

**EFFICACITÉ DE DIFFÉRENTS FILETS COMME MÉTHODE DE LUTTE
PHYSIQUE CONTRE LES INSECTES ET IMPACTS SUR LES CONDITIONS
CLIMATIQUES DANS LES GRANDS TUNNELS: QUEL EST LE MEILLEUR
COMPROMIS À FAIRE?**

CRAM-1-13-1649

DURÉE DU PROJET : 03-2014 - 01-2015

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Steve Lamothe
et
Caroline Provost,



1^{er} février 2016

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

EFFICACITÉ DE DIFFÉRENTS FILETS COMME MÉTHODE DE LUTTE PHYSIQUE CONTRE LES INSECTES ET IMPACTS SUR LES CONDITIONS CLIMATIQUES DANS LES GRANDS TUNNELS : QUEL EST LE MEILLEUR COMPROMIS À FAIRE?

CRAM-1-13-1649

RÉSUMÉ DU PROJET

La production de cultures sous grands tunnels est de plus en plus considérée afin d'augmenter les rendements des productions. La lutte contre les insectes ravageurs est un enjeu important lors de la production sous grand tunnel, comme dans tout type de production. Ce projet vise à évaluer les effets de différents filets fixés à la structure d'un grand tunnel comme méthode de lutte physique contre les insectes ravageurs et sur les conditions météorologiques. Quatre sections de tunnels du CRAM ont été aménagées : 1) témoin sans filet, 2) filet AF4040 de Récoltech, 3) filet Proteknet 80g de Dubois, et 4) filet Pare-Insectes d'Harnois. Trois cultures (1) aubergine, 2) concombre libanais et 3) poivron) ont été mises en place dans chacune des sections selon un dispositif en blocs aléatoires complet. Des sondes météorologiques ont permis de suivre différents paramètres, au niveau du sol et de l'air. Des évaluations sur la qualité des plants, l'évolution des populations de ravageurs et les rendements des récoltes ont été réalisées pendant les deux ans. Les températures maximales du sol et de l'air étaient généralement plus basses dans le témoin que dans les différents filets. Entre les filets, il y avait peu de différence. Toutefois lorsqu'il y avait des différences, les paramètres étaient plus élevés dans le filet AF4040 et/ou Pare-Insectes. Concernant les ravageurs, le nombre de dommages de larves de pyrale du maïs sur la récolte de poivron de 2014 était plus élevé dans le témoin que dans les parcelles avec filet. Le nombre de chrysomèles rayées du concombre dépisté sous le filet Pare-Insectes était moindre que dans la section sans filet. Les populations de pucerons dans l'aubergine étaient généralement plus faibles sous le filet Pare-Insectes que les autres traitements. La croissance des plants des différentes cultures a été généralement moins importante dans le témoin (sans filet) que sous les filets. Il a également été observé que les plants des différentes cultures sont régulièrement plus petits dans le filet Proteknet 80g que ceux dans au moins un des deux autres filets étudiés. En ce qui concerne les récoltes totales, elles sont généralement moins importantes dans le témoin (sans filet). Selon les cultures, différents filets semblent se démarquer des autres permettant des rendements moyens plus élevés. Le rendement moyen des plants d'aubergines était supérieur dans les filets Proteknet 80g et Pare-Insectes. Le filet AF4040 a permis un rendement supérieur dans le concombre libanais comparativement au filet Proteknet 80g. Finalement, les rendements du poivron étaient plus élevés dans le filet Pare-Insectes que dans les autres filets.

OBJECTIFS

Ce projet vise à évaluer les effets de différents filets (mailles de taille différentes) comme méthode de lutte physique contre les insectes en grand tunnel pour identifier celui qui offre le meilleur compromis. Les objectifs spécifiques sont de déterminer : 1) quel est l'efficacité des différents filets fixés à la structure des grands tunnels pour lutter contre les insectes ravageurs dans différentes cultures, 2) quel est l'effet de ces différents filets sur les conditions climatiques retrouvées sous les grands tunnels, 3) quel est l'impact de ces conditions climatiques sur les cultures, et 4) quel est le coût associé à l'installation des différents filets.

MÉTHODOLOGIE

Les essais ont été réalisés durant les saisons 2014 et 2015. Quatre sections de 15 mètres (50 pieds) ont été aménagées dans les grands tunnels multi chapelles du CRAM. Trois sections étaient entourées de filets fixés à la structure tandis que l'autre section ne comportait aucun filet (témoin). Le choix des filets a été fait en fonction de trois aspects : 1) la grosseur des mailles; 2) la porosité au vent; et 3) la capacité à laisser passer la lumière. Les filets qui ont été retenus pour les essais (Annexe 1) sont le filet AF4040 de Récoltech (couleur : vert; mailles : 0,45 X 0,45 mm; porosité : 70 %; passage lumière : 85 %; durée de vie : 5 ans), le filet Proteknet standard plus (80 gr) de Dubois Agrinovation (couleur : blanc; mailles : 0,60 X 1,00 mm; porosité : 80 %; passage lumière : 90 %; durée de vie : 7 ans) et le filet Pare-Insectes des serres Harnois (couleur : blanc; mailles : 0,27 X 0,81 mm; porosité : 50 %; passage lumière : 80 %; durée de vie : 5 ans).

Des tubes wirelock et des attaches wireplast (Harnois) ont été utilisés sur les côtés des chapelles afin d'attacher les différents filets sur la structure (Annexe 1). Ces tubes ont été fixés le plus près possible du sol et le plus haut possible sur chaque côté de la structure. À la suite d'un trouble d'étanchéité observé en 2014, des modifications ont été apportées aux côtés en 2015. Des sections supplémentaires de filets reliant les tubes wirelock du haut et le mécanisme d'ouverture et de fermeture des côtés (roll-up) ont été ajoutées. Une structure semi-permanente a été assemblée à chaque extrémité des sections de chapelles afin de poser les filets (annexe 1). Ces filets ont été fixés à l'aide de petits tubes wirelock et d'attaches wireplast (Harnois). Une porte-moustiquaire a aussi été installée en façade de chacune des sections avec filets afin de faciliter l'accès aux cultures. Une longueur excédentaire de filets d'environ 30 cm a également été enterrée dans le sol au pourtour de chacune des sections. Une attention particulière a été portée à l'ensemble de la toile de plastique couvrant la structure ainsi qu'aux filets pour réparer tous les trous observés.

Trois cultures ont été mises en place le 22 juin 2014 et le 28 mai 2015 (Annexe 2) soit : 1) l'aubergine (***Solanum melongena*** : distance de plantation = 18 pouces, rang double en quinconce, 20 plants/parcelle); 2) le concombre (***Cucumis sativus*** : distance de plantation = 20 pouces, rang double en quinconce, 17 plants/parcelle) et 3) le poivron (***Capsicum annuum*** : distance de plantation = 14 pouces, rang double en quinconce, 27 plants/parcelle). Ces cultures ont été sélectionnées pour leur importance de production sous grands tunnels et pour leur sensibilité face à plusieurs insectes ravageurs. Les différentes cultures ont été implantées dans chacune des sections de tunnel sur 5 buttes plastifiées (pallie plastique noire) selon un dispositif en blocs aléatoires complets (Annexe 3). Ainsi, il y avait 12 traitements :

- 1) culture de poivron, sans filet;
- 2) culture de poivron, avec filets Proteknet standard (60 gr);
- 3) culture de poivron avec filets Proteknet plus (80 gr) ;
- 4) culture de poivron avec filets Pare-Insectes;
- 5) culture d'aubergine, sans filet;
- 6) culture d'aubergine avec filets Proteknet standard (60 gr);
- 7) culture d'aubergine avec filets Proteknet plus (80 gr);
- 8) culture d'aubergine avec filets Pare-Insectes;
- 9) culture de concombre, sans filet;
- 10) culture de concombre avec filets Proteknet standard (60 gr);
- 11) culture de concombre avec filets Proteknet plus (80 gr);
- 12) culture de concombre avec filets Pare-Insectes.

Un système d'irrigation goutte à goutte automatisé a été utilisé pour l'irrigation des cultures. Afin d'assurer une pollinisation adéquate et similaire, une ruche de bourdons a été installée dans chacune des sections de grands tunnels.

Afin d'évaluer l'effet des filets sur les conditions climatiques sous le grand tunnel, des appareils marque Hobo (Onset company) ont été placés dans chacune des sections pour mesurer différents paramètres. La température du sol dans les buttes plastifiées était suivie à une profondeur de 5 cm. La température de l'air a également été mesurée à la mi-hauteur (50 cm) et au-dessus (150 cm) des cultures. Des tensiomètres (Irrometer company) de 6 et 18 po de long ont été placés à proximité du système racinaire des plants dans les différentes sections de tunnels afin de suivre les besoins en eau. Tous ces instruments de mesure enregistraient des données toutes les heures sur une période d'environ 18 semaines.

Plusieurs insectes ravageurs peuvent causer des dommages aux cultures sélectionnées. Les insectes étudiés ont été retenus pour leurs importances comme ravageurs de ces cultures et pour leurs diversités (ordres, tailles et modes de déplacement). Sept insectes ont été suivis en 2014 et 2015 : 1) la chrysomèle rayée du concombre (*Acalymma vittata* (Fabricus)), 2) la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*), 3) la punaise terne (*Lygus lineolaris*), 4) les pucerons (*Aphis* sp.), 5) le doryphore de la pomme de terre (*Leptinotarsa decemlineata*), 6) les thrips (*Frankliniella* sp.) et 7) les tétranyques (*Tetranychus urticae* Koch). L'évolution des populations d'insectes a été suivie hebdomadairement dans chacune des sections de grands tunnels (avec et sans filet). Cinq plants centraux d'aubergine, de concombre et de poivron ont été choisis aléatoirement dans chacune des parcelles pour le dépistage. Quatre pièges collants jaunes ont également été installés à la hauteur des cultures. Ces plaquettes, remplacées toutes les semaines, ont été observées pour dénombrer les insectes.

Une évaluation de la qualité des plants a été effectuée durant la saison de croissance. La croissance végétative de plants a été évaluée en mesurant à plusieurs reprises la hauteur et le diamètre des plants des trois cultures dans les sections avec et sans filet.

La récolte des différentes cultures a été effectuée en fin de saisons dans chacune des sections. Dix plants centraux d'aubergine, de concombre et de poivron ont été déterminés aléatoirement dans chacune des parcelles avant la récolte. Ces plants ont été suivis tout au long des récoltes. L'évaluation des récoltes a été effectuée selon le nombre et le poids des légumes/fruits par plant, pour le total et pour chacune des catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé).

Les paramètres (indicateurs) observés durant les essais de 2014 et 2015 sont les suivants : 1) le nombre d'individus et le stade de développement pour les ravageurs ciblés; 2) les conditions climatiques saisonnières (température, humidité relative); 3) la croissance des plants; 4) le nombre et le poids des légumes/fruits par plant; 5) le nombre et le poids des légumes/fruits par catégorie (extra, no 1, no 2 et déclassé). Différentes analyses statistiques ont été réalisées afin d'évaluer l'effet des filets sur les populations des différents ravageurs, les conditions météorologiques, la croissance des plants et le rendement des cultures. Des tests d'ANOVA ont été utilisés en présence d'une distribution normale des résidus alors que des tests de Wilcoxon ont été utilisés en absence de normalité. Des tables de contingence ont été utilisées pour évaluer les niveaux de légumes/fruits récoltés observés dans chaque catégorie (extra, no 1, no 2 et déclassé).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Conditions météorologiques

Température du sol

Certaines tendances significatives sont ressorties de nos résultats de 2014 pour la température de sol moyenne, minimale et maximale ($p < 0.0001$) (Tableau 1). Les températures moyenne et minimale du sol étaient plus élevées dans la section de tunnel comportant le filet Pare-Insectes. Les différences de température moyenne étaient de l'ordre de 1,4 à 2,5°C selon les traitements comparés, tandis qu'elles étaient d'environ 1,5°C pour la température minimale. En ce qui concerne la température maximale du sol, elle était plus élevée dans le Filet Pare-Insectes respectivement de 3,8 et 1,9 °C en comparaison au témoin et au filet Proteknet 80g. La température maximale était également significativement plus élevée dans tous les filets comparativement au témoin.

En 2015, les températures moyennes, minimales et maximales démontraient des différences significatives entre les traitements ($p < 0,000 1$) (Tableau 1). La température moyenne du sol était significativement plus élevée dans la section avec le filet AF4040 que dans le filet Proteknet (0,7 °C de plus), et le témoin (2,8 °C de plus). La température moyenne était également plus élevée de 2,2 °C dans le filet Pare-Insectes comparativement au témoin. En ce qui a trait aux valeurs minimales, les températures étaient statistiquement plus élevées dans les trois filets que dans la section sans filet (environ 1,5 – 2,0 °C de plus). La température maximale du sol était quant à elle plus élevée dans le Filet AF4040 respectivement de 4,8 et 1,9 °C en comparaison au témoin et au filet Pare Insectes. La température maximale était également significativement plus élevée dans le filet Proteknet et Pare-Insectes que dans le témoin.

Tableau 1 : Températures du sol et de l'air (moyenne, minimum et maximum) observées durant la saison 2014-2015 dans les différents filets et le témoin (sans filet).

