



**Évaluation de l'efficacité de plusieurs fongicides contre le
blanc du fraisier (*Sphaerotheca macularis*).**

PSIH12-2-746

par :

Pierre Lafontaine¹, agr. Ph.D, Audrey Bouchard¹, agr. M.Sc., Vincent Myrand¹, agr. M.Sc.,
Sébastien Martinez¹, agr. M.Sc., Jacinthe Tremblay¹, biol. M.Sc.

Rédigé par : Audrey Bouchard¹, agr. M.sc.

Rapport final déposé le 24 janvier 2014 dans le cadre du
Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH)
du Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec

FAITS SAILLANTS

Depuis la fin des années 1990, l'Oïdium (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*) appelé communément le blanc du fraisier est en recrudescence. L'introduction de cultivars sensibles a grandement contribué à l'augmentation de cette maladie dans la culture de fraise. Cependant, la mauvaise gestion d'utilisation des fongicides est grandement pointée du doigt par les intervenants du secteur puisqu'elle a provoqué l'apparition de souches résistantes du champignon à certains fongicides. Le contrôle de cette maladie nécessite plusieurs applications fongicides par saison. Au Canada, les matières actives homologuées pour lutter contre le blanc sont : l'acide citrique et lactique (Tivano SU, Lacto-San LI), Fluopyram (Luna Privilege®; Groupe 7), Boscalide et Pyraclostrobine (Pristine® MC WG; Groupes 7 et 11), Myclobutanil (Nova® MC 40 W; Groupe 3), Polysulfate de calcium, Quinoxyfène (Quintec® MC; Groupe 13), *Reynoutria sachalinensis* (Regalia® Maxx EC), *Streptomyces lydicus* (Actinovate® SP), Trifloxystrobine (Flint WG; groupe 11) et récemment l'huile de melaleuca (Timorex gold EC) et la Tétraconazole (Mettle® MC 125 ME; Groupe 3) ont également obtenu un statut d'homologation permettant leur utilisation contre le blanc du fraisier. Toutefois, l'efficacité du Nova® MC 40W et du Pristine® MC WG a déjà commencé à diminuer et la résistance du blanc à ces fongicides semble se développer de plus en plus. De plus, certains de ces fongicides sont également utilisés pour lutter contre d'autres maladies comme la moisissure grise (*Botritis cinerea*), l'anthracnose (*Colletotrichum spp.*), les taches foliaires (*Mycosphaerella spp.*), augmentant ainsi le risque d'apparition de résistance de la part de différents champignons. Il est donc essentiel de trouver dès maintenant de nouveaux produits appartenant à des groupes chimiques différents afin d'adopter une stratégie d'utilisation des produits envers le blanc du fraisier qui soit raisonnée, efficace et durable.

L'objectif général de ce projet est donc d'identifier de nouveaux fongicides efficaces contre le *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*. Un essai a été conduit en 2012 et 2013 sur le site de recherche du CIEL situé à Lavaltrie (QC). La tolérance et l'efficacité de sept fongicides appartenant à cinq groupes chimiques différents en applications foliaires ont été évaluées sur des plants de fraisiers d'été sous plasticulture : Luna Tranquility® (Fluopyram/Pyrimethanyl; Groupes 7 et 9), IKF-5411 (2012) et IKF-309 (2013), Vivando® MC SC (Metrafenone; Groupe 8), BAS70301F, Fontelis® MC (Penthiopyrad ; Groupe 7), Quash® MC (Metconazole ; Groupe 3) + S2200, Switch® 62.5WG (Cyprodinil/Fludioxonil ; Groupes 9 et 12). Les fongicides à l'essai ont été comparés à un témoin non traité et à un témoin commercial soit Quintec® MC et Nova® MC 40W utilisés en alternance.

En 2012, en fin de saison, près de 46 % de la superficie foliaire des plants dans les parcelles témoins non traitées présentaient des symptômes attribuables au blanc. Tous les fongicides testés ont permis de réduire significativement la sévérité des symptômes de blanc comparativement aux plants n'ayant reçu aucune application fongicide. Deux traitements, le BAS70301F et le Quash® MC WDG + S2200 SC, ont démontré une efficacité accrue en fin de saison par rapport aux témoins commerciaux (Quintec® MC et Nova® MC 40W en alternance). Par contre le Fontelis® MC a occasionné des symptômes de phytotoxicité affectant jusqu'à 23 % de la surface foliaire en début de saison. Aucun des traitements mis à l'essai n'a eu d'incidence sur les rendements comparativement aux parcelles non traitées puisque la sévérité de la maladie était faible durant la période de récolte.

En 2013, la pression de la maladie a été plus élevée et a affecté 61 % du feuillage dans le témoin non traité, et de 12 à 29 % dans les parcelles traitées. Tous les fongicides testés ont permis de diminuer la progression du blanc sur le feuillage des plants de façon équivalente au témoin commercial (Quintec® MC et Nova® MC 40W en alternance). Cependant, le BAS70301F s'est démarqué des autres fongicides et a permis de réduire significativement l'incidence et la sévérité du blanc comparativement aux autres fongicides et au témoin commercial. Tout comme l'année précédente, le fongicide Fontelis® MC a engendré des symptômes de phytotoxicité sur les feuilles des plants durant toute la saison, le rendant moins sécuritaire pour la culture. Puisque la sévérité du blanc était faible durant la période de récolte, aucun symptôme de

maladie n'a été aperçu sur les fruits et aucun produit testé n'a eu d'impact sur la qualité des fruits et le rendement.

Les résultats de ces deux années d'étude auront permis d'identifier plusieurs fongicides étant en mesure d'offrir une protection contre le blanc du fraisier équivalente ou supérieure au témoin commercial Quintec^{MC}/Nova^{MC} 40W en alternance.

OBJECTIF(S) ET MÉTHODOLOGIE

L'objectif général du projet était de déterminer la tolérance et l'efficacité de plusieurs fongicides pour lutter contre *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*, l'agent responsable du blanc du fraisier. Un site d'essai de fraise d'été (Variété *Jewel*) sous plasticulture a été implanté en 2012 sur la ferme expérimentale du CIEL située à Lavaltrie (QC). La plantation s'est effectuée le 17 mai 2012 par un temps frais et nuageux. Le dispositif expérimental a été établi en blocs complets aléatoires comportant quatre répétitions. Au total, l'essai comportait 36 parcelles (9 traitements x 4 répétitions). Chaque parcelle était composée de deux buttes en rangs doubles recouvertes de plastique noir. La dimension de chaque butte était de 3,75 m de long x 0.75 m de large et comprenait 20 plants de fraisiers de la variété *Jewel*, ceux-ci disposés en quinconce et espacés entre eux de 35 cm, pour un total de 40 plants par parcelle. L'espacement entre les buttes était de 1,25 m (2 m centre à centre). Des zones tampons de 4 m et 3 m séparait les parcelles les unes des autres respectivement sur le sens de la largeur et de la longueur, et ce afin de limiter les risques de dérive des produits phytosanitaires.

