Fumier à l'automne précédent	Taux d'application (t/ha)	20	20	20	20	9	20	20	20	20	20	20	20
	Coût (\$/t)	20	20	20	20	45	20	20	20	20	20	20	20
	Coût (\$/ha)	400	400	400	400	405	400	400	400	400	400	400	400
Chaux	Taux d'application (t/ha)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Coût (\$/t)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
	Coût (\$/ha)	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
Semences	Taux de semis (graines/ha)	11 696	11 697	11 698	11 699	23 392	25 253	25 253	25 253	25 253	14 505	14 505	14 505
	Coût unitaire (\$/1 000 graines)	69	69	69	69	69	100	100	100	100	45	45	45
	Coût (\$/ha)	807	807	807	807	1 614	2 523	2 523	2 523	2 523	653	653	653
Transplants	Taux de transplantation (plants/ha)	11 696	11 696	11 696	11 696	22 222	16 667	16 667	16 667	16 667	11 111	11 111	11 111
	Coût unitaire (\$/plant)	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07
	Coût (\$/ha)	819	819	819	819	1 556	1 167	1 167	1 167	1 167	778	778	778
Irrigation goutte-à-goutte	Longueur appliquée (m/ha)	3 333,30	3 334,30	3 335,30	3 336,30	6 667	5 000	5 000	5 000	5 000	3 333	3 333	3 333
	Coût variable unitaire (\$/m)	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092	0,092
	Coût variable unitaire (\$/ha)	307	307	307	307	613	460	460	460	460	307	307	307
Pailis noir Biotello	Longueur (m/ha)	0	0	0	3 333	6 667	0	0	0	5 000	0	0	3 333
	Coût unitaire (\$/ 1 524 m)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	Coût (\$/ha)	-	-	-	874,88	1 749,79	-	-	-	1 312,34	-	-	874,88
Phytoprotection - Surround WP (kaolin)	Nombre d'application	4	4	4	4	1	3	3	3	3	3	3	3
	Taux d'application (kg/ha)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
	Coût unitaire (\$/kg)	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24	4,24
	Coût (\$/ha)	424	424	424	424	106	318	318	318	318	318	318	318
Fertilisation - Acti-sol au printemps	Taux d'application (t/ha)	2	2	2	2	0	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	Coût (\$/t)	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	Coût (\$/ha)	700	700	700	700	-	384	384	384	384	384	384	384
Fertilisation - Acti-sol à la floraison	Taux d'application (t/ha)	1,47	1,47	1,47	1,47	0	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
	Coût (\$/t)	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350
	Coût (\$/ha)	515	515	515	515	-	385	385	385	385	385	385	385

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

Budgets de production

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13
	Snackjack 2011 - Régie Grandes cultures	Snackjack 2011 - Régie Horticole	Snackjack 2011 - Régie Manuel	Snackjack 2011 - Régie Pailis biodégradable noir	Snackjack 2012 - Régie Ferme bio	Snackface 2012 - Régie Grandes cultures	Snackface 2012 - Régie Horticole	Snackface 2012 - Régie Manuel	Snackface 2012 - Régie Pailis biodégradable noir	Styriaca 2012 - Régie Grandes cultures	Styriaca 2012 - Régie Horticole	Styriaca 2012 - Régie Manuel	Styriaca 2012 - Régie Pailis biodégradable noir
Contenants (boîte de 35 lbs)													
Quantité (boîtes/ha)	1 377	1 216	1 426	1 519	1 793	1 548	1 452	1 554	1 769	2 499	2 205	3 185	3 316
Coût unitaire (\$/boîte)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Coût (\$/ha)	2 065	1 824	2 139	2 279	2 690	2 322	2 178	2 330	2 654	3 748	3 307	4 777	4 973
Avoine - Engrais verts													
Taux de semis (kg/ha)	0	0	0	0	0	160	160	160	160	160	160	160	160
Coût unitaire (\$/kg)	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
Coût (\$/ha)	0	0	0	0	0	200	200	200	200	200	200	200	200
Total des approvisionnements	6 081 \$	5 840 \$	6 156 \$	7 170 \$	8 779 \$	8 204 \$	8 059 \$	8 212 \$	9 848 \$	7 217 \$	6 777 \$	8 246 \$	9 317 \$
Opérations culturales													
Labour (automne) (\$/ha)	50	50	50	50		50	50	50	50	50	50	50	50
Vibroculteur (hersage léger) (\$/ha) (inclut incorporation)	12	12	12	12	12	36	36	36	36	36	36	36	36
Chisel					25								
Semis d'avoine (160kg/ha) (\$/ha)	0	0	0	0		20	20	20	20	20	20	20	20
Transplantation	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Pulvérisation (Surround WP)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Application/ha	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Coût/application	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Coût/ha	5					5				5			
Herse étrille (\$/ha)		14					14				14		
Sarclure à doigts avec pattes d'oie (\$/ha)													
Sarclure à dents palettes (\$/ha)													
Patte d'oie (pour l'entre rang) (\$/ha)	3	4		3		2	2		2	2	2		2
Application/ha	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Coût/application	30	40	0	30	0	20	20	0	20	20	20	0	20
Coût/ha													
Bêche à roue (entre rang)						35							
Bêche (bord du pailis)						35							
Fertilisation (irriguée) - Fumier de l'automne précédent					9	20	20	20	20	20	20	20	20
Taux d'application (t/ha)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Coût (\$/m²)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Densité (kg/m²)	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630	630
Coût (\$/ha)	39	39	39	39	17	39	39	39	39	39	39	39	39
Fertilisation (irriguée) - Acti-sol au printemps						3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Coût (\$/ha)	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Fertilisation (irriguée) - Acti-sol à la floraison													
Coût (\$/ha)	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53	3,53
Coût/ha	12	12	12	12	3	9	9	9	9	9	9	9	9
Récolte mécanique des fruits	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
Récolte mécanique et égrenage	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Total des opérations culturales (récolte des fruits)	301 \$	320 \$	266 \$	301 \$	369 \$	349 \$	344 \$	310 \$	335 \$	349 \$	344 \$	310 \$	335 \$
Total des opérations culturales (récolte des graines)	326 \$	345 \$	291 \$	326 \$	394 \$	374 \$	369 \$	335 \$	360 \$	374 \$	369 \$	335 \$	360 \$