2014

Emplacement	Température Sol (°C)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Témoin	22,3 a	20,2 a	24,8 a
AF4040 (Récoltech)	23,4 a	20,4 a	27,2 bc
Proteknet 80 g (Dubois)	23,2 a	20,3 a	26,7 b
Pare-Insectes (Harnois)	24,8 b	21,8 b	28,6 c

Emplacement	Température air à 50 cm (°C)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Témoin	19,2 a	13,2 a	26,3 a
AF4040 (Récoltech)	20,0 a	13,5 a	27,8 b
Proteknet 80 g (Dubois)	19,9 a	13,5 a	27,7 b
Pare-Insectes (Harnois)	19,1 a	12,6 a	27,1 ab

2015

Emplacement	Température Sol (°C)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Témoin	21,5 a	18,6 a	25,1 a
AF4040 (Récoltech)	24,3 b	20,5 b	29,3 b
Proteknet 80 g (Dubois)	23,6 c	20,1 b	28,5 bc
Pare-Insectes (Harnois)	23,7 bc	20,5 b	27,4 c

Emplacement	Température air à 50 cm (°C)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Témoin	20,2 a	14,4 a	27,1 a
AF4040 (Récoltech)	20,7 a	14,5 a	28,4 bc
Proteknet 80 g (Dubois)	20,5 a	14,5 a	27,9 ab
Pare-Insectes (Harnois)	20,2 a	14,4 a	29,4 c

Emplacement	Température air à 150 cm (°C)		
	Moyenne	Minimum	Maximum
Témoin	19,8 a	14,0 a	26,7 a
AF4040 (Récoltech)	20,3 a	14,1 a	28,1 b
Proteknet 80 g (Dubois)	20,2 a	14,2 a	27,6 ab
Pare-Insectes (Harnois)	19,7 a	13,2 a	28,1 b

Température de l'air

Au niveau de la température de l'air à 50 cm, aucune différence significative n'a été observée en 2014 pour la valeur moyenne et minimale. Toutefois, une différence significative a été observée pour la température maximale de l'air à la mi-hauteur des cultures ($p < 0,05$) (Tableau 1). La température maximale était plus élevée d'environ 1,5 (C dans le filet AF4040 et Proteknet 80g comparativement au témoin.

Tout comme en 2014, la valeur moyenne et minimale de l'air observée en 2015 n'était pas différente entre les traitements. Des différences statistiques ont toutefois été observées pour la température maximale de l'air ($p = 0,000 1$) (Tableau 1). Ce paramètre était plus élevé dans le filet Pare-Insectes respectivement de 1,5 et 2,3 °C lorsque comparé avec le filet Proteknet et le témoin. La température maximale de l'air était également plus élevée dans le filet AF4040 comparativement au témoin (1,3 °C de plus).

Au cours de la saison 2015, la température de l'air à 150 cm (au-dessus des cultures) a également été étudiée. Aucune différence n'a été notée entre les traitements pour la température minimale et moyenne. Certaines différences sont ressorties pour les valeurs maximales ($p = 0,004 0$) (Tableau 1). La température maximale était généralement plus élevée dans la section avec le filet Pare-Insectes et le filet AF4040 que dans celle du témoin. Dans les deux cas, la différence de température de l'air était de 1,4 (C.

Suivi des Ravageurs

Pyrale du maïs

Aucun adulte ou masse d'œufs n'a été observé sur les plants de poivron en 2014 et 2015. Cependant, un plus grand nombre de fruits a été déclassé en 2014, à cause des dommages de larves. Il y avait moins de dommages dans les différents filets que dans le témoin sans filet ($p = 0,030$) (Figure 1). Le nombre de fruits avec dommage de pyrale était 9 fois moins important sous les filets que dans le témoin. Aucune différence n'est cependant ressortie entre les différents filets testés. Compte tenu du très faible nombre de fruits déclassé en 2015 à cause de la pyrale (Total =14), aucune différence n'est ressortie entre les différents traitements ($p = 0,225 4$).

Punaise terne

Le suivi des pièges collants de 2014 n'a démontré aucune différence significative pour le nombre de captures de punaises ternes entre les différents traitements ($p = 0,207 6$) (Figure 2). Toutefois, les populations étaient plutôt faibles cette année-là. En 2015, les populations étaient un peu plus importantes et des différences ont été mesurées ($p = 0,037 8$). Les observations sur pièges collants ont démontré que les populations de punaises étaient plus faibles dans le traitement comportant le filet Pare-Insectes que dans celui du témoin sans filet. En moyenne, il y avait cinq captures de moins sur les pièges collants dans le filet Pare-Insectes.

Chrysomèle rayée du concombre

En 2014, la chrysomèle rayée a été observée en plus faible nombre dans les parcelles de concombre du filet Pare-Insectes comparativement au filet Af4040 et le témoin ($p < 0,000 1$) (Figure 3). Aucun individu n'a été observé sous le filet Proteknet 80 g durant cette saison. Les populations de 2014 étaient toutefois assez faibles. En 2015, les populations étaient un peu plus élevées et une seule différence a été observée, les populations dans les parcelles sous le filet Pare-Insectes étaient significativement plus faibles que dans celles du témoin

($p = 0,0063$). En moyenne, les captures étaient de 16 individus/piège dans la section sans filet alors qu'elle était de 1,4 pour le filet Pare-Insectes.

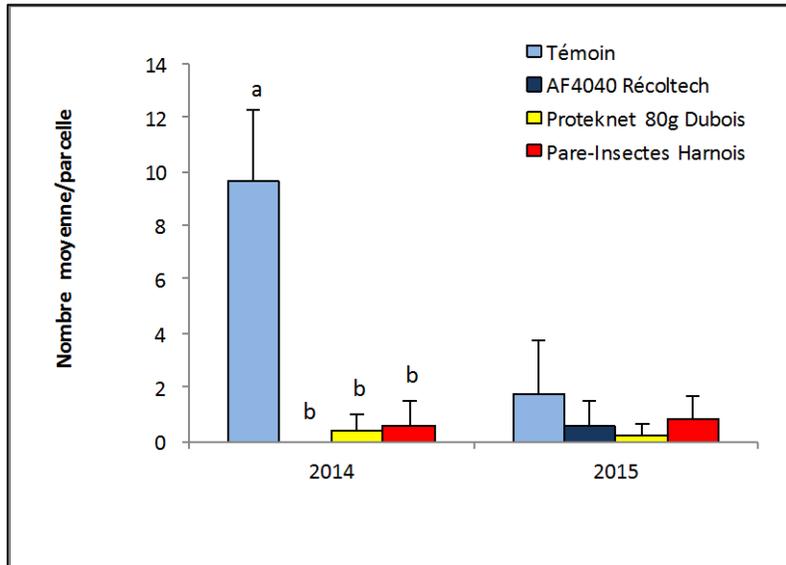


Figure 1 : Nombre moyen de dégâts de larves de pyrale observés à la récolte de poivron en 2014 et 2015 dans les différents filets et le témoin (sans filet).

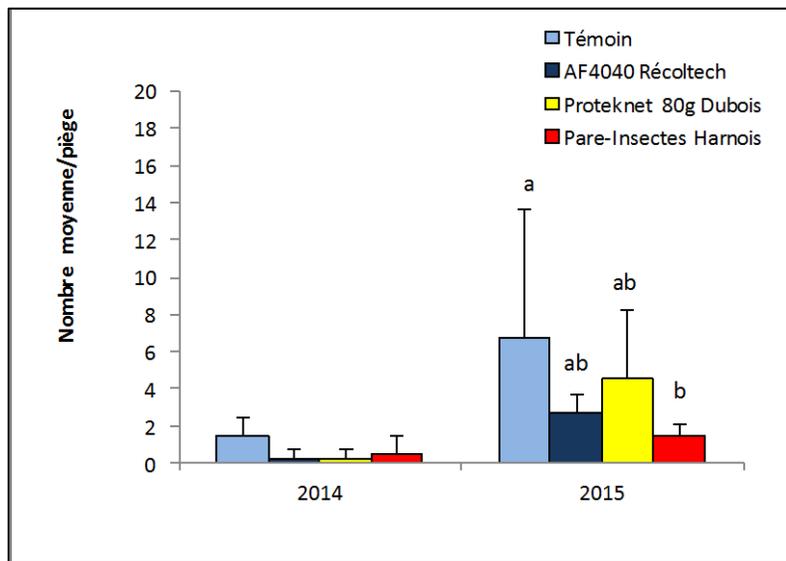


Figure 2 : Nombre moyen de punaises ternes observé sur pièges collants jaunes au cours des saisons 2014 et 2015 dans les différents filets et le témoin (sans filet).

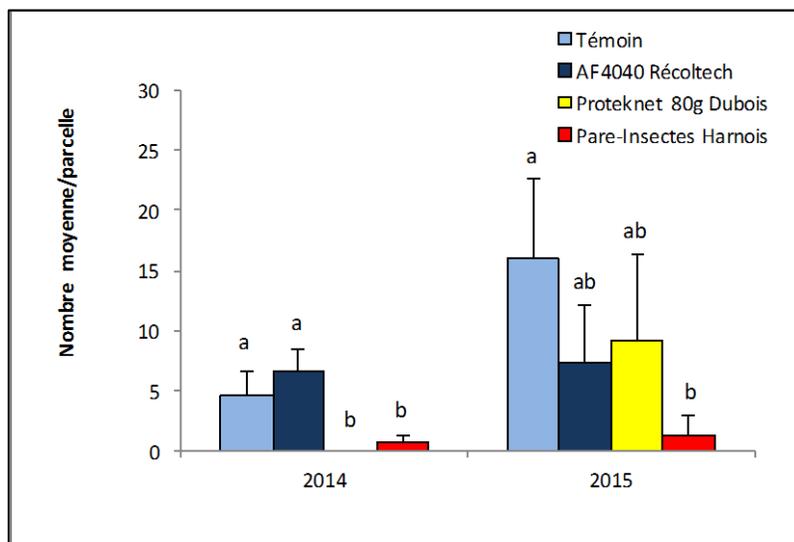


Figure 3 : Nombre moyen de chrysomèles rayées du concombre observé sur les plants de concombre libanais durant les saisons 2014 et 2015 dans les différents filets et le témoin (sans filet).

Thrips

Les populations de thrips (Tableau 2) ont été observées majoritairement dans les plants d'aubergine (**moyenne 2014**= 250 individus/parcelle, **moyenne 2015**= 195 individus/parcelle) et de concombre libanais (**moyenne 2014**= 101 individus/parcelle, **moyenne 2015**= 19 individus/parcelle). Durant les deux années d'essais, aucune différence significative n'a été détectée entre les différents traitements sauf pour la culture du concombre de 2014 ($p < 0,05$). Significativement moins de thrips ont été détectés dans la section avec le filet Pare-Insectes que dans celle avec le filet Af4040 et Proteknet 80g.

Puceron

Les pucerons étaient majoritairement présents dans les cultures d'aubergine et de poivron (Tableau 2), mais des différences significatives ont tout de même été observées dans toutes les cultures pendant les deux saisons ($p < 0,05$).

En 2014, les populations observées sur les plants d'aubergine dans les parcelles du traitement filet Pare-Insectes étaient plus faibles que celles observées dans le témoin et le filet Proteknet. En 2015, les populations de pucerons étaient significativement plus faibles dans les parcelles d'aubergine sous les filets Pare-Insectes et Proteknet 80g comparativement à celles du témoin et sous le filet AF4040. Il y avait également moins de pucerons dans le témoin que le filet AF4040.

En ce qui a trait à la culture du concombre libanais en 2014, il y avait significativement moins d'individus dans le témoin et le filet Pare-Insectes que dans le filet Proteknet. En 2015, les populations étaient plus faibles sous le filet Pare-Insectes et le filet Proteknet comparativement à celles sous le filet Af4040 et le témoin sans filet. Il y avait également des populations de pucerons moindres dans les filets Proteknet 80g et Pare-Insectes que dans le témoin.

En ce qui concerne le poivron, les populations de 2014 étaient significativement plus faibles dans le filet Pare-Insectes et le filet AF4040 que dans les deux autres traitements. En 2015, les populations observées dans le filet Pare-Insectes étaient moindres que celles sous le filet AF4040 et le témoin.

Tétranyque

Les populations de tétranyque (Tableau 2) observées durant les essais se retrouvaient majoritairement sur les plants d'aubergine (**moyenne 2014**= 202 individus/parcelle; **moyenne 2015**= 152 individus/parcelle) et dans une moindre mesure sur le concombre libanais (**moyenne 2015** = 27 individus/parcelle). La seule différence statistique a été observée dans le concombre libanais en 2015 où les populations observées sous le filet AF4040 étaient moindres que celles sous le filet Proteknet 80 g (p = 0,0397).

Tableau 2 : Nombre moyen de thrips, pucerons, tétranyques, observé sur les différentes cultures durant les saisons 2014 et 2015 dans les différents filets et le témoin (sans filet).