Un système de gouttes à gouttes a été installé sur chaque butte afin d'optimiser l'irrigation et la fertilisation. En 2012, 40 unités d'azote, 42 de phosphore et 65 de potassium ont été incorporées au sol avant la plantation. Ensuite, du 30 juin au 1 août, 3 unités d'azote et 2.6 unités de potassium ont été ajoutées à chaque semaine dans le système gouttes à gouttes. En 2013, la fertilisation a été incorporée au système de gouttes à gouttes chaque semaine : 3 unités d'azote du 10 mai au 10 juillet, 3 unités de potassium du 10 au 22 mai, 4 unités de potassium du 27 mai au 10 juillet, 0.5 unité de magnésium du 16 mai au 22 mai.

Le contrôle des mauvaises herbes entre les buttes s'est effectué par une application de Château® WDG (flumioxazine) le 23 mai 2012 et le 28 mai 2013, et complété au besoin en saison par des désherbages manuels. Des traitements insecticides ont été effectués durant les saisons 2012 et 2013 afin de contrôler la punaise terne et la cicadelle.

Les traitements évalués, les doses d'application, intervalles entre les traitements et les dates d'application durant les saisons 2012 et 2013 sont présentés dans les tableaux 1 et 2. L'application des traitements a été effectuée avec un pulvérisateur de précision au CO₂, des buses Teejet TX-12 à une pression de 80 PSI (2012) et 70 PSI (2013). Le volume d'application était de 500 L/ha pour tous les fongicides à l'exception du traitement #4, IKF-5411 (2012) qui a été appliqué à un volume de 1000 L/ha. L'application des traitements a débuté dès l'apparition des symptômes (début du mûrissement des fruits), soit le 28 juin 2012 et le 6 juin 2013 (Tableaux 1 et 2).

Afin d'évaluer la tolérance et l'efficacité des produits, les paramètres évalués en 2012 et 2013 étaient la phytotoxicité, l'incidence et la sévérité du blanc, et les rendements de fraise (Tableau 3).

Les données recueillies ont été soumises à une analyse de la variance (ANOVA) suivie d'un test de Waller-Duncan au seuil de probabilité de 5 % ($\alpha = 0.05$) afin de vérifier si des différences significatives étaient présentes entre les moyennes des traitements. Au besoin, si les conditions d'applications de l'ANOVA n'étaient pas respectées, les données ont préalablement subi une transformation logarithmique avant leur analyse. Toutes les analyses ont été effectuées avec le logiciel SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC, 27513).

Tableau 1. Traitements évalués, doses et dates d'application, et intervalles entre les applications durant la saison 2012 (Lavaltrie (QC)).

Tx	Nom du traitement	Dose d'utilisation	Intervalle entre les traitements	Nombre d'applications	Date des applications
1	Témoin non traité	-	-	-	-
2	Témoin commercial : Quintec™	440 ml/ha	14 jours	3	28 juin; 26 juillet; 23 août
	Témoin commercial : Nova™ 40W	340 g/ha	14 jours	3	12 juillet; 9 août; 7 sept.
3	Luna Tranquility® (Fluopyram/Pyrimethanyl)	600 ml/ha	14 jours	6	28 juin; 12 juillet; 26 juillet; 9 août; 23 août; 7 sept.
4	IKF-5411	1240 ml/ha	7 jours	11	28 juin; 5 juillet; 12 juillet; 19 juillet; 26 juillet; 2 août; 16 août; 23 août; 30 août; 7 sept.; 14 sept
5	Vivando™ SC (Metrafenone)	750 ml/ha	14 jours	6	28 juin; 12 juillet; 26 juillet; 9 août; 23 août; 7 sept.
6	BAS70301F	400 ml/ha	14 jours	6	28 juin; 12 juillet; 26 juillet; 9 août; 23 août; 7 sept.
7	Fontelis™ (Penthiopyrad)	1,75 l/ha	7 jours	12	28 juin; 5 juillet; 12 juillet; 19 juillet; 26 juillet; 2 août; 9 août; 16 août; 23 août; 30 août; 7 sept.; 14 sept
8	Quash™ (Metconazole) + S2200	174 g/ha (479 g m.a/ha); 87 g m.a/ha	7 jours	12	28 juin; 5 juillet; 12 juillet; 19 juillet; 26 juillet; 2 août; 9 août; 16 août; 23 août; 30 août; 7 sept.; 14 sept
9	Switch® 62.5WG (Cyprodinil/Fludioxonil)	975 g/ha	7 jours	12	28 juin; 5 juillet; 12 juillet; 19 juillet; 26 juillet; 2 août; 9 août; 16 août; 23 août; 30 août; 7 sept.; 14 sept

Tableau 2. Traitements évalués, doses et dates d'application, et intervalles entre les applications durant la saison 2013 (Lavaltrie (QC)).

Tx	Nom du traitement	Dose d'utilisation	Intervalle entre les traitements	Nombre d'applications	Date des applications
1	Témoin non traité	-	-	-	-
2	Témoin commercial : Quintec™	440 ml/ha	14 jours	4	6 juin; 26 juin; 25 juillet; 20 août
	Témoin commercial : Nova™ 40W	340 g/ha	14 jours	3	19 juin; 9 juillet; 6 août
3	Luna Tranquility® (Fluopyram/Pyrimethanyl)	600 ml/ha	14 jours	7	6 juin; 19 juin; 26 juin; 9 juillet; 25 juillet; 6 août; 20 août
4	IKF-309	365 ml/ha	7 jours	13	6 juin; 13 juin; 19 juin; 26 juin; 3 juillet; 9 juillet; 16 juillet; 25 juillet; 31 juillet; 6 août; 13 août; 20 août; 27 août
5	Vivando™ SC (Metrafenone)	750 ml/ha	14 jours	7	6 juin; 19 juin; 26 juin; 9 juillet; 25 juillet; 6 août; 20 août
6	BAS70301F	400 ml/ha	14 jours	7	6 juin; 19 juin; 26 juin; 9 juillet; 25 juillet; 6 août; 20 août
7	Fontelis™ (Penthiopyrad)	1,75 l/ha	7 jours	13	6 juin; 13 juin; 19 juin; 26 juin; 3 juillet; 9 juillet; 16 juillet; 25 juillet; 31 juillet; 6 août; 13 août; 20 août; 27 août
8	Quash™ (Metconazole) + S2200	174 g/ha (479 g m.a/ha); 87 g m.a/ha	7 jours	13	6 juin; 13 juin; 19 juin; 26 juin; 3 juillet; 9 juillet; 16 juillet; 25 juillet; 31 juillet; 6 août; 13 août; 20 août; 27 août
9	Switch® 62.5WG (Cyprodinil/Fludioxonil)	975 g/ha	7 jours	13	6 juin; 13 juin; 19 juin; 26 juin; 3 juillet; 9 juillet; 16 juillet; 25 juillet; 31 juillet; 6 août; 13 août; 20 août; 27 août

Tableau 3. Paramètres évalués en 2012 et 2013 (Lavaltrie (QC)).