ANNEXE 3 - ANALYSE ÉCONOMIQUE - RÉSULTATS : CLASSEMENT DES SCÉNARIOS SELON DIFFÉRENTES MESURES

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404

Scénarios	Total des coûts variables (récolte mécanique des fruits)			Total des coûts variables (récolte manuelle des fruits)			Total des coûts variables (graines)	
	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t	\$/fruit	\$/ha	\$/t
S6	11 436	465	0,49	16 049	653	0,68	7 258	4 760
S2	8 391	435	0,43	13 003	674	0,66	5 110	4 800
S9	13 493	480	0,53	18 106	645	0,71	8 712	5 229
S7	11 167	484	0,49	15 780	685	0,69	7 248	5 294
S1	8 813	403	0,40	13 425	614	0,61	5 087	5 335
S5	12 755	448	0,44	17 368	610	0,60	7 896	5 907
S4	11 340	470	0,48	15 953	661	0,68	7 230	6 226
S3	11 651	515	0,49	16 264	718	0,69	7 799	6 269
S10	11 371	287	1,19	15 463	390	1,61	4 551	6 334
S8	14 851	602	0,59	19 464	789	0,78	10 663	6 404
S11	10 558	302	1,10	14 650	419	1,53	4 545	6 545
S13	14 628	278	1,23	18 719	356	1,58	5 564	7 172
S12	15 750	312	1,40	19 842	392	1,76	7 048	8 639

ANNEXE 4 - ANALYSE ÉCONOMIQUE - PRIX CIBLES

Scénario	Graines (\$/kg)	Prix-cible maximum	
		Récolte mécanique (\$/fruit)	Récolte manuelle (\$/fruit)
S6	5,33	0,64	0,84
S2	5,62	0,61	0,84
S9	5,75	0,66	0,84
S7	5,93	0,64	0,85
S1	6,25	0,55	0,76
S5	6,56	0,56	0,72
S8	6,93	0,74	0,92
S3	6,97	0,65	0,84
S4	6,98	0,63	0,83
S10	7,55	1,56	1,98
S11	7,80	1,47	1,90
S13	8,30	1,53	1,87
S12	9,71	1,71	2,08

Scénario	Graines (\$/kg)	Prix-cible maximum	
		Récolte mécanique (\$/fruit)	Récolte manuelle (\$/fruit)
S1	6,25	0,55	0,76
S5	6,56	0,56	0,72
S2	5,62	0,61	0,84
S4	6,98	0,63	0,83
S6	5,33	0,64	0,84
S7	5,93	0,64	0,85
S3	6,97	0,65	0,84
S9	5,75	0,66	0,84
S8	6,93	0,74	0,92
S11	7,80	1,47	1,90
S13	8,30	1,53	1,87
S10	7,55	1,56	1,98
S12	9,71	1,71	2,08

Scénario	Graines (\$/kg)	Prix-cible maximum	
		Récolte mécanique (\$/fruit)	Récolte manuelle (\$/fruit)
S6	5,33	0,64	0,84
S2	5,62	0,61	0,84
S9	5,75	0,66	0,84
S7	5,93	0,64	0,85
S1	6,25	0,55	0,76
S5	6,56	0,56	0,72
S8	6,93	0,74	0,92
S3	6,97	0,65	0,84
S4	6,98	0,63	0,83
S10	7,55	1,56	1,98
S11	7,80	1,47	1,90
S13	8,30	1,53	1,87
S12	9,71	1,71	2,08