Aubergine								
Année	Section	Thrips		Puceron			Tétranyque	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	
2014	Témoin	254,4	40,5	494,6	503,4	a	40,2	73,1
	AF4040 Récoltech	233,6	78,1	74,4	157,6	ab	498,8	1114,2
	Proteknet 80g Dubois	277,6	158,3	1936,8	2569,3	a	84,2	180,5
	Pare-Insectes Harnois	235,6	101,2	0,8	0,8	b	185,4	300,9
2015	Témoin	129,6	36,6	173,8	107,4	a	224,0	304,4
	AF4040 Récoltech	89,4	63,0	3500,0	1707,3	b	59,4	80,9
	Proteknet 80g Dubois	83,8	60,8	0,0	0,0	c	226,2	351,6
	Pare-Insectes Harnois	477,6	452,5	0,6	0,9	c	99,4	220,0

Concombre Libanais										
Année	Section	Thrips		Puceron			Tétranyque			
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type			
2014	Témoin	87,0	18,9	ab	11,4	4,9	b	0,0	0,0	
	AF4040 Récoltech	102,0	21,0	b	0,4	0,5	ab	0,0	0,0	
	Proteknet 80g Dubois	149,8	107,0	b	28,8	17,8	a	0,0	0,0	
	Pare-Insectes Harnois	66,6	20,3	a	0,0	0,0	b	0,0	0,0	
2015	Témoin	14,2	8,3		3,4	3,0	b	68,0	91,3	ab
	AF4040 Récoltech	17,6	8,2		123,8	25,3	a	0,8	1,8	b
	Proteknet 80g Dubois	23,0	8,3		0,0	0,0	c	32,8	22,5	a
	Pare-Insectes Harnois	24,6	6,8		0,0	0,0	c	4,4	8,8	ab

Poivron									
Année	Section	Thrips		Puceron			Tétranyque		
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type		
2014	Témoin	5,0	1,4		396,2	821,3	a	0,0	0,0
	AF4040 Récoltech	5,4	2,5		0,6	0,9	b	0,2	0,4
	Proteknet 80g Dubois	11,2	6,4		1475,8	910,7	a	0,0	0,0
	Pare-Insectes Harnois	6,0	2,1		0,0	0,0	b	0,0	0,0
2015	Témoin	2,0	2,3		77,4	40,8	a	0,0	0,0
	AF4040 Récoltech	4,2	6,4		260,6	384,5	a	0,0	0,0
	Proteknet 80g Dubois	0,6	0,5		34,8	77,8	ab	0,0	0,0
	Pare-Insectes Harnois	5,0	4,6		0,0	0,0	b	0,2	0,4

Croissance végétative des cultures

Aubergine

La croissance végétative des plants d'aubergine a été évaluée en mesurant la hauteur des plants à plusieurs reprises durant les saisons 2014 et 2015 (Figure 4). En 2014, aucune différence n'a été observée entre les différents traitements en début de saison. Cependant, en 2015, des différences de croissance étaient déjà notables ($p < 0,05$). Les plants d'aubergine de la section sous le filet Proteknet étaient plus hauts que les plants dans la section sans filet. Pour toutes les autres dates d'observation en 2014 (8 juillet, 24 juillet, 6 août et 17 septembre) et 2015 (2 juillet, 17 juillet et 15 septembre), des différences significatives sont ressorties entre les traitements ($p < 0,0001$). Les plants d'aubergine dans les différents traitements avec filets étaient toujours significativement plus grands que dans le témoin sans filet. À partir des observations de juillet, les différences de hauteur entre les plants d'aubergine du témoin et ceux sous les différents filets étaient de 19,6 à 32,5 cm en 2014 et de 12,0 à 20,5 cm en 2015. Lorsque l'on compare la croissance des plants entre les différents filets pour ces mêmes dates, aucune différence ne ressort pour le 8 juillet 2014. Pour toutes les autres dates, les plants dans le filet AF4040 et/ou le filet Pare-Insectes ont connu une meilleure croissance que ceux dans filets Proteknet 80g à l'exception du 15 septembre 2015. Les différences de taille des plants observées entre les filets en 2014 étaient de l'ordre de 10 cm tandis qu'elles étaient de 5 cm en 2015. La croissance totale des plants d'aubergine en 2014 et 2015 était également significativement plus importante respectivement d'environ 9 cm et 6 cm sous le filet AF4040 lorsque comparée avec le filet Pare-Insectes.

Concombre Libanais

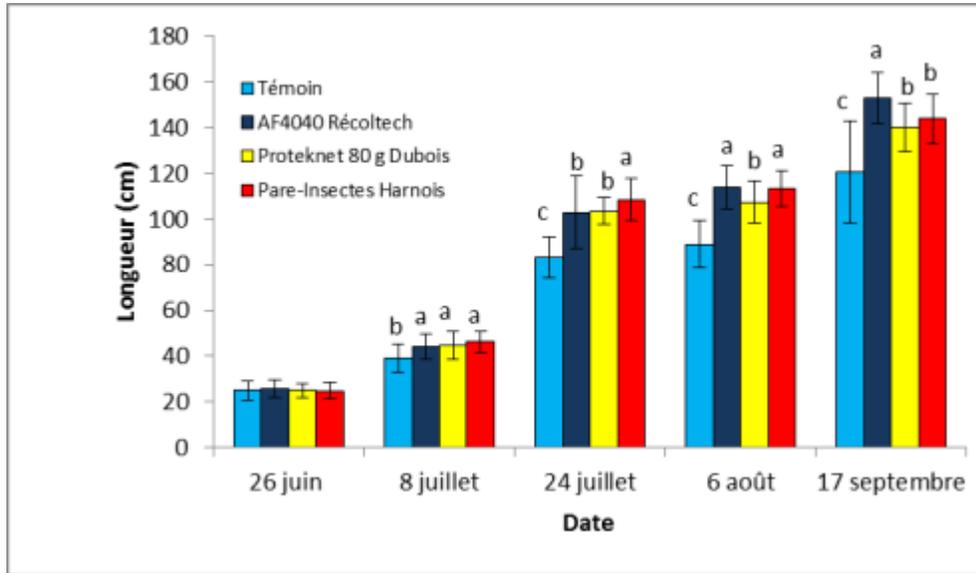
Dans le cas du concombre libanais, les plants dans les différents filets étaient significativement plus grands que ceux dans la section sans filet, et ce, autant durant la saison 2014 (14 juillet, 24 juillet, 6 août et 10 septembre) que 2015 (2, 17, 28 juillet et 27 août) ($p < 0,0001$) (Figure 5). Les différences de hauteur observées en fin de saison entre les plants de concombre du témoin et ceux sous les différents filets variaient entre 41,5 - 75,9 cm en 2014 et 53,1 et 90,5 cm en 2015. Si l'on compare la croissance des plants entre les différents filets, aucune différence n'a été observée pour le 14 juillet 2014 et le 28 juillet 2015. Pour toutes les autres dates, les plants dans le filet Af4040 et/ou le filet Pare-Insectes étaient toujours significativement plus hauts que ceux dans le filet Proteknet. La croissance totale des plants en 2015 était également significativement plus importante d'environ 37 cm sous le filet AF4040 comparativement au filet Pare-Insectes. Cette différence n'a cependant pas été observée en 2014.

Poivron

En ce qui concerne la croissance de la culture de poivron (Figure 6), aucune différence notable n'a été identifiée entre les traitements le 26 juin 2014, 6 août 2014 et 30 septembre 2014 ($p > 0,05$). Le 8 juillet 2014, la taille moyenne des plants dans le témoin et dans le filet Proteknet était significativement plus haute que ceux du filet AF4040 et du filet Pare-Insectes ($p = 0,0002$). Le 24 juillet 2014, seuls les plants dans le filet Proteknet étaient plus grands que ceux dans le filet AF4040. En 2015, la croissance des plants de poivron dans les différents filets était toujours statistiquement plus importante que celle des plants dans le témoin ($p < 0,0001$). À partir des observations de juillet et septembre 2015, les différences de hauteur observées entre le témoin et les différents filets variaient entre 9,4 et 14,3 cm. Si l'on compare la croissance des plants dans les différents filets, aucune différence n'a été observée pour le 18 septembre 2015. Pour toutes les autres dates, les plants dans le filet AF4040 étaient toujours statistiquement plus grands, de 1 à 2,7 cm, que ceux dans le

filet Proteknet 80g. Ces différences restent toutefois mineures d'un point de vue agronomique.

2014



2015

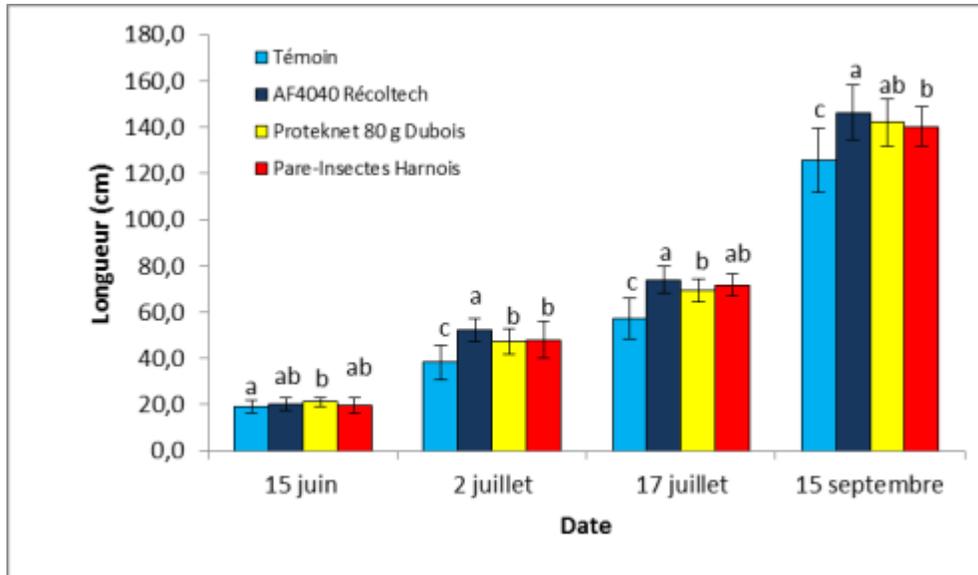
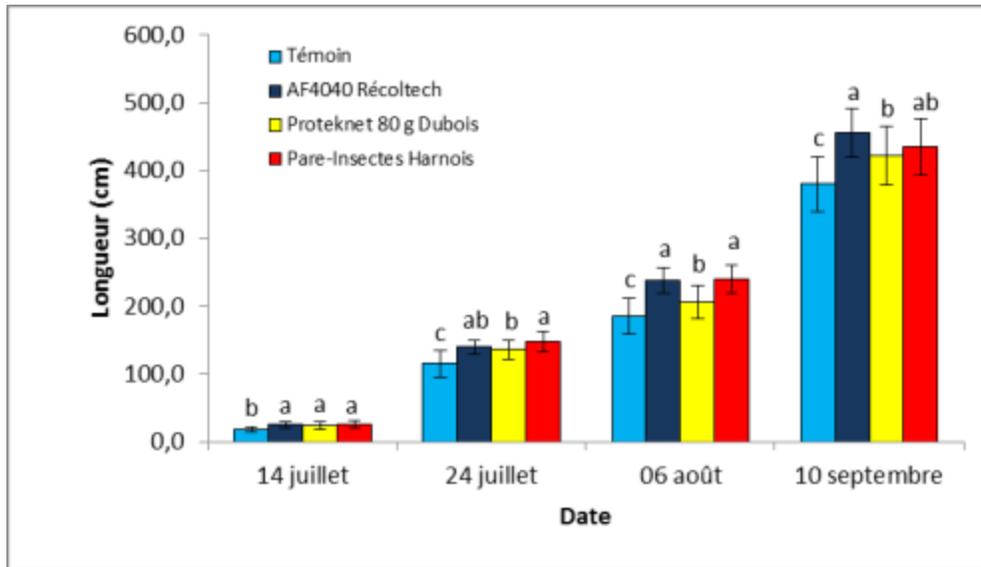


Figure 4 : Taille moyenne (cm) des plants d'aubergines observée durant les saisons 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

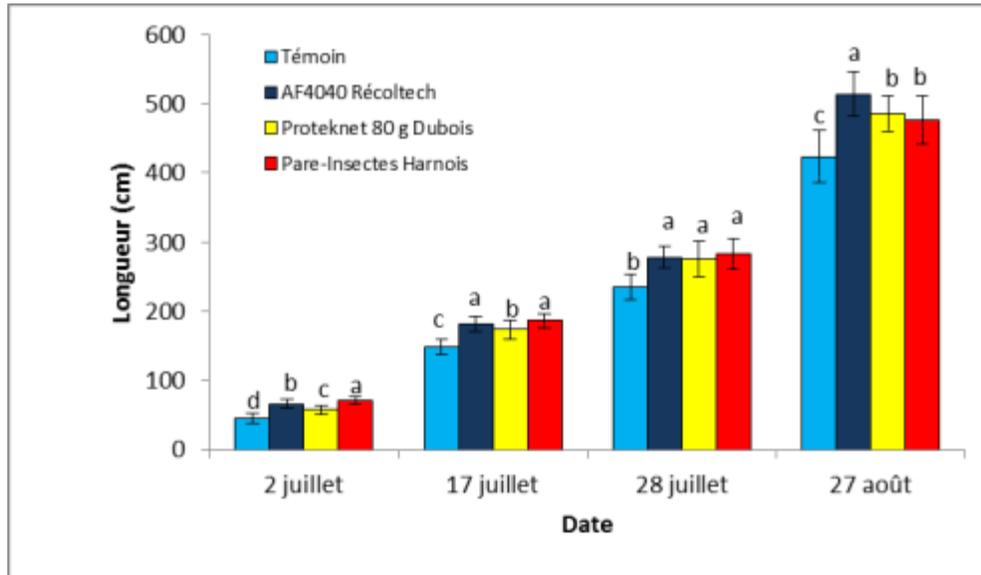
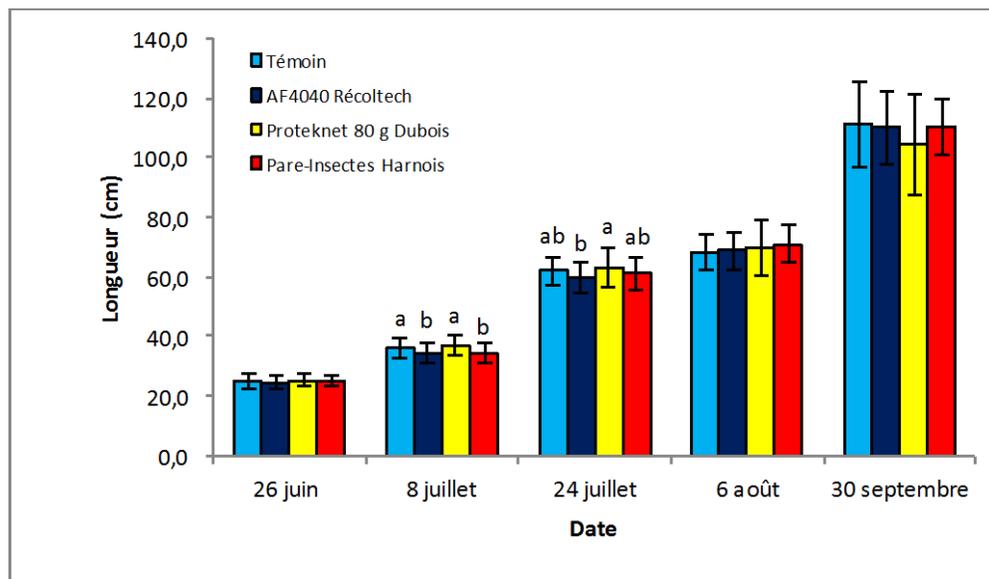