Paramètres	Moment d'évaluation	Méthode utilisée
Tolérance de la culture (phytotoxicité)	Avant la 1 ^{ère} application, entre chacune des applications, et 7 à 14 jours après la dernière application.	Estimé visuel de la phytotoxicité. (0-100% : 0 = aucun dommage; 100 = destruction complète de la culture). Description des dommages causés par le produit testé.
Incidence de la maladie	Avant la 1 ^{ère} application, entre chacune des applications, et 7 à 14 jours après la dernière application.	Pourcentage de plants infectés par l'oïdium par parcelle.
Sévérité de la maladie	Avant la 1 ^{ère} application, entre chacune des applications, et 7 à 14 jours après la dernière application.	Estimation visuelle du pourcentage de la superficie foliaire affectée par l'oïdium par parcelle.
Rendement ¹	À la maturité, tous les 3 à 4 jours.	Rendement total et commercialisable (kg/ha). Rendement non commercialisable (kg/ha): -fruits < 5 g (2012) et < 6 g (2013), -Avec des symptômes reliés à oïdium, botrytis et anthracnose.

¹ Les rendements ont été calculés avec une densité de plants de 50536 plants/ha.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS POUR L'INDUSTRIE

Saison 2012

Phytotoxicité

De légers symptômes de phytotoxicité ont été observés sur le feuillage suite à l'utilisation du fongicide Fontelis^{MC} (traitement #7). Les symptômes se caractérisaient par la présence de petites taches rouges sur le feuillage avec un diamètre inférieur aux symptômes causés par la tache pourpre. Ils ont été observés la première fois le 6 juillet suite aux applications #1 et 2 et se sont résorbés graduellement jusqu'au 22 août (Tableau 4). Les conditions météorologiques qui ont prévalu lors des applications fongicides (température oscillant entre 18 et 24 °C et humidité relative se situant entre 60 et 98 %) ne semblent pas être en cause. Néanmoins, les symptômes ne semblent pas avoir eu d'impact significatif sur la vigueur des plants, comme en témoignent les rendements équivalents obtenus pour l'ensemble des traitements mis à l'essai (voir section rendement).

Tableau 4. Tolérance de la culture en 2012 (Lavaltrie (QC)).

		6 juillet	12 juillet	20 juillet	25 juillet	1 août	8 août	15 août	22 août	29 août	5 sept.	11 sept.	20 sept.
Tx	Traitement	Phytotoxicité (0-100 %)											
1	Témoin non traité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Luna Tranquility [®]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	IKF-5411	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Vivando ^{MC} SC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	BAS70301F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Fontelis ^{MC}	22,8	21,3	21,3	21,3	20,0	5,8	5,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Switch [®] 62,5 WG	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Efficacité

La présence du blanc dans les parcelles a été observée à partir du 27 juin, au début du mûrissement des fruits (Tableau 5; Figure 1). De 8,8 à 16,3 % des plants présentaient des symptômes attribuables à la maladie, mais la sévérité des symptômes sur le feuillage était très faible oscillant entre 0,10 et 0,14 % (Tableaux 5 et 6). L'application des traitements a débuté le 28 juin et s'est poursuivie à des intervalles de 7 jours pour les traitements # 4, 7 à 9), et aux 14 jours pour les traitements # 2, 3, 5 et 6 jusqu'à la fin de la saison (Tableau 1).

L'incidence de la maladie, soit le nombre de plants affectés par la maladie, a progressé rapidement à partir du 20 juillet (Tableau 5; Figure 1). Les premières différences significatives intéressantes entre les traitements se sont manifestées lors de la prise de données du 1^{er} août. À ce moment, les parcelles traitées avec le BAS70301F présentaient un pourcentage de plants affectés par le blanc de 60,0 %, significativement inférieur au témoin non traité (79,4 %) (Tableau 5). La même tendance s'est poursuivie jusqu'au 6 septembre, et ainsi seul le BAS70301F a permis de ralentir le nombre de plants infectés par le blanc en comparaison au témoin non traité.

Cependant, la sévérité de la maladie est demeurée faible durant la saison (Tableau 6; Figure 2). Malgré cela, il a été possible d'observer des différences à compter de la semaine du 22 août puisque tous les traitements hormis le témoin commercial (5,9 %) ont réduit de façon significative le pourcentage du feuillage affecté (0,8 à 3,9 %) comparativement aux parcelles non traitées (11,5 %). Lors de la cueillette de données du 29 août et du 5 septembre, les parcelles traitées avec le BAS70301F présentaient un pourcentage de feuillage affecté par le blanc de 0,9 %, statistiquement inférieur à la fois au témoin non traité (32,5 %), et au témoin commercial (10,8 %). Tous les autres traitements se sont cependant démarqués de façon significative des parcelles non traitées et possédaient une efficacité équivalente à celle du témoin commercial (Tableau 6; Figure 2). Finalement, lors des évaluations du 11 et du 20 septembre, alors que la sévérité des symptômes atteignait son niveau le plus élevé dans les parcelles non traitées (37,5 et 45,5 %), le BAS70301F (0,9 et 1,6 %) et le Quash^{MC} WDG + S2200 SC (3,5 et 4,6 %) ont démontré une efficacité supérieure au témoin commercial (12,0 et 14,1 %) (Tableau 6; Figures 2 et 3). Tous les autres fongicides ont démontré un potentiel équivalent à celui du Nova^{MC} 40W et du Quintec^{MC} utilisés en alternance afin de lutter contre le blanc (Tableau 6, Figures 2 et 3).

Tableau 5. Incidence du blanc sur le feuillage des plants de fraisiers durant la saison 2012 (Lavaltrie (QC)).