Figure 5 : Taille moyenne (cm) des plants de concombre libanais observée durant les saisons 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

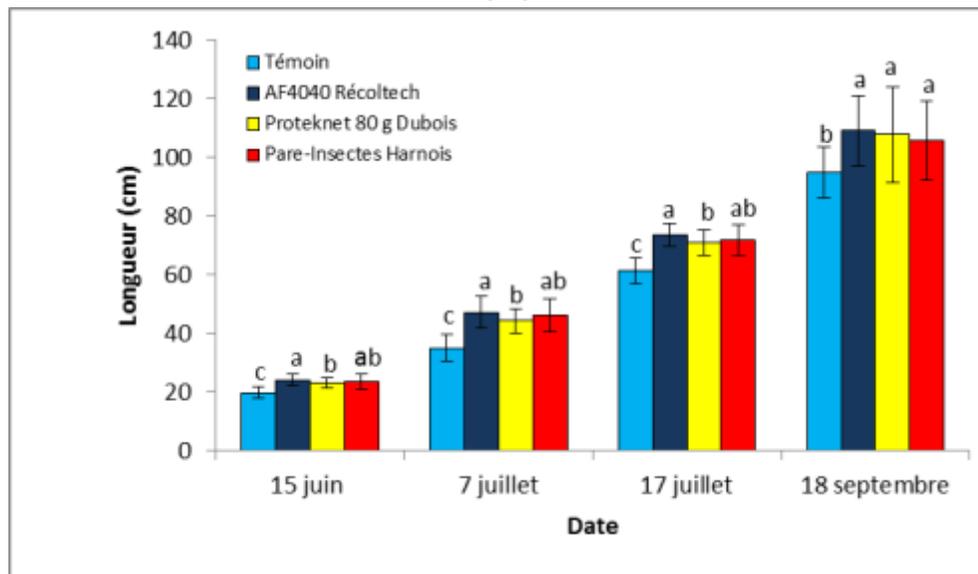


Figure 6 : Hauteur moyenne (cm) des plants de poivron observée durant les saisons 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

Récolte des cultures

Aubergine

En 2014, le poids moyen des fruits/plant était plus important dans le témoin, le filet Proteknet 80g et le filet Pare-Insectes que dans le filet AF4040. Le poids total des récoltes était d'environ 1 300 g/plant pour le filet AF4040 alors qu'il était plus de 1 650 g pour les trois autres traitements ($p = 0,0138$) (Figure 7). Les proportions d'aubergines classées dans les différentes catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé) étaient significativement différentes entre les traitements ($p < 0,0001$). Pour la catégorie extra, il y avait une plus faible proportion de fruits sous le filet Proteknet 80g que dans les autres. Aucune différence n'a été observée entre les différents traitements pour la proportion de fruits classés no 1. En ce qui concerne la catégorie no 2, il y avait un peu plus d'aubergine de cette catégorie dans le filet Proteknet 80 g et dans le témoin. Il y avait également moins d'aubergines déclassées dans le filet AF4040 que dans le filet Proteknet (Figure 8). De façon générale, les fruits récoltés en 2014 dans le filet AF4040 et dans le filet Pare-Insectes étaient de meilleure qualité que ceux provenant du témoin et du filet Proteknet 80 g.

Des différences statistiques ont également été observées en 2015 ($p < 0,0001$). Le poids moyen des fruits/plant était significativement plus élevé dans les sections avec le filet Proteknet 80g et Pare-Insectes que pour le témoin et le filet AF4040. Le poids total tournait autour 1 860 g/plants pour le témoin et le filet AF4040 alors qu'il était plus de 2 380 g pour les filets Proteknet 80g et Pare-Insectes. Les proportions d'aubergines classées dans les différentes catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé) étaient également différentes d'un traitement à l'autre en 2015 ($p < 0,0001$). Concernant les aubergines de la catégorie extra, il y avait en moins dans le témoin que ce qui était attendu. Aucune différence n'a été observée entre les différents traitements pour la proportion de fruits classés no1. Pour la catégorie no 2, il y avait un peu plus d'aubergine de cette catégorie dans le témoin. Il y avait également plus d'aubergines déclassées dans le filet Proteknet (Figure 8). Les fruits récoltés en 2015 dans les trois filets semblent être généralement de meilleure qualité que ceux provenant du témoin. Il y avait cependant une plus grande proportion de fruits déclassés légèrement plus élevée dans le filet Pare-Insectes que dans les 2 autres filets testés.

Concombre libanais

Pour les récoltes de concombre libanais en 2014, le nombre de fruits/plant était plus élevé dans le filet AF4040 que dans le témoin ($p = 0,0189$) (Figure 9). Le poids total était d'environ 725 g/plant pour le témoin alors qu'il était 900 g pour le filet AF4040. Aucune autre différence n'est cependant ressortie en 2014. Les proportions de concombre libanais classées dans les différentes catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé) étaient différentes d'un traitement à l'autre en 2014 ($p < 0,0001$). Dans le témoin, il y avait une plus faible proportion de concombre classé no 1 et extra ainsi que plus de grandes proportions de fruits no 2 et déclassés (Figure 10). Les fruits récoltés en 2014 dans les trois filets semblent être généralement de meilleure qualité que ceux provenant du témoin.

En 2015, le rendement total/parcelle était plus élevé dans les parcelles sous le filet AF4040 (1045 g/parcelle) que dans celles du témoin et du filet Proteknet 80g ($p < 0,0001$). De plus, le poids moyen des récoltes dans le filet Pare-Insectes (952 g/parcelle) et Proteknet 80 g (904 g/parcelle) était plus important que pour les récoltes du témoin (756 g/parcelle). Les proportions de concombre classées dans les différentes catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé) étaient significativement différentes entre les traitements ($p < 0,0001$). Pour la catégorie extra, il y avait une plus faible proportion de fruits qu'attendu dans le témoin sans

filet, mais une plus grande proportion dans le filet AF4040. Une plus faible proportion de fruits classés no1 a également été notée dans le témoin. En ce qui concerne la catégorie no 2, il y avait un peu plus de concombres de cette catégorie dans le témoin, mais il y en avait moins dans le filet AF4040. Il y avait également moins de concombres déclassés dans le témoin que dans les autres traitements (Figure 10). De façon générale, les fruits récoltés en 2015 dans les trois filets étaient de meilleure qualité que ceux provenant du témoin. Toutefois, les fruits provenant du filet Af4040 étaient d'une qualité légèrement supérieure aux fruits récoltés dans les deux autres filets.

Poivron

Dans le cas du poivron, aucune différence n'a été observée entre les traitements pour le rendement moyen en 2014 (Figure 11). Les proportions de poivron classées dans les différentes catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé) étaient cependant différentes d'un traitement à l'autre en 2014 ($p < 0,0001$). Concernant les fruits de la catégorie extra, il y avait en moins dans le filet Proteknet 80 g, mais plus dans le traitement filet AF4040 que ce qui était attendu. De plus dans le témoin, il y avait une plus faible proportion de poivrons classés no 1 et no 2 ainsi qu'une très grande proportion de fruits déclassés contrairement aux autres traitements (Figure 12). De façon générale, les fruits récoltés en 2014 dans les trois filets étaient de meilleure qualité que ceux provenant du témoin.

En 2015, le poids total des récoltes/plant était plus important dans le filet Pare-Insectes que dans le témoin et le filet AF4040 ($p < 0,05$). Les proportions de fruits classés dans les différentes catégories (extra, no 1, no 2 et déclassé) étaient différentes d'un traitement à l'autre en 2015 ($p < 0,0001$). Il y avait moins de poivron classé extra dans le témoin et le filet Proteknet que ce qui était attendu, mais plus dans le filet AF4040 (Figure 12). Aucune différence n'a été observée entre les différents traitements pour la proportion de fruits classés no1. Il y avait également une plus grande proportion de fruits classés no 2 dans le filet Proteknet 80 g et moins dans le filet AF4040. En ce qui concerne les fruits déclassés, il y en avait un peu plus dans le Filet AF4040 et un peu moins dans le filet Proteknet 80 g.

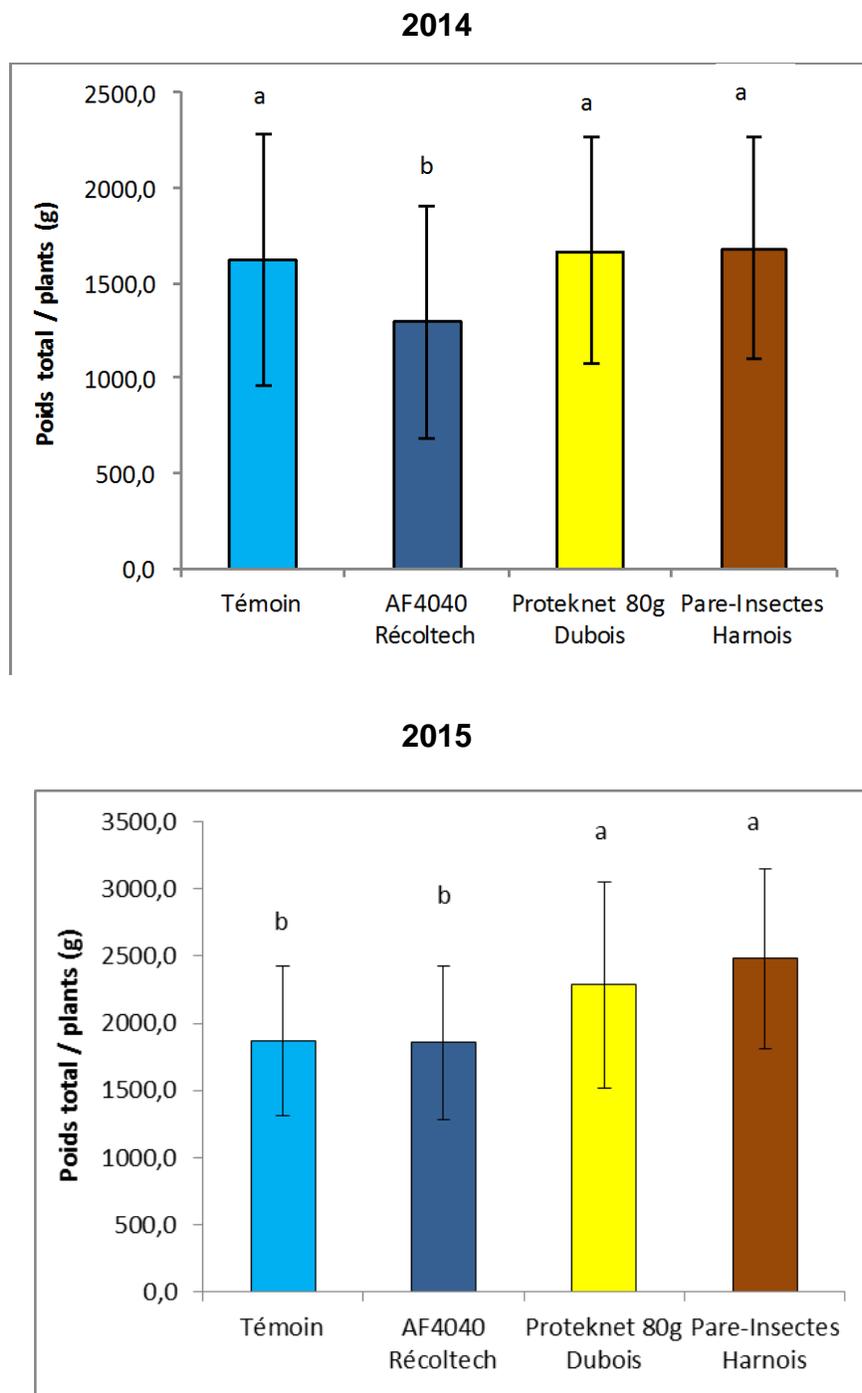
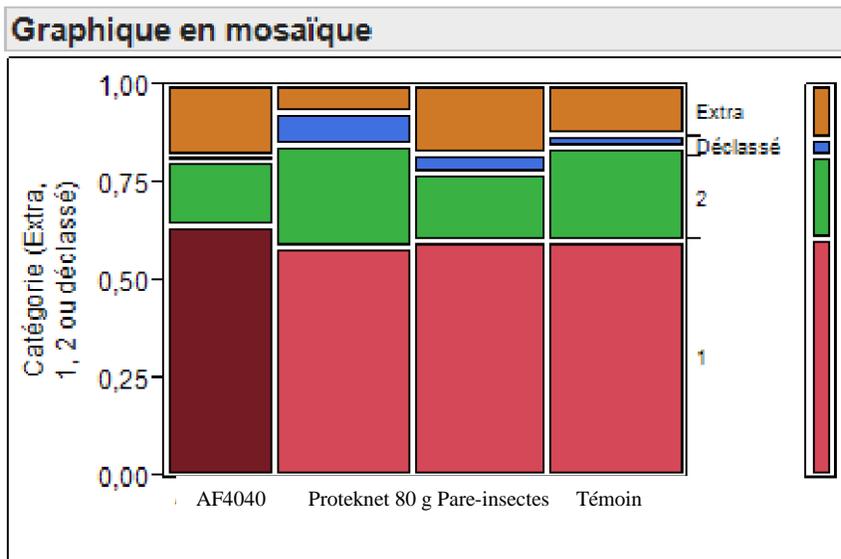


Figure 7 : Rendement moyen (poids total/plants) des plants d'aubergines en 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

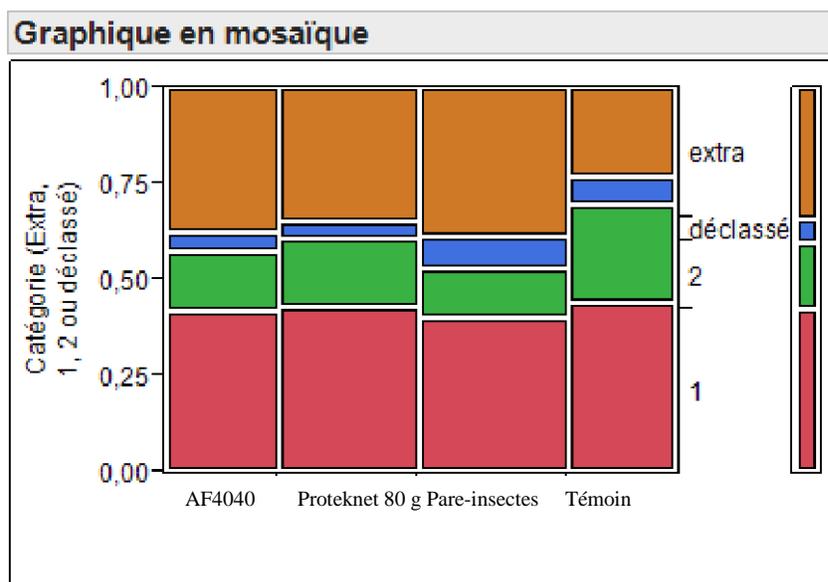
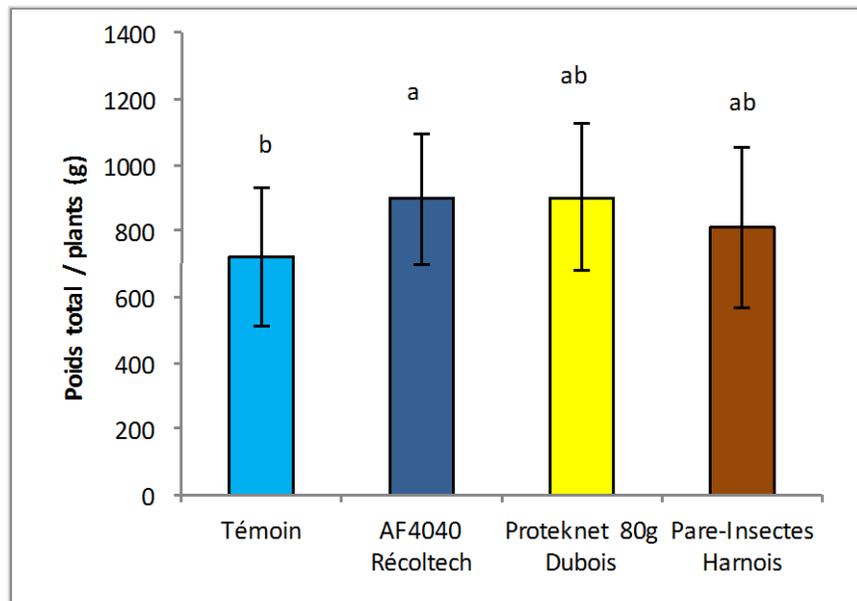


Figure 8 : Proportion de la récolte d'aubergine classée dans chaque catégorie (extra, no1, no2 et déclassé) en 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

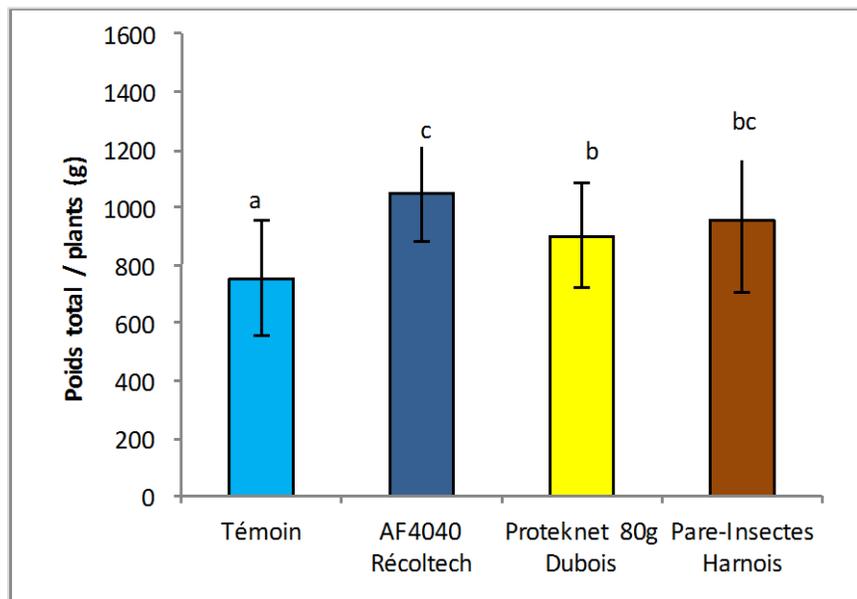
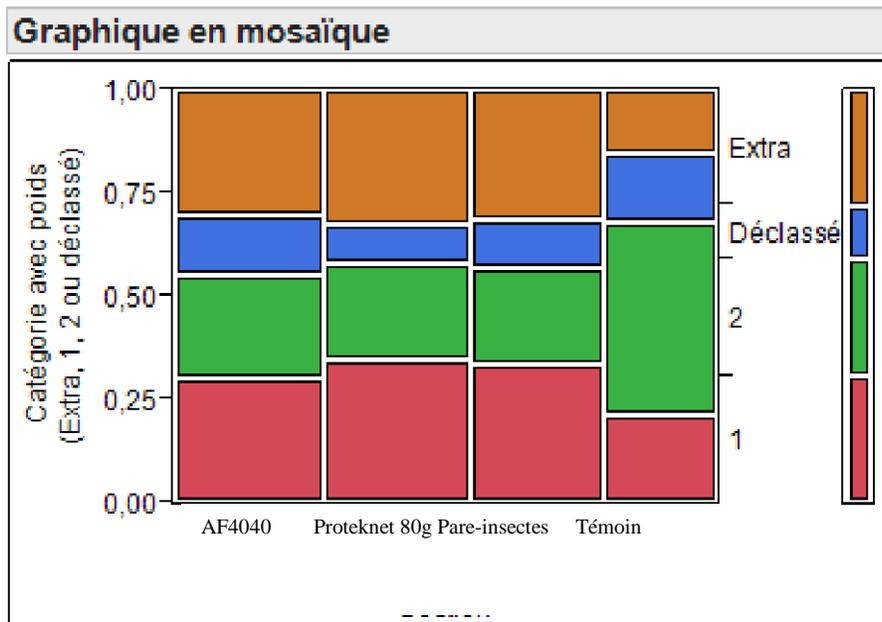


Figure 9 : Rendement moyen (poids total/plants) des plants de concombre libanais en 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

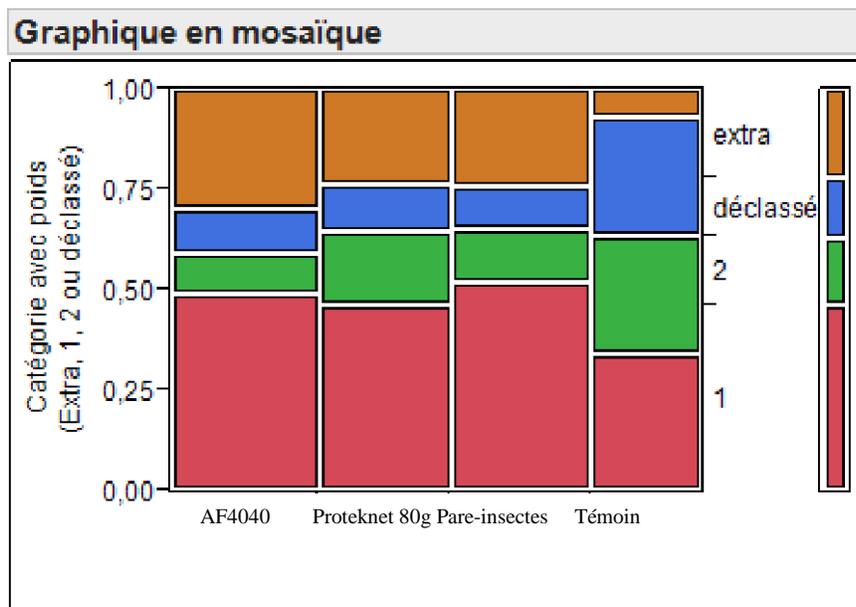
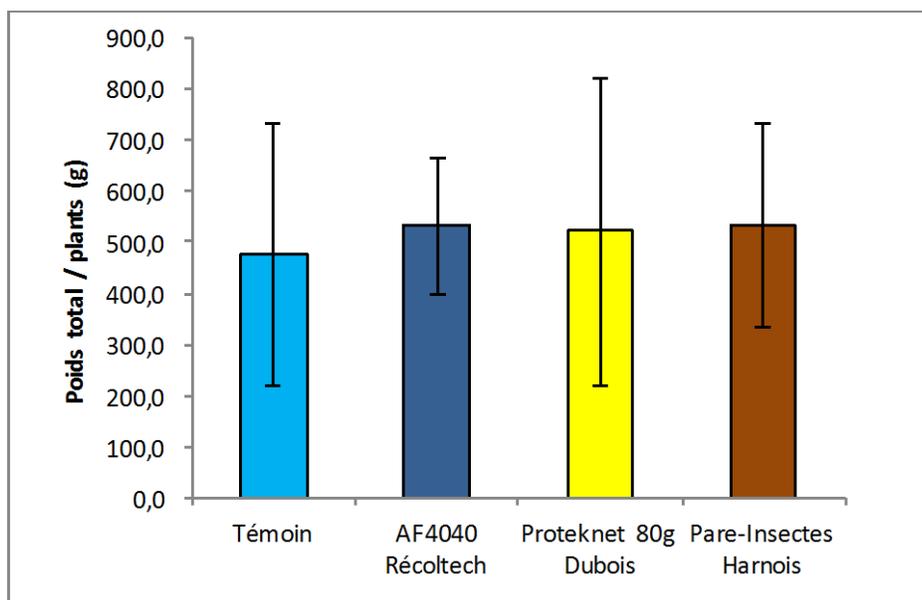


Figure 10 : Proportion de la récolte de concombre libanais classé dans chaque catégorie (extra, no1, no2 et déclassé) en 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

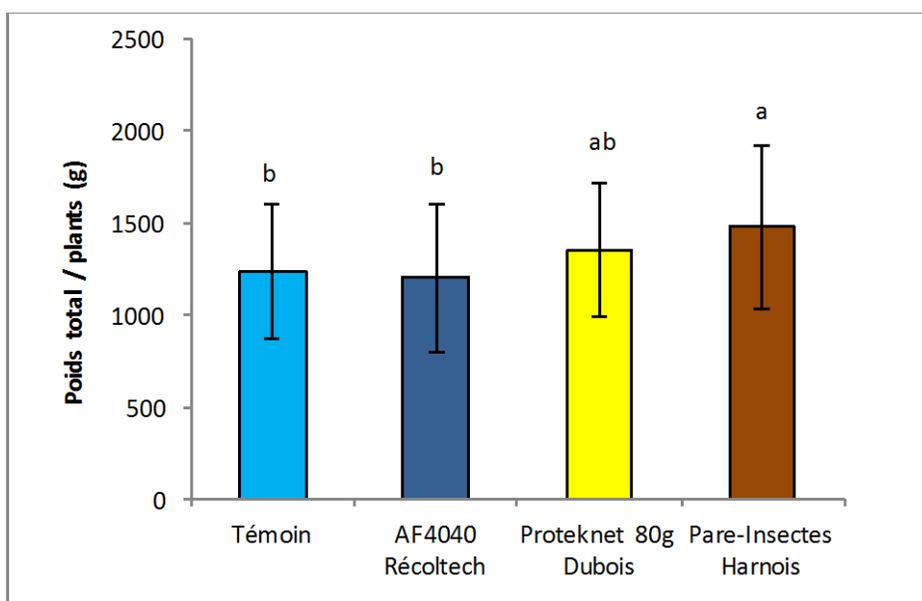
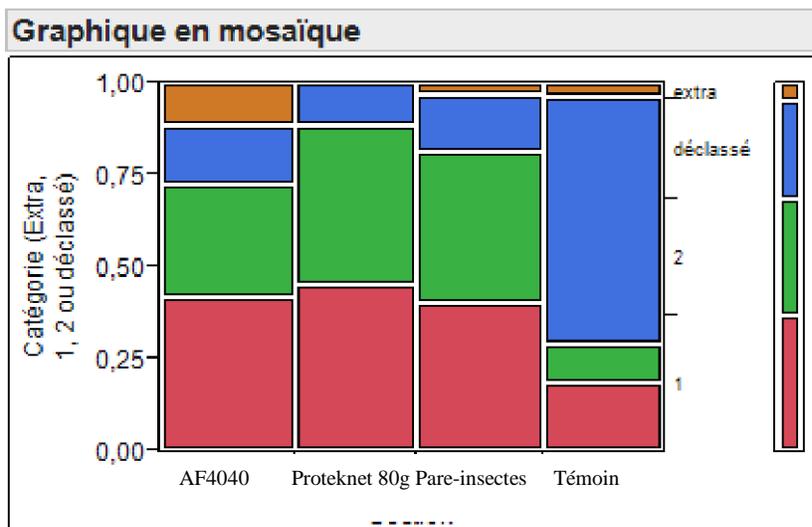


Figure 11 : Rendement moyen (poids total/plants) des plants de poivron en 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

2014



2015

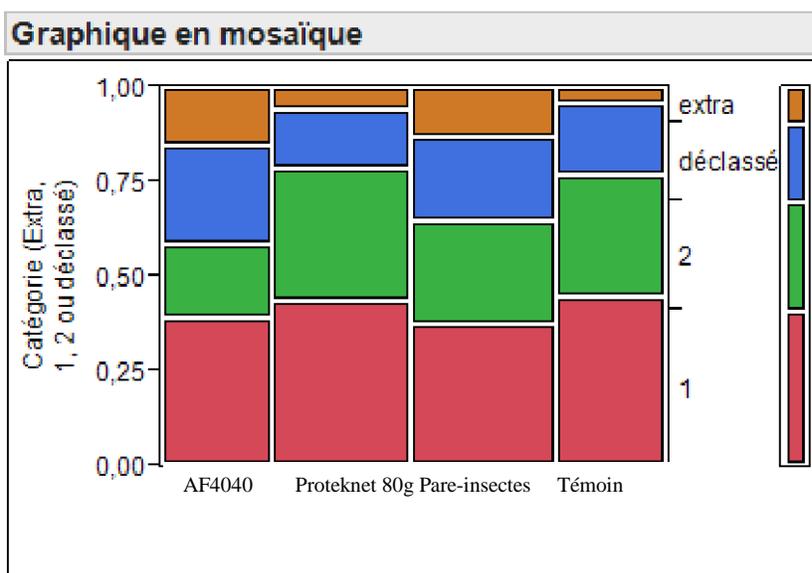


Figure 12 : Proportions de la récolte de poivron classé dans chaque catégorie (extra, no1, no2 et déclassé) en 2014 et 2015 pour les différents filets et le témoin (sans filet).