		27 juin	6 juillet	12 juillet	20 juillet	25 juillet	1 ^{er} août	8 août	15 août	22 août	29 août	5 sept.	11 sept.	20 sept.													
Tx	Traitement	% de plants infectés/parcelle																									
1	Témoin non traité	13,1	a	15,0	a	15,0	a	57,5	a	71,3	ab	79,4	ab	87,5	a	94,4	a	99,4	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a		
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	13,8	a	11,9	a	13,1	a	41,3	a	60,0	b	71,9	bc	83,8	a	88,8	a	93,1	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a		
3	Luna Tranquility [®]	11,3	a	13,1	a	14,4	a	50,0	a	56,3	b	75,6	abc	81,9	a	90,0	a	95,0	a	98,8	a	98,8	a	100,0	a		
4	IKF-5411	16,3	a	15,0	a	21,3	a	57,5	a	70,6	ab	80,6	ab	85,6	a	85,6	ab	93,8	a	98,8	a	100,0	a	100,0	a		
5	Vivando ^{MC} SC	12,5	a	11,3	a	15,6	a	52,5	a	62,5	b	80,6	ab	83,8	a	91,9	a	93,8	a	97,5	a	98,1	ab	100,0	a		
6	BAS70301F	11,9	a	15,0	a	25,0	a	46,9	a	53,1	b	60,0	c	71,3	a	77,5	b	90,0	a	93,8	a	93,8	b	96,9	a	100,0	a
7	Fontelis ^{MC}	15,6	a	15,6	a	20,6	a	65,0	a	83,8	a	88,8	a	93,1	a	95,0	a	98,1	a	100,0	a	100,0	a	100,0	a		
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	11,3	a	13,8	a	17,5	a	45,6	a	53,1	b	71,3	bc	83,8	a	85,0	ab	90,6	a	96,9	a	97,5	ab	100,0	a	100,0	a
9	Switch [®] 62,5 WG	8,8	a	11,9	a	15,0	a	37,5	a	66,9	ab	77,5	ab	82,5	a	90,0	a	93,8	a	98,8	a	98,8	a	100,0	a	100,0	a
Valeur de P		0,512		0,862		0,109		0,206		0,016		0,021		0,219		0,029		0,385		0,161		0,047		0,461		.	

*Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test Waller- Duncan ($\alpha = 0,05$).

Tableau 6. Sévérité du blanc sur le feuillage des plants de fraisiers durant la saison 2012 (Lavaltrie (QC)).

		27 juin	6 juillet	12 juillet	20 juillet	25 juillet	1 ^{er} août	8 août	15 août	22 août	29 août	5 sept.	11 sept.	20 sept.	
Tx	Traitements	% du feuillage affecté/parcelle													
1	Témoin non traité	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,2	a	0,3	b	0,6	b	2,8	a
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	0,1	a	0,1	a	0,2	a	0,2	a	0,5	b	0,6	b	3,1	a
3	Luna Tranquility [®]	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,2	a	0,4	b	0,7	b	1,2	a
4	IKF-5411	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,2	a	0,5	b	0,6	b	1,9	a
5	Vivando ^{MC} SC	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,3	a	0,4	b	0,7	b	2,6	a
6	BAS70301F	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,2	a	0,3	b	0,3	b	0,3	a
7	Fontelis ^{MC}	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,3	a	1,1	a	1,8	a	3,6	a
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	0,1	a	0,2	a	0,2	a	0,3	a	0,3	b	0,8	b	2,2	a
9	Switch [®] 62,5 WG	0,1	a	0,1	a	0,1	a	0,2	a	0,3	b	0,4	b	2,5	a
Valeur de P		0,761	0,676	0,938	0,445	0,005	0,004	0,415	0,053	0,022	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

*Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test Waller- Duncan ($\alpha = 0,05$).

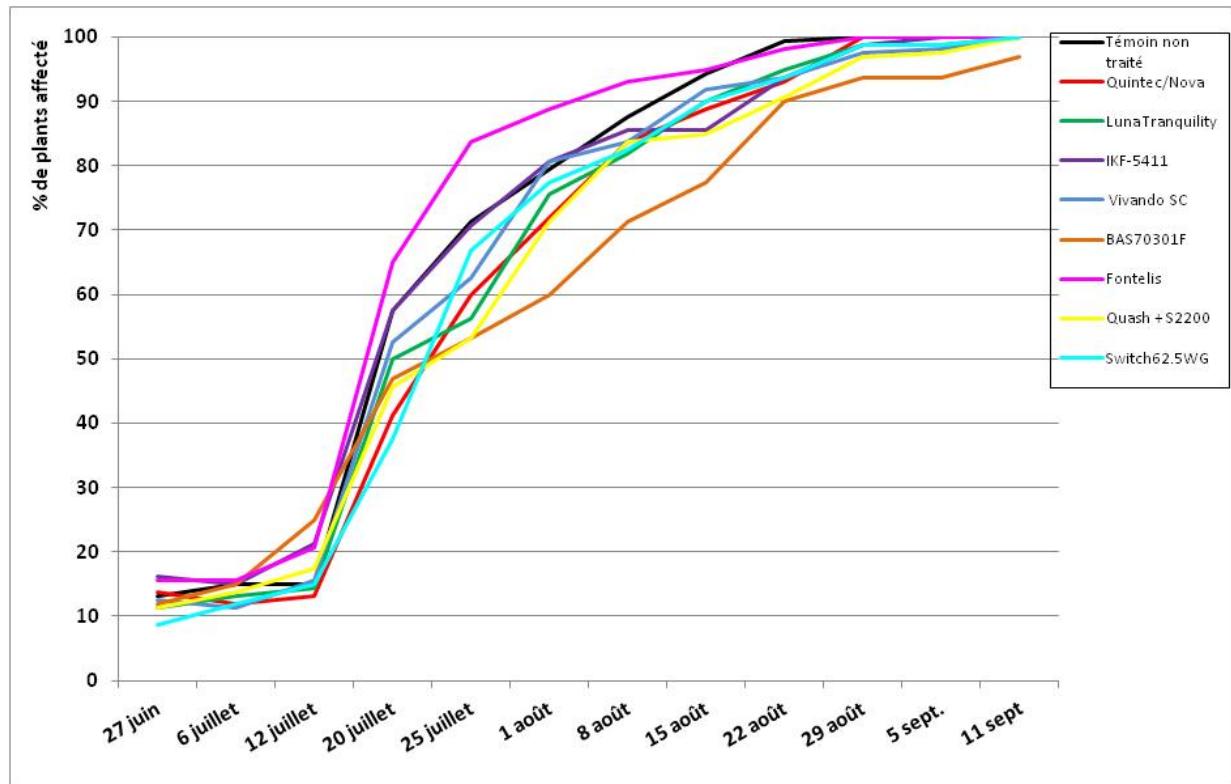


Figure 1. Évolution du pourcentage du nombre de plants affectés par le blanc durant la saison 2012.