Évaluation des coûts

Le coût des matériaux associé à l'utilisation de filets en grand tunnel a été établi pour un tunnel de 100 et 200 pieds de long (standard souvent utilisé par les producteurs). Ce coût considère les prix de vente des matériaux en 2014. Le coût total des matériaux nécessaires pour la fixation des filets à la structure s'élève à 2 462,57 \$ (+ Tx) pour un tunnel de 100 pieds et à 3 913,49 \$ pour un de 200 pieds. (Tableau 3). Ce coût a été réparti dans trois sous-groupes selon qu'il s'agissait des matériaux nécessaires à la mise en place des extrémités de tunnel avec porte (façades), d'un côté extérieur d'une multichapelle (donnant sur le champ) ou d'un côté intérieur d'une multichapelle (donnant sur le tunnel adjacent). Peu importe la longueur du tunnel, les extrémités comportant une porte reviennent à 1 011,65 \$ (+ Tx). La majeure partie des coûts est directement associée aux portes (portes, tubes ovales, ancrages). Les matériaux nécessaires pour l'installation d'un côté extérieur d'une multichapelle reviennent à 690,96 \$ (+ Tx) pour un tunnel de 100 pieds, tandis qu'il en coûte 1 381,92 \$ pour un de 200 pieds. Le coût d'installation pour un côté intérieur d'une multichapelle revient à 759,96 \$ (+ Tx) pour un tunnel de 100 pieds et à 1 519,72 \$ pour un de 200 pieds. La différence des prix entre les deux types de côtés s'explique par le type de cavalier utilisé pour joindre les tubes wirelock à la structure des grands tunnels. Les cavaliers utilisés au niveau du sol du côté intérieur sont de forme carrée tandis que tous les autres cavaliers sont de forme ovale. Il est également à noter que le prix des côtés s'explique en bonne partie par l'utilisation des tubes wirelock pour fixer les filets. Ces tubes ont l'avantage d'être très rigides, contrairement aux petits wirelock, ce qui permet de bien fixer le filet à la structure et d'être certain que rien ne bougera en situation de grands vents. Les tubes wirelock sont toutefois 3 x plus dispendieux que les petits wirelock. Il pourrait donc être intéressant de trouver une alternative à moindre coût.

Les coûts des différents filets nécessaires pour un tunnel de 100 et 200 pieds ont également été établis à partir des prix de vente de 2014 (Tableau 4). Le Filet Pare-Insectes d'Harnois est celui qui a le coût total le plus élevé. Il revient à environ 1 008 \$ (+ Tx) pour un tunnel de 100 pieds et à 1 626 \$ pour un de 200 pieds. En ce qui concerne les deux autres filets, le filet Proteknet 80g de Dubois revient respectivement à 728 \$ (+ Tx) et à 1 328 \$ pour un tunnel de 100 et 200 pieds, tandis que le filet AF4040 de Récoltech revient à 654 \$ (+ Tx) et à 1 194 \$ pour les mêmes longueurs de tunnel. Le coût du filet Pare-Insectes nécessaire pour fermer un tunnel est plus dispendieux que celui des deux autres. La différence de prix s'explique principalement par le coût des filets utilisés pour les façades. Le coût des différents filets utilisé pour fermer les côtés est quant à lui plutôt similaire, quoiqu'il est légèrement plus bas pour le filet AF4040.

Tableau 3 : Coût des matériaux nécessaires à la fixation des filets à la structure d'un tunnel de 100 et 200 pieds. Basé sur les prix de 2014.

Tunnel de 100 pieds				Tunnel de 200 pieds			
Extrémité avec porte				Extrémité avec porte			
Pièces	Prix uniatire	Quantité	Prix total	Pièces	Prix uniatire	Quantité	Prix total
Tube carré (1- 1/4 x 156 pouces)	19,52	2,0	39,04	Tube carré (1- 1/4 x 156 pouces)	19,52	2,0	39,04
Petit wire lock (2 x 144 pouces)	9,26	16	148,16	Petit wire lock (2 x 144 pouces)	9,26	16	148,16
Wire plast (2 m de long)	0,93	32	29,76	Wire plast (2 m de long)	0,93	32	29,76
Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	5,80	Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	5,80
Porte :				Porte :			
Porte (48 x 98 pouces)	221,17	2	442,33	Porte (48 x 98 pouces)	221,17	2	442,33
Tube ovale vertical/porte (12 pieds)	35,91	4	143,64	Tube ovale vertical/porte (12 pieds)	35,91	4	143,64
Tube ovale horizon/porte (66 pouces)	16,73	2	33,46	Tube ovale horizon/porte (66 pouces)	16,73	2	33,46
Union tubes ovales	2,00	4	8,00	Union tubes ovales	2,00	4	8,00
Ancrage ovale	8,58	4	34,32	Ancrage ovale	8,58	4	34,32
Tige ancrage	4,88	8	39,04	Tige ancrage	4,88	8	39,04
Petit wire lock (2 x 120 pouces)	9,54	8	76,32	Petit wire lock (2 x 120 pouces)	9,54	8	76,32
Wire plast (2 m de long)	0,93	8	7,44	Wire plast (2 m de long)	0,93	8	7,44
Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	4,34	Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	4,34
			Total :				Total :
			1011,65				1011,65
Côté extérieur d'une Multichapelle				Côté extérieur d'une Multichapelle			
Pièces	Prix uniatire	Quantité	Prix total	Pièces	Prix uniatire	Quantité	Prix total
Tube wire lock (120 pouces)	28,31	20	566,20	Tube wire lock (120 pouces)	28,31	40	1132,40
Cavalier oval	1,30	24	31,20	Cavalier oval	1,30	48	62,40
Union (cavalier et tube wire Lock)	1,98	24	47,52	Union (cavalier et tube wire Lock)	1,98	48	95,04
Wire plast (2 m de long)	0,93	36	33,48	Wire plast (2 m de long)	0,93	72	66,96
Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	12,56	Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	25,12
			Total:				Total:
			690,96				1381,92
Côté intérieur d'une Multichapelle				Côté intérieur d'une Multichapelle			
Pièces	Prix uniatire	Quantité	Prix total	Pièces	Prix uniatire	Quantité	Prix total
Tube wire lock (120 pouces)	28,31	20	566,20	Tube wire lock (120 pouces)	28,31	40	1132,40
cavalier oval	1,30	12	15,60	cavalier oval	1,30	24	31,20
cavalier carré	7,05	12	84,60	cavalier carré	7,05	24	169,20
Union (cavalier et tube wire Lock)	1,98	24	47,52	Union (cavalier et tube wire Lock)	1,98	48	95,04
Wire plast (2 m de long)	0,93	36	33,48	Wire plast (2 m de long)	0,93	72	66,96
Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	12,56	Quincaillerie (vis, boulons, écrous, etc.)	-	-	25,12
			Total:				Total:
			759,96				1519,92
Grand Tota		2462,57		Grand Tota		3913,49	

Tableau 4 : Coût des différents filets pour un tunnel de 100 et 200 pieds. Basé sur les prix de 2014

	Tunnel de 100 pieds					
	Pare-Insectes (Harnois)		Proteknet 80g (Dubois)		AF4040 (Récoltech)	
	Prix (\$)	Largeur filet (m)	Prix (\$)	Largeur filet (m)	Prix (\$)	Largeur filet (m)
2 Extrémités de tunnel	390	4	128	4	114	4
2 côtés de tunnel	618	3	600	4	540	4
Total	1008		728		654	

	Tunnel de 200 pieds					
	Pare-Insectes (Harnois)		Proteknet 80g (Dubois)		AF4040 (Récoltech)	
	Prix (\$)	Largeur filet (m)	Prix (\$)	Largeur filet (m)	Prix (\$)	Largeur filet (m)
2 Extrémités de tunnel	390	4	128	4	114	4
2 côté de tunnel	1236	3	1200	4	1080	4
Total	1626		1328		1194	

L'installation de filets sur un tunnel de 100 pieds avec une porte à chaque extrémité, revient donc à 1,08 \$/pied carré pour le filet Pare-Insectes d'Harnois, 1,00 \$/pied carré pour le Filet Proteknet 80g de Dubois et 0,97 \$/pied carré pour le filet Filet AF40440 de Récolteltech. Le coût de revient pour un tunnel de 200 pieds est quant à lui de 0,87 \$/pied carré pour le filet Pare-Insectes, 0,82 \$/pied carré pour le Filet Proteknet 80g et 0,80 \$/pied carré pour le filet Filet AF40440.

Observations recueillies sur les différents filets

Au cours des deux années du projet, certaines informations ont pu être recueillies concernant la manipulation et la durabilité des différents filets utilisés comme barrières physiques contre les insectes en grands tunnels.

Observations générales

La première année d'utilisation des filets en tunnel, il faut planifier une période de temps supplémentaire nécessaire à l'assemblage et la mise en place des composantes servant à fixer les filets à la structure. Une grande majorité de ces composantes pourront demeurer en place de façon permanente, réduisant ainsi la charge de travail les années subséquentes. Les portes (portes, ancrages et tiges d'ancrage) et les tubes verticaux servants à raccorder les sections de filets qui se retrouvent aux extrémités d'un tunnel doivent cependant être

remplacés en début de saison et retirés en fin de saison afin de permettre à la machinerie d'effectuer les différents travaux de sol. En ce qui concerne les filets, ceux utilisés aux extrémités d'un tunnel doivent également être déplacés afin d'effectuer le travail de sol. Durant ces essais, le CRAM a préféré retirer complètement tous les filets de la structure. Il serait également possible de rouler les filets sur la structure et de les recouvrir avec des protecteurs un peu comme ce qui est fait en fin de saison avec les polythènes des toits.

Filet AF4040 de Récoltech

La rigidité et le poids du filet AF4040 (de par ses spécifications) fait en sorte que son installation est légèrement plus difficile, comparativement au filet Proteknet de Dubois, car il est plus difficile à tendre lorsqu'il est fixé à la structure. Très peu de déchirures relativement à la manipulation (début et fin de saison) ou des contacts avec des objets pendant la saison ont été observées sur ce filet. Les déchirures observées étaient dues à des contacts majeurs avec des outils tranchants (binettes, pelles et taille bordure). Le filet AF4040 est un filet de 4 mètres de large composé de deux sections plus étroites qui sont cousues ensemble et non d'un filet continu. Au début des essais, nous avons quelques craintes concernant cet aspect du filet, mais les coutures se sont avérées résistantes. Aucune problématique n'a été observée durant les deux années d'essais. Contrairement aux deux autres filets étudiés qui sont blancs, le filet AF4040 est d'un vert plutôt vif (vert gazon). Dès la première saison d'utilisation, ce filet a grandement changé de couleur vraisemblablement à cause des rayons du soleil et à la fin de l'été il était rendu vert turquoise (aqua). Aucune dégradation additionnelle de la couleur n'a cependant été observée au cours de la deuxième année des essais. Selon les spécifications fournies par Récoltech, la durée de vie du filet AF4040 est d'environ 5 ans. Dans le contexte du présent essai, cette période nous paraît juste si nous excluons la détérioration de la couleur.

Filet Proteknet 80 g de Dubois

Le filet Proteknet 80g est le filet qui était le plus facile à manipuler. Il est très léger et facile à tendre sur la structure. Nous avons cependant constaté qu'une fois tendu, il se déchire plus facilement que les autres filets testés. Un léger contact avec un objet accrochant ou légèrement tranchant peut parfois générer un trou dans le filet. Il a également tendance à se déchirer à l'endroit où les wirelocks et les wireplats passent, ce qui a parfois posé des problèmes lors de la fixation des filets la deuxième année. Les filets ont dû être inspectés au début de la deuxième année des essais afin de détecter tous les trous et les réparer. La taille des mailles fait en sorte que la circulation de l'air sous le filet semble être meilleure que sous les deux autres filets. Selon les spécifications fournies par Dubois, la durée de vie du filet Proteknet 80g est d'environ 7 ans. Dans le contexte où les filets sont tendus sur la structure d'un grand tunnel, nous pensons qu'ils pourraient être réutilisés au plus sur 2 ou 3 saisons.

Filet Pare-Insectes d'Harnois

Le Filet Pare-Insectes est similaire au filet Af4040 en ce qui concerne sa rigidité et son poids. Son installation est donc également légèrement plus difficile comparativement au filet Proteknet. Tout comme le filet AF4040, très peu de déchirures ont été observées sur les filets Pare-Insectes. Les déchirures résultent également de contacts plutôt majeurs avec des outils tranchants. Selon les spécifications fournies par Harnois, la durée de vie du filet Pare-Insectes est d'environ 5 ans. Dans le contexte de l'essai, cette période nous paraît réaliste.

Conclusion

La température maximale du sol et de l'air était généralement plus basse dans le témoin (sans filet) que dans les différents filets. Entre les différents filets, il y avait peu de différence de température. Toutefois lorsqu'il y avait des différences de température, celles-ci étaient plus élevées dans les sections ayant le filet AF4040 et/ou Pare-Insectes. Concernant les ravageurs, les filets semblent avoir démontrés une certaine efficacité contre certains ravageurs (ex. : pyrale du maïs [2014], punaise terne [2014-2015], chrysomèle rayée du concombre [2015]). Toutefois, des problématiques de thrips et de pucerons semblent avoir été plus importantes à cause de certains filets, notamment dans le AF4040 et le Proteknet 80g. Durant les deux années d'essais, le filet Pare-Insectes a semblé se démarquer un peu plus des autres en ce qui concerne la protection contre les insectes ravageurs. La croissance des plants des différentes cultures a été généralement moins importante dans le témoin (sans filet) que sous les filets. Il a également été observé que les plants des différentes cultures sont régulièrement plus petits dans le filet Proteknet 80g que les plants dans les deux autres filets étudiés, selon les cultures concernées. Ces résultats semblent directement liés aux conditions météorologiques observées dans les différents traitements. En ce qui concerne les récoltes totales, elles sont généralement moins importantes dans le témoin (sans filet). Selon les cultures, différents types de filets semblent se démarquer des autres au niveau du rendement moyen. Le rendement moyen des plants d'aubergines était supérieur dans les filets Proteknet 80g et Pare-Insectes. Pour le concombre libanais, celui-ci était généralement supérieur dans le filet AF4040 comparativement au filet Proteknet 80g. Finalement, les rendements de poivron étaient plus élevés dans le filet Pare-Insectes que dans les autres filets et le témoin.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats 2014 portants sur la culture de poivron ont été présentés lors des Journées horticoles des Laurentides. Une présentation avec support visuel a été réalisée par monsieur Steve Lamothe (CRAM) le 22 janvier 2015. Il a également fait part des principaux résultats obtenus à la saison 2014 lors de l'atelier de travail de 2015 sur la production légumière sous abris non chauffés qui s'est tenue le 11 mars 2015 au bureau du MAPAQ à Sainte-Martine. La réunion conjointe de la Société d'entomologie du Québec (SEQ) et de la Société d'entomologie du Canada (SEC) a eu lieu à Montréal du 8 au 11 novembre 2015. Dans le cadre de cette rencontre, une affiche scientifique portant sur les objectifs et les résultats obtenus dans le cadre du projet concernant les captures d'insectes ravageurs et les conditions météorologiques dans les différents filets étudiés (2014 et 2015) a été présentée (Annexe 4). Les résultats du projet ont donc été diffusés à un très large public au courant de l'année 2015. Les participants des différents évènements sont principalement des producteurs agricoles, des agronomes, des chercheurs et des fournisseurs (semences, fertilisant, irrigation, etc.). Le présent rapport sera également déposé sur le site internet du CRAM (www.cram-mirabel.com/publications).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats obtenus dans le cadre de ce projet permettent d'établir certains paramètres de phytoprotection pour les cultures sous grands tunnels au Québec. Peu de différences de conditions climatiques ont été observées entre les différents filets, toutefois lorsqu'il y avait des différences de température, celles-ci étaient plus élevées dans les sections ayant le filet AF4040 et/ou Pare-Insectes. Concernant les ravageurs, les filets semblent avoir

démontrés une certaine efficacité contre certains ravageurs, mais des problématiques de thrips et de pucerons ont été observées avec le filet AF4040 et le Proteknet 80g. Durant les deux années d'essais, le filet Pare-Insectes a semblé se démarquer un peu plus des autres pour la protection contre les insectes ravageurs. En ce qui concerne les rendements, ils sont généralement plus importants dans les sections avec filet, mais varient selon les cultures. La diffusion des résultats pourrait inciter des producteurs à investir dans l'achat de telles structures et/ou à utiliser cette méthode de lutte physique pour lutter contre les insectes ravageurs. Dans le cadre du présent projet, il a été possible de constater que l'utilisation de filets fixés à la structure d'un grand tunnel pouvait aider à freiner certaines populations d'insectes (pyrale du maïs, punaise terne, etc.). Toutefois, les conditions météorologiques observées sous les filets semblent propices à l'augmentation rapide d'autres ravageurs (thrips, pucerons, etc.). L'utilisation de filets comme barrière physique peut donc être un outil de lutte biologique intéressant à condition d'être utilisée dans le cadre de bonnes pratiques en gestion phytosanitaire.

POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Pour toutes informations complémentaires, vous pouvez contacter :

Caroline Provost, Ph.D.,
Chercheure et directrice
Courriel : cprovost@cram-mirabel.com
Tél. : (450) 434-8150 poste 5744

Steve Lamothe, M. Sc.,
Professionnel de recherche
Courriel : slamothe@cram-mirabel.com
Tél. : (450) 434-8150 poste 5768



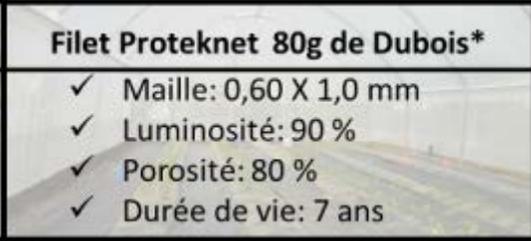
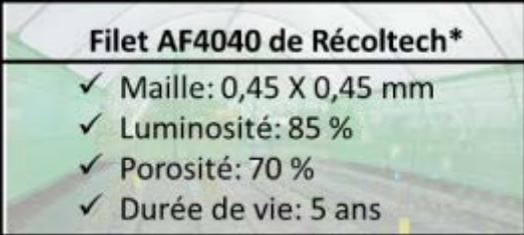
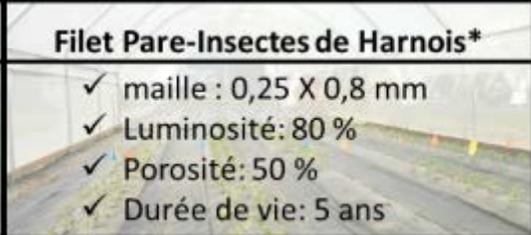
REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Nous tenons à remercier l'équipe du CRAM et M. Claude Masse (Industries Harnois) pour l'assistance technique. Nous tenons à souligner l'apport technique et l'expertise que Mmes Lucie Caron et Christine Villeneuve, agronomes du MAPAQ, ont apportée au projet. Nous tenons aussi à remercier le club Profit-eau-sol pour l'appui porté à ce projet. Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

ANNEXE 1

Information sur les filets retenus pour les essais et installation dans les grands tunnels du CRAM.

Tableau 1 : Information générale sur les différents filets à l'essai en 2014.

 Sans filet	 Filet Proteknet 80g de Dubois* <ul style="list-style-type: none">✓ Maille: 0,60 X 1,0 mm✓ Luminosité: 90 %✓ Porosité: 80 %✓ Durée de vie: 7 ans
 Filet AF4040 de Récoltech* <ul style="list-style-type: none">✓ Maille: 0,45 X 0,45 mm✓ Luminosité: 85 %✓ Porosité: 70 %✓ Durée de vie: 5 ans	 Filet Pare-Insectes de Harnois* <ul style="list-style-type: none">✓ maille : 0,25 X 0,8 mm✓ Luminosité: 80 %✓ Porosité: 50 %✓ Durée de vie: 5 ans

* Les Informations présentées proviennent du tableau 2 de : Villeneuve, C. 2014. Les filets anti-insectes ou comment garder les insectes à distance de vos légumes. Disponible sur Agriréseau: <http://www.agrireseau.qc.ca/agriculturebiologique/documents/Filets%20anti-insectes.pdf>

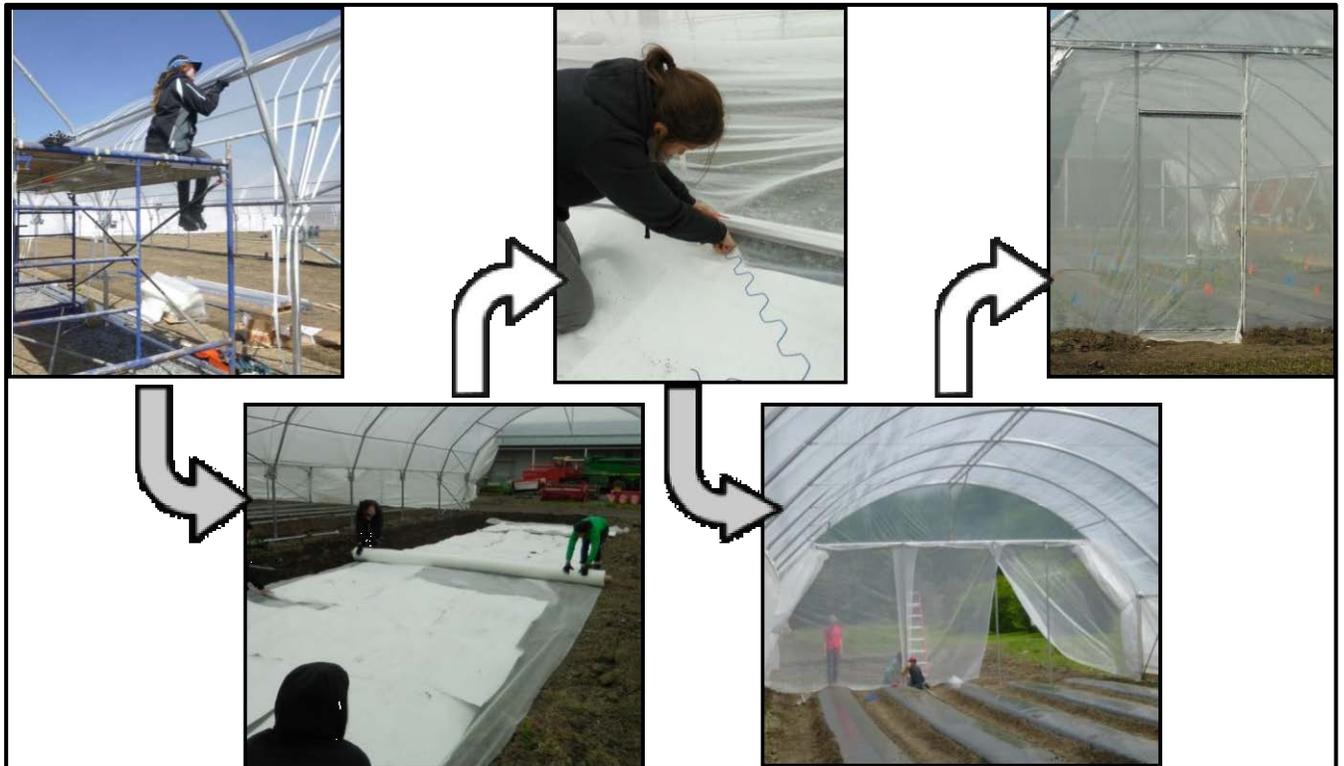


Photo 1 : Installation des filets à la structure des grands tunnels.

ANNEXE 1
Suite...

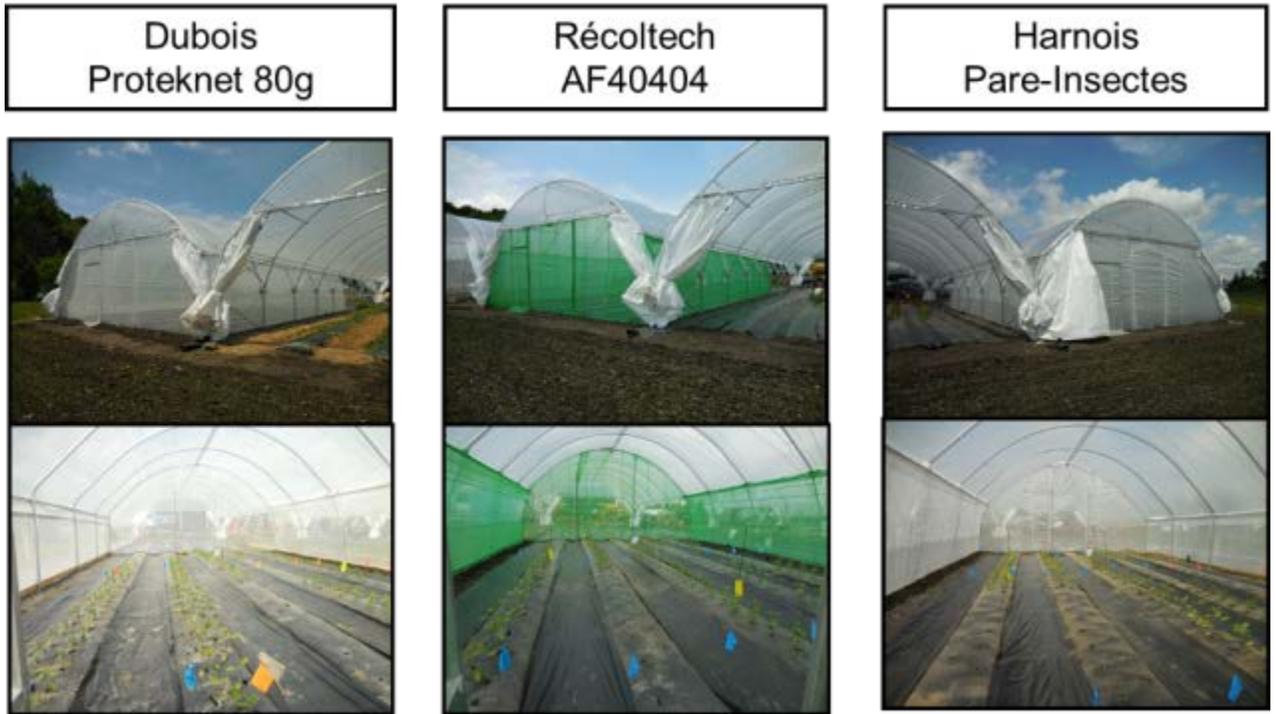


Photo 2 : Vue extérieure et intérieure des différents filets testés sous grands tunnels.



Photo 3 : Vue d'ensemble des sections de grands tunnels comportant les différents filets.

ANNEXE 2

Information sur les cultures d'aubergine, de concombre et de poivron implantées dans les grands tunnels pour les essais 2014.

Tableau 1 : Information générale sur les différentes cultures utilisées pour les essais en 2014.