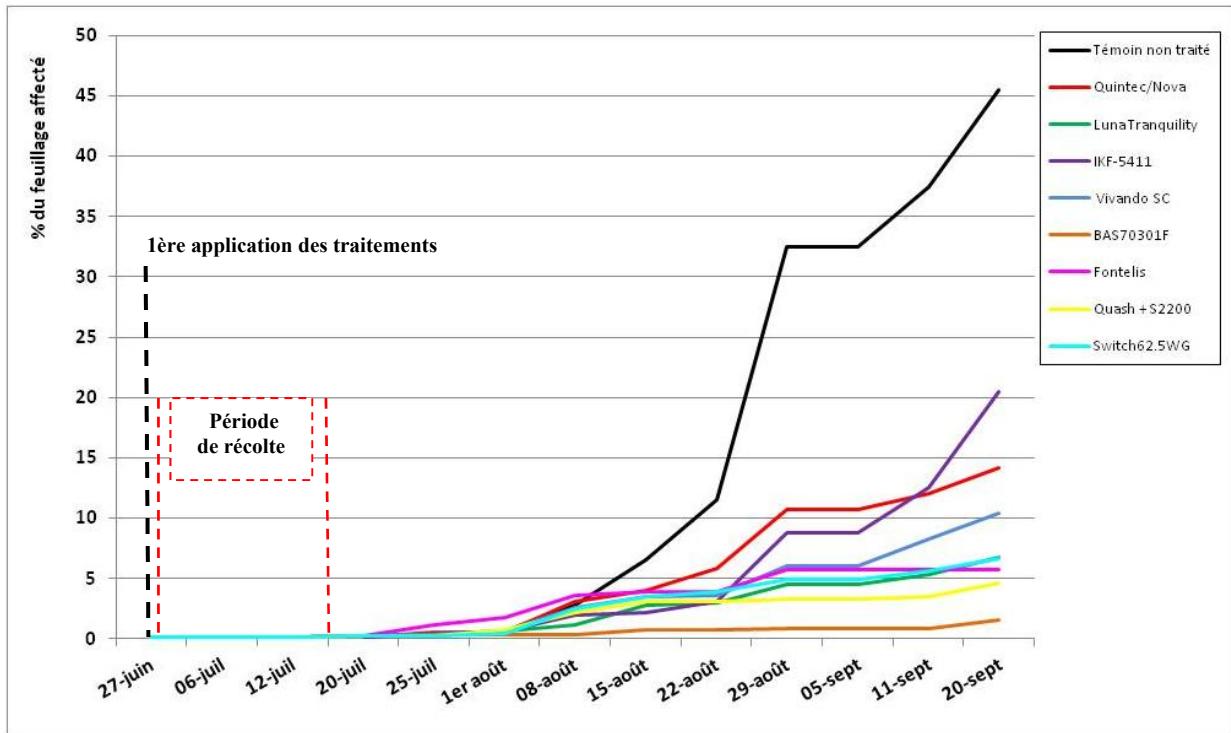


Figure 2. Évolution du pourcentage du feuillage affecté par le blanc durant la saison 2012.

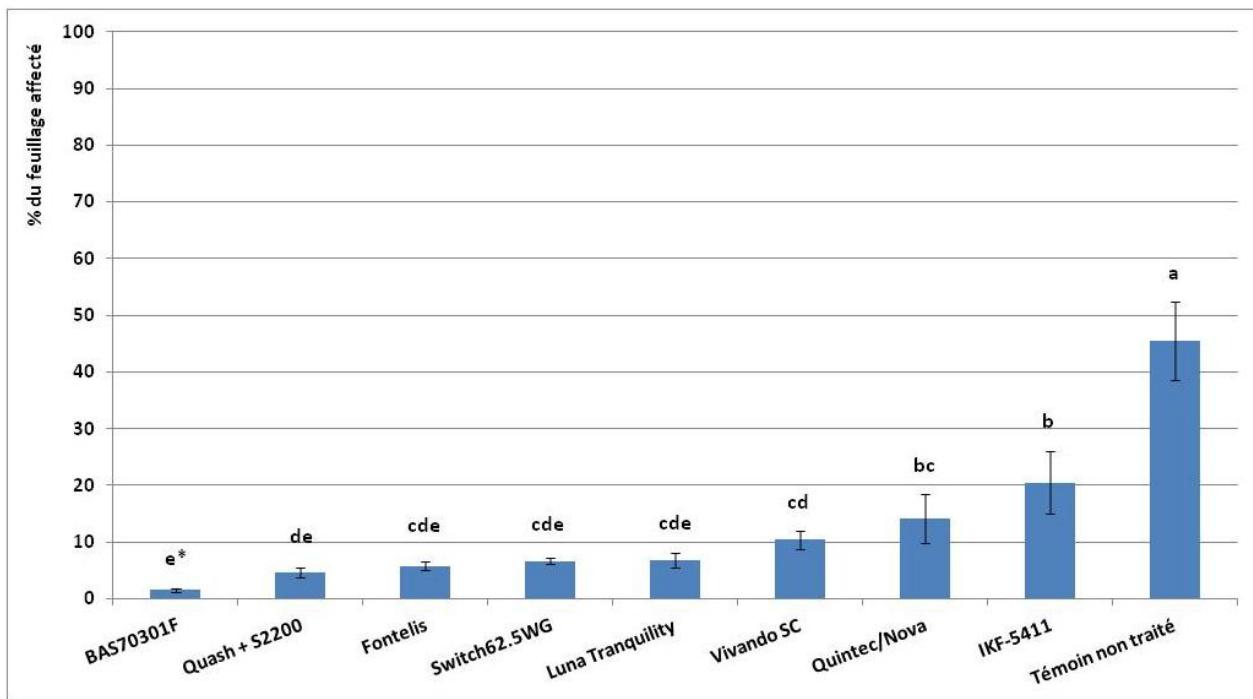


Figure 3. Pourcentage du feuillage affecté par le blanc le 20 septembre 2012.

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Rendement

Les récoltes en année d'implantation ont débuté le 29 juin, soit 1 jour après le début de l'application des traitements. Au total, sept récoltes ont été effectuées lors de cette année d'implantation. La principale cause de rejet des fruits était leur poids inférieur à 5 g. Aucun des traitements mis à l'essai ne s'est démarqué des parcelles témoins non traitées, que ce soit en termes de poids moyen des fruits, de rendement commercialisable et de rendement total (Tableau 7). Il faut cependant considérer le fait que les récoltes se sont échelonnées entre le 29 juin et le 20 juillet, période pendant laquelle la sévérité des symptômes de blanc sur le feuillage était très faible.

Tableau 7. Rendements durant la saison 2012 (Lavaltrie (QC)).

Tx	Traitement	Rendement commercialisable (kg/ha)		Rendement total (kg/ha)	
1	Témoin non traité	2358,8	a	2893,2	a
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	2217,8	a	2758,5	a
3	Luna Tranquility [®]	2118,2	a	2640,3	a
4	IKF-5411	2429,9	a	2944,4	a
5	Vivando ^{MC} SC	2498,8	a	3022,8	a
6	BAS70301F	2065,2	a	2545,4	a
7	Fontelis ^{MC}	2118,0	a	2588,9	a
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	2378,2	a	2875,5	a
9	Switch [®] 62,5 WG	2661,4	a	3180,9	a
Valeur de <i>P</i>		0,261		0,288	

¹ Les rendements ont été calculés avec une densité de plants de 50536 plants/ha.

*Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Saison 2013

Phytotoxicité

Une attention particulière a été apportée en 2013 afin de bien saisir la nature et les conditions favorisant l'apparition des symptômes observés en 2012 dans le traitement # 7 Fontelis. En 2013, des symptômes de phytotoxicité similaires à ceux observés en 2012 ont été observés sur le feuillage des plants suite à l'application du fongicide Fontelis dès la première application. Les symptômes ne se sont pas résorbés et ont été présents jusqu'à la fin de la saison (Tableau 8). En moyenne, de 15 à 21 % de la surface foliaire des plants ont été affectés durant la saison (Tableau 8). Les symptômes étaient caractérisés à la face supérieure par la présence de petites taches rouges de forme irrégulière avec ou sans halo jaunes et localisées entre les nervures secondaires, ou par la formation d'une grande plage rouge. À la face inférieure, vis-à-vis les taches, on observe un rougissement à brunissement complet (Figure 4).

Des échantillons de feuilles des parcelles traitées au Fontelis^{MC} présentant ces symptômes ont été envoyés au laboratoire de diagnostic en phytoprotection afin de vérifier l'origine des taches foliaires observées. Le diagnostic final du rapport du laboratoire conclut que le champignon *Sphaerotheca macularis*, responsable du blanc chez le fraisier, n'a pas été observé sur les feuilles. De plus, les taches foliaires ne sont pas causées par le champignon *Zythia* et pourraient être la conséquence d'une carence en azote ou en phosphore ou d'une phytotoxicité. Puisque ces symptômes ont été observés seulement dans les quatre parcelles du traitement #7 et dans aucune autre parcelle de l'essai en 2012 et 2013, nous pensons que ces symptômes ne sont pas causés par une carence en azote ou en phosphore et donc par le fongicide.

Les conditions météorologiques qui ont prévalu lors des applications fongicides (température oscillant entre 10 et 26 °C et humidité relative se situant entre 54 et 91 %) ne semblent pas être en cause. Néanmoins, les symptômes ne semblent pas avoir eu d'impact significatif sur la vigueur des plants et sur le rendement des fruits puisque celui-ci a été similaire au témoin non traité.

Tous les autres fongicides testés semblent sécuritaires pour la culture de fraises considérant qu'aucun symptôme apparent de phytotoxicité n'a été observé.

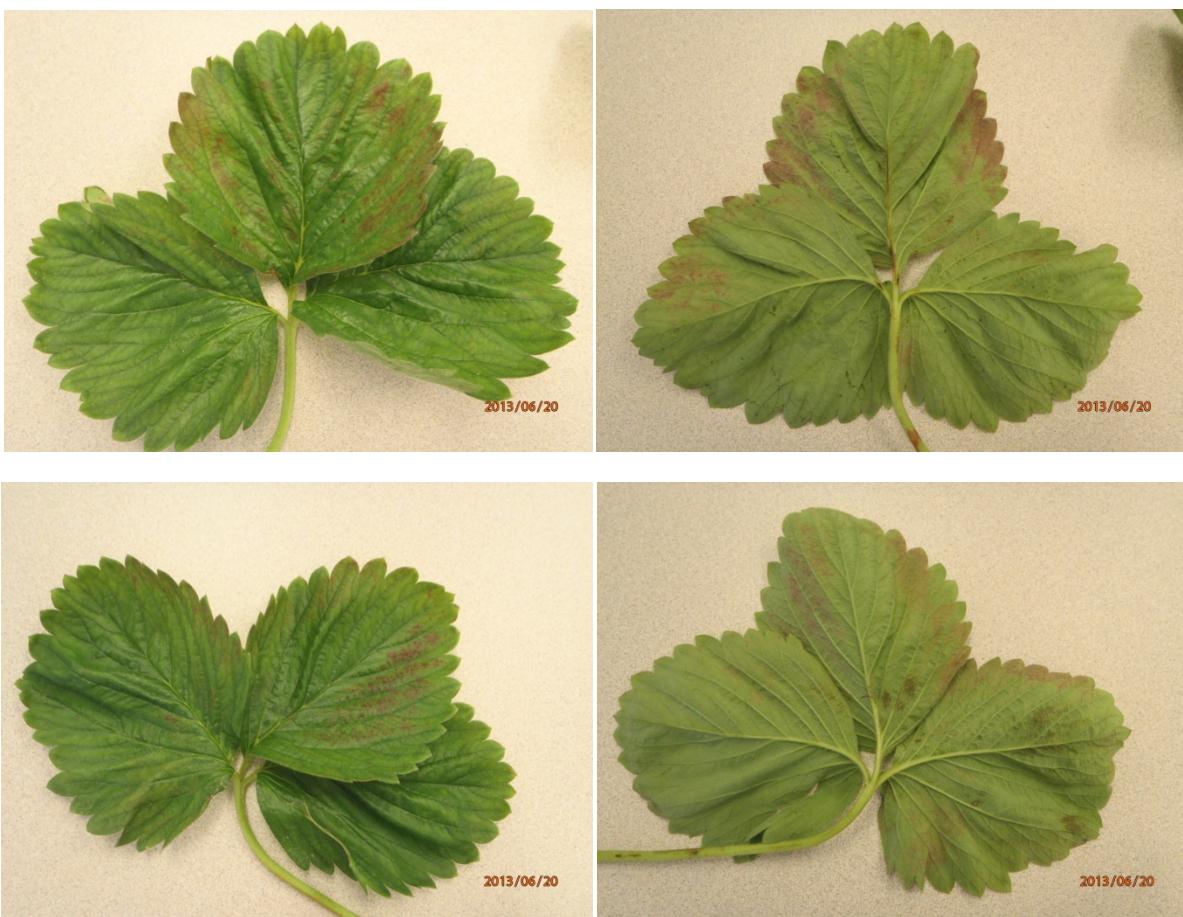


Figure 4. Feuilles de plants de fraisiers avec des symptômes de phytotoxicité dans le traitement #7 Fontelis^{MC} le 20 juin 2013.

Tableau 8. Tolérance de la culture en 2013 (Lavaltrie (QC)).

		12 juin	19 juin	26 juin	3 juillet	9 juillet	16 juillet	23 juillet	30 juillet	6 août	13 août	20 août	27 août	4 sept.
Tx	Traitement	Phytotoxicité (0-100 %)												
1	Témoin non traité	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	Luna Tranquility [®]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	IKF-309	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	Vivando ^{MC} SC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	BAS70301F	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	Fontelis ^{MC}	16,3	21,3	20,0	15,0	21,5	21,3	20,0	18,5	13,0	14,8	15,5	16,3	16,0
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	Switch [®] 62,5 WG	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Efficacité

Les premiers symptômes de blanc sont apparus au début du mois de juin, au stade fruits verts. L’application des traitements a débuté à ce moment soit le 6 juin. Les applications se sont poursuivies jusqu’au 27 août à des intervalles de 7 jours pour les traitements IKF-309, Fontelis^{MC}, Quash^{MC} WDG et Switch[®] 62,5 WG (# 4, 7, 8, 9), et aux 14 jours pour les traitements Luna Tranquility[®], Vivando^{MC} SC, BAS70301F ainsi que pour le témoin commercial Quintec^{MC}/Nova^{MC} 40W en alternance (#2, 3, 5, 6) (Tableau 2).