Culture			
Variété	Poivron rouge var. Red Knight	Aubergine noire hyb. Traviata	Concombre Libanais Hyb. Diva
Distance de plantation	14"	18"	20"
Tuteurage	oui	oui	oui
Type de rang	double	double	double
Nbre de plants/parcelle	27	20	17

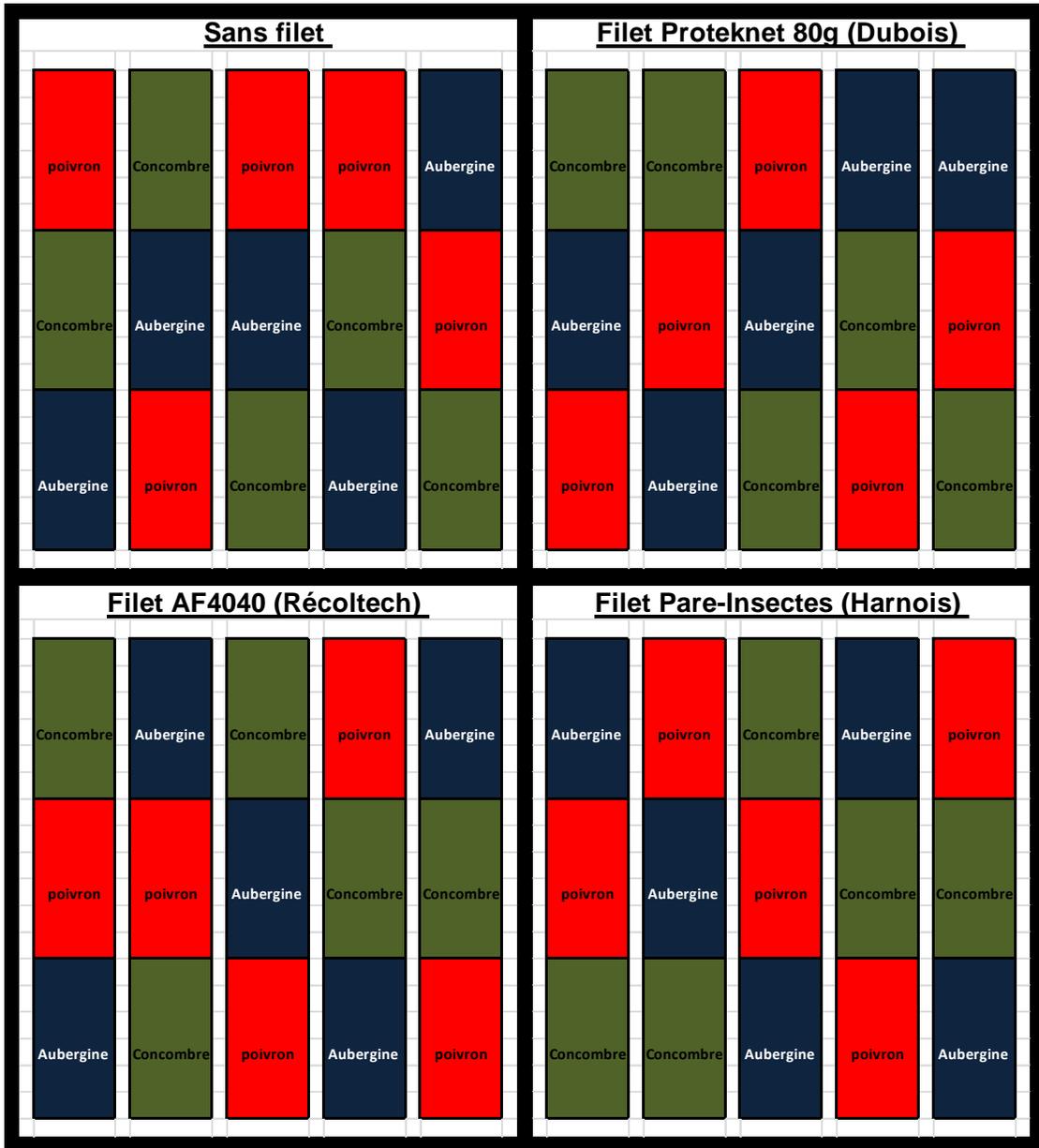
Tableau 2 : Information générale sur les différentes cultures utilisées pour les essais en 2015.

Culture			
Variété	Poivron rouge Hyb Excel	Aubergine noire Hyb Nadia	Concombre Libanais Hyb. Diva
Distance de plantation	14"	18"	20"
Tuteurage	oui	oui	oui
Type de rang	double	double	double
Nbre de plants/parcelle	27	20	17

ANNEXE 3

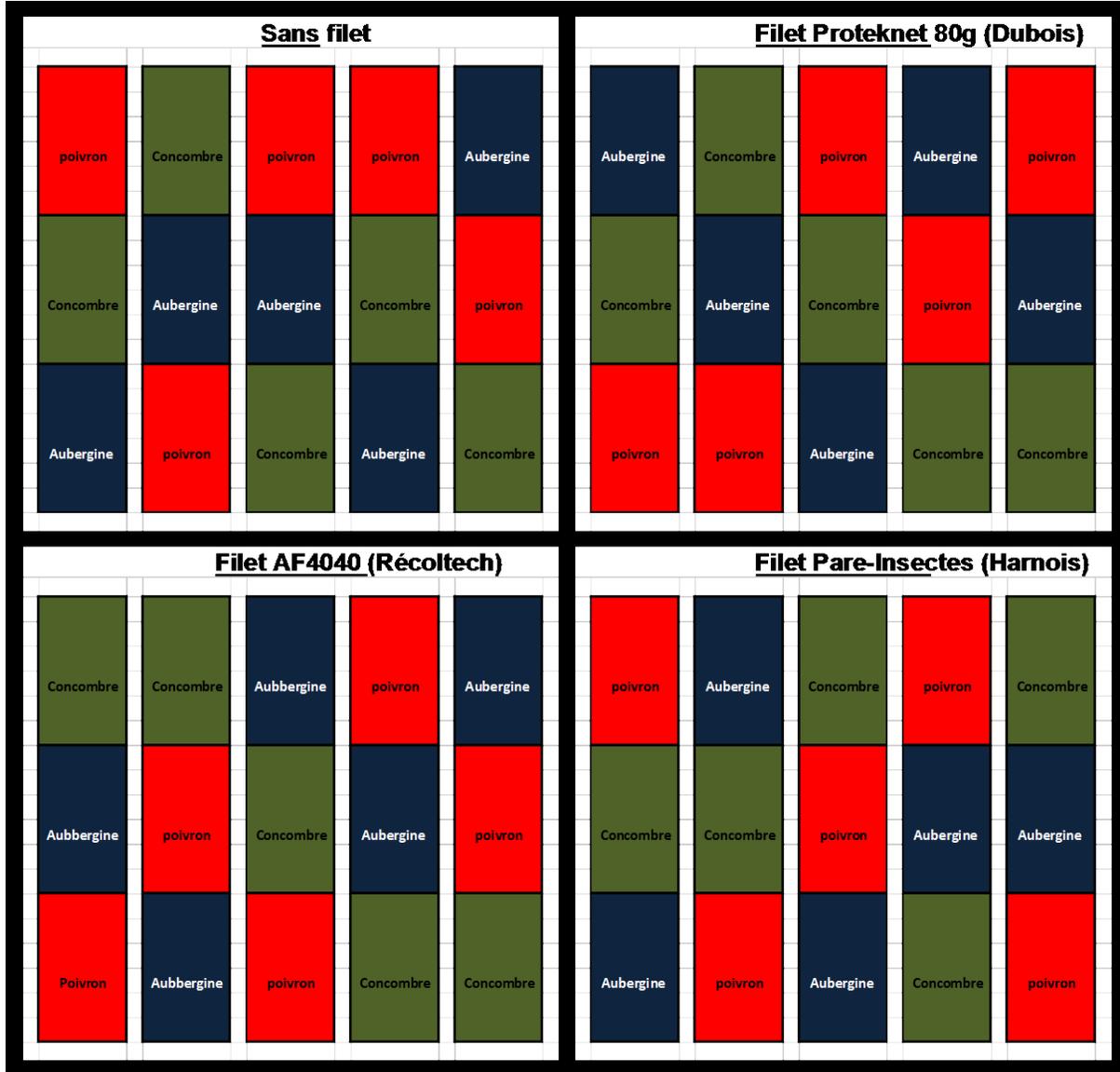
Disposition expérimentale des cultures en blocs aléatoires complets dans les sections avec ou sans filet.

Saison 2014



ANNEXE 3
Suite...

Saison 2015



ANNEXE 4
Diffusion des Résultats

Affiche pour la réunion annuelle conjointe de la société d'entomologie du Québec (SEQ) et la société d'entomologie du Canada (SEC) (10 novembre 2015).

ENTOMOLOGIE À L'ÈRE DE L'ANTHROPOCÈNE

Accueil | Hébergement | Programme | Inscriptions | Appel à soumission
 Instructions aux présentateurs | Prix | Événements spéciaux
 Concours | Partenaires financiers | Contacts | English

Affiches/Posters

- 48. R.J. Lamb, P.A. MacKay, A. Alyokhin. University of Manitoba – Estimating population variability of aphids: how many years are required?
- 49. **S. Lamothe, L. Caron, C. Provost. CRAM Mirabel – Efficacité de différents filets comme méthode de lutte physique contre les insectes et impacts sur les conditions climatiques dans les grands tunnels.**
- 50. M. Laroché, F. Dumont, V. Myrand, P. Lafontaine, C. Guertin, C. Provost. CRAM Mirabel – Évaluation de produits à faible risque et de biopesticides appliqués en bassinage des transplants pour lutter contre la mouche du chou (*Delia radicum*).
- 51. M. Solà, J. Rüdavet, C. Castañea, É. Lucas. UQAM – Libération du parasitoïde *Habrobracon hebetor* par un système de Banker box pour la lutte contre les insectes ravageurs des denrées entreposés.
- 52. C. MacKay, J. Meating, E. Czerwinski, R. Johns, P. Silk, N.K. Hillier, J. Sweeney. Acadia University and Natural Resources Canada, Canadian Forest Service – Effectiveness of TreeAzin® as a control measure for *Orchestes foalii* (Coleoptera: Curculionidae).

Efficacité de différents filets comme méthode de lutte physique contre les insectes et impacts sur les conditions climatiques dans les grands tunnels

Steve Lamothe¹ et Caroline Provost¹
1. lamoths@cram-mirabel.com 2. cprovost@cram-mirabel.com

CRAM Centre de recherche en agriculture et agroalimentaire au Québec

Introduction

La culture sous grands tunnels est un mode de production de plus en plus considéré au Québec afin de contrôler les conditions climatiques que l'on retrouve sous notre climat (Villeneuve 2011). Comme la rentabilité économique des cultures doit être optimisée particulièrement sous ce mode de production, la lutte aux insectes ravageurs devient donc un enjeu important. Bien que nous puissions faire quelques parallèles avec la production en serre et en champs (Petroff et Penier 2009; Fournier et al. 2010; Lambert, 2012), certaines méthodes de lutte intégrée particulières aux grands tunnels doivent être évaluées plus particulièrement. Dans ce contexte, le CRAM a réalisé en 2012-2013 un premier projet (PCAA # 6678) portant sur l'utilisation de filets Pare Insectes (Harmos) comme barrière physique en grand tunnel. Ce projet a démontré que certains insectes pouvaient être contrôlés par ce filet, mais que les mailles très serrées semblaient favoriser une augmentation des températures.

Objectifs

Déterminer l'efficacité de différents filets, avec des mailles de tailles différentes, comme barrières physiques, pour lutter contre les insectes ravageurs et, quels répercussions ils ont sur les conditions climatiques sous grands tunnels.

Résultats

Figure 1: Influence des différents filets sur la mortalité des insectes ravageurs (*Delia radicum*, *Phyllotreta* sp., *Phyllotreta* sp. et *Phyllotreta* sp.) dans les grands tunnels.

Figure 2: Température de l'air et du sol dans les grands tunnels.

Figure 3: Taux d'humidité relative dans les grands tunnels.

Discussion

L'utilisation de filets comme barrière physique a démontré une certaine efficacité contre quelques insectes (*Delia radicum*, guanoon, punaise et Phyllote du maïs). Les filets avec les mailles les plus serrées (Harmos et AF400) semblent quelquefois plus efficaces. Les températures maximales du sol et de l'air sont cependant plus élevées durant la saison, peu importe le filet (sol: environ 3 de plus; air: 0,6 à 1,4 de plus).

Remerciements

Nous tenons à remercier Claude Rivest pour son accompagnement et l'assistance technique de l'installation des filets, Sylvain Thibault pour la production des plants, Lyne Gauthier et Christine Villeneuve (MRAQ), ainsi que Régis St-Onge, Stéphanie Desrochers, Sébastien Desrochers, François Jurek, Sébastien Desrochers, Stéphane Gauthier, Alexandre Rioux, Pierre Laroché, Pascal Lamothe, Vincent Lamothe, Claude Rivest, Audrey-Anne Desrochers et Marie-France Rivest pour leur participation et leur contribution au projet.

Ce projet a été financé par l'organisme Prime vert (AAQ) et le développement et le transfert de connaissances en agroenvironnement (en appui à la biologie phytoentomologique et à l'agriculture).

Références

Favreux, Y. H. Ray et E. Lamothe. 2006. Adaptation de la lutte biologique contre les lépidoptères et hémiptères aux serres. Rapport final PDA. Disponible sur: http://www.cram-mirabel.com/ressources/rapports/PDA_2006.pdf

Lambert, L. 2012. Le contrôle des insectes ravageurs sous grands tunnels, comment s'y prendre? Présentation dans le cadre des Journées nationales des tunneliers, tenue à St-Jovite le 18 et 19 janvier 2012.

Petroff, L.R. et R.A. Penier. 2009. Integrated Pest Management and biological control in high tunnel production. *Int J Horticult* 10:107-111.

Villeneuve, C. 2011. Potentiel des serres hors-sol au Québec. Présentation Journées nationales de la SAQ, tenue les 7 et 8 décembre 2011.