Avant le début de l’application des traitements, de 4 à 23 % des plants présentaient déjà de légers symptômes de blanc, mais la sévérité de la maladie était très faible avec seulement 0,1 % du feuillage affecté (Tableaux 9 et 10). À partir du début de l’application des traitements le 6 juin, le nombre de plants présentant des symptômes de blanc a rapidement augmenté (Tableau 9; Figure 5). Le 26 juin, soit 9 jours après le début des récoltes, près de 60 % des plants étaient atteints par le blanc dans les parcelles non traitées. À ce moment, seulement quatre traitements fongicides ont permis de ralentir l’apparition des symptômes de blanc sur les plants : Luna Tranquility[®], IKF-309, BAS70301F et Fontelis^{MC} (Tableau 9; Figure 5). Une semaine plus tard, le 3 juillet, 99 % des plants du témoin non traité étaient atteints par le blanc. Seulement un traitement fongicide a permis de diminuer la progression de l’incidence de la maladie jusqu’au 3 juillet, le BAS70301F (le traitement #6), avec seulement 55 % des plants atteints (Tableau 9; Figure 5).

Même si l’on a pu observer des symptômes de blanc tôt en saison, et ce sur la majorité des plants le 9 juillet, la sévérité de la maladie a été relativement faible jusqu’au 23 juillet. Dans le témoin non traité la sévérité du blanc a atteint 30 % du feuillage, et de 7 à 15 % dans les autres traitements (#2 à 9) (Tableau 10). À ce moment les récoltes étaient terminées depuis deux semaines, et par conséquent la sévérité de la maladie n’était pas assez élevée pour entraîner des dommages aux fruits durant la période de récolte. La sévérité de la maladie a augmenté rapidement à partir 23 juillet dans le témoin non traité et s’était étendue sur 61 % de la surface foliaire des plants en fin de saison (4 septembre). Tandis que parmi les traitements fongicides #2 à 9, la sévérité de la maladie a progressé beaucoup plus lentement comparativement au témoin non traité pour recouvrir de 12 à 29 % du feuillage des plants le 4 septembre (Tableau 10; Figure 6). Tous les fongicides testés ont significativement protégé les plants contre la maladie en comparaison au témoin non traité (Tableau 10; Figure 6). Cependant, le traitement #6, BAS70301F, s’est démarqué des autres traitements et a mieux protégé les plants chaque semaine jusqu’à la fin de la saison. Il a permis de ralentir la progression de la maladie qui avait atteint seulement 12 % du feuillage le 4 septembre, soit la moitié moins que les autres traitements fongicides (Tableau 10; Figures 6 et 7).

Tableau 9. Incidence du blanc sur le feuillage des plants de fraisiers durant la saison 2013 (Lavaltrie (QC)).

		5 juin		12 juin		19 juin		26 juin		3 juillet		9 juillet	
Tx	Traitement	% de plants infectés/parcelle											
1	Témoin non traité	23,2	a*	27,0	a	30,8	ab	60,4	a	98,8	a	100,0	a
2	Quintec ^{MC} / Nova ^{MC} 40W	15,6	ab	18,8	ab	18,8	bcde	31,3	cd	81,3	a	99,4	a
3	Luna Tranquility [®]	9,4	b	9,4	b	13,1	de	38,8	bc	91,9	a	100,0	a
4	IKF-309	10,1	b	12,7	ab	23,2	abcd	52,6	ab	91,1	a	98,7	a
5	Vivando ^{MC} SC	10,1	b	10,8	b	15,2	cde	48,6	abc	94,9	a	100,0	a
6	BAS70301F	8,8	b	8,8	b	11,9	de	15,7	d	54,6	b	95,6	a
7	Fontelis ^{MC}	12,3	ab	24,1	ab	31,9	a	37,0	bc	87,2	a	.	a
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	4,4	b	9,4	b	10,0	e	44,4	abc	86,3	a	100,0	a
9	Switch [®] 62,5 WG	13,3	b	21,5	ab	26,9	abc	41,7	abc	82,2	a	100,0	a
Valeur de <i>P</i>		0,061		0,039		0,003		0,004		0,005		0,083	

*Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test Waller- Duncan ($\alpha = 0,05$).

Tableau 10. Sévérité du blanc sur le feuillage des plants de fraisiers durant la saison 2013 (Lavaltrie (QC)).

		5 juin	12 juin	19 juin	26 juin	3 juillet	9 juillet	16 juillet	23 juillet	30 juillet	6 août	13 août	20 août	27 août	4 sept.														
Tx	Traitement	% du feuillage affecté/parcelle																											
1	Témoin non traité	0,1	a*	0,6	a	0,8	b	4,3	a	5,6	a	14,8	a	19,3	a	30,0	a	33,0	a	35,8	a	42,5	a	50,0	a	57,5	a	61,3	a
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	0,1	ab	0,1	a	0,1	b	1,0	bc	1,6	bc	3,6	b	5,4	c	8,8	bc	10,5	bc	12,3	bc	15,0	bc	18,5	b	22,3	b	23,8	b
3	Luna Tranquility®	0,1	b	0,1	a	0,1	b	1,0	bc	2,0	b	4,5	b	8,8	b	14,5	b	15,0	b	15,5	b	18,8	b	21,0	b	23,0	b	25,0	b
4	IKF-309	0,1	b	0,1	a	0,3	b	1,2	bc	2,1	b	4,3	b	5,3	c	7,0	c	8,3	c	10,0	c	13,8	bc	17,0	bc	19,3	b	22,3	b
5	Vivando ^{MC} SC	0,1	b	0,1	a	0,1	b	1,4	ab	2,8	ab	5,4	b	6,5	bc	12,3	bc	12,5	bc	13,3	bc	15,8	bc	19,3	b	23,8	b	28,8	b
6	BAS70301F	0,1	b	0,1	a	0,1	b	0,1	c	0,5	c	1,8	c	2,5	d	6,5	c	7,0	c	8,3	c	9,8	c	10,5	c	10,8	c	11,5	c
7	Fontelis ^{MC}	0,1	ab	0,4	a	1,9	a	2,3	ab	2,5	ab	.	b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	0,1	b	0,1	a	0,1	b	1,3	bc	1,9	bc	4,3	b	5,4	c	9,0	bc	11,5	bc	12,3	bc	14,8	bc	18,0	bc	18,8	bc	21,8	b
9	Switch® 62,5 WG	0,1	ab	0,3	a	0,3	b	1,4	ab	2,1	b	5,8	b	7,5	bc	14,3	b	15,5	b	17,3	b	20,0	b	23,8	b	23,8	b	25,5	b
Valeur de <i>P</i>		0,014		0,331		<0,001		0,011		0,011		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001		<0,001			

*Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test Waller- Duncan ($\alpha = 0,05$).

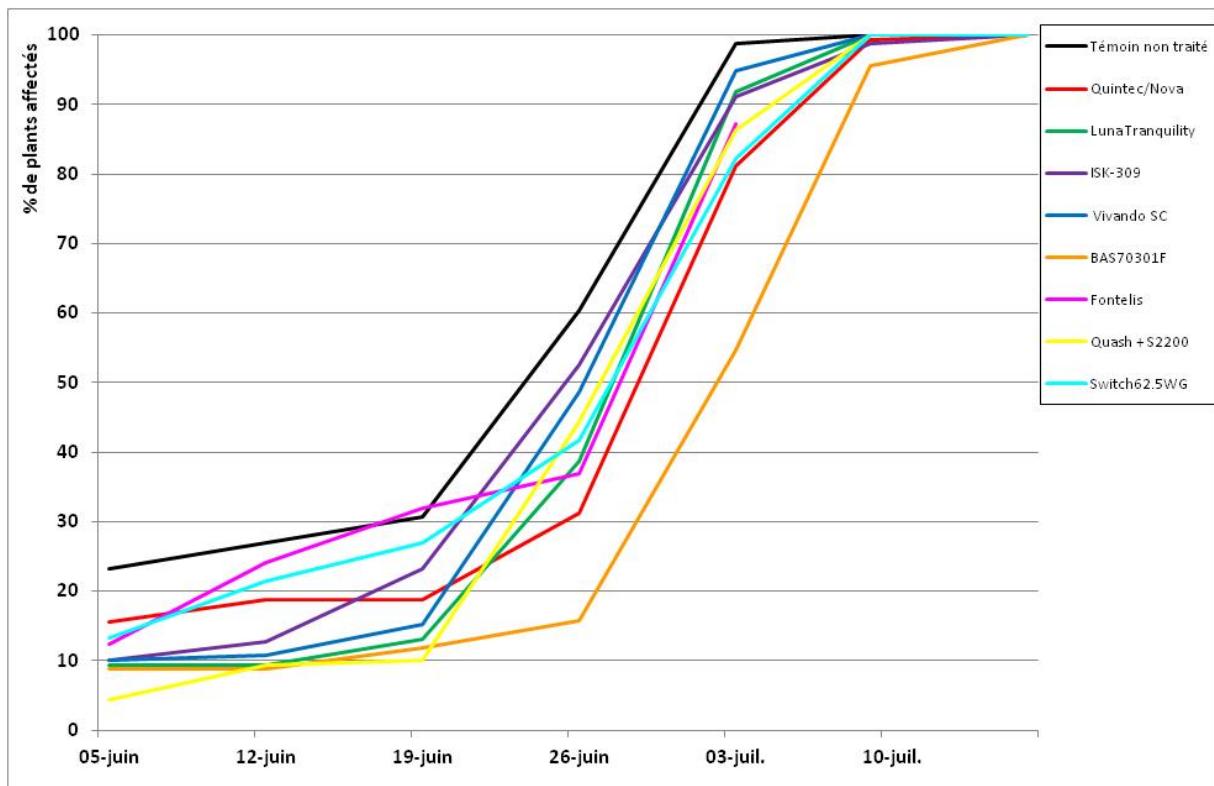


Figure 5. Évolution du pourcentage du nombre de plants affectés par le blanc durant la saison 2013.

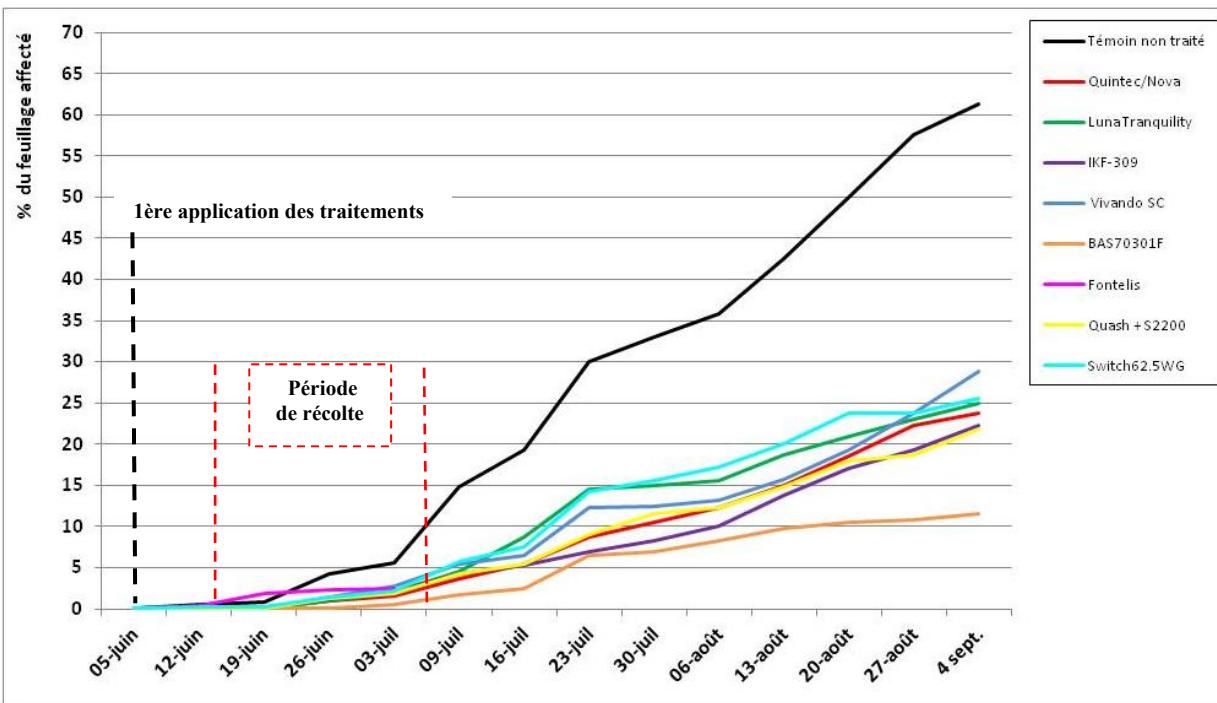


Figure 6. Évolution du pourcentage du feuillage affecté par le blanc durant la saison 2013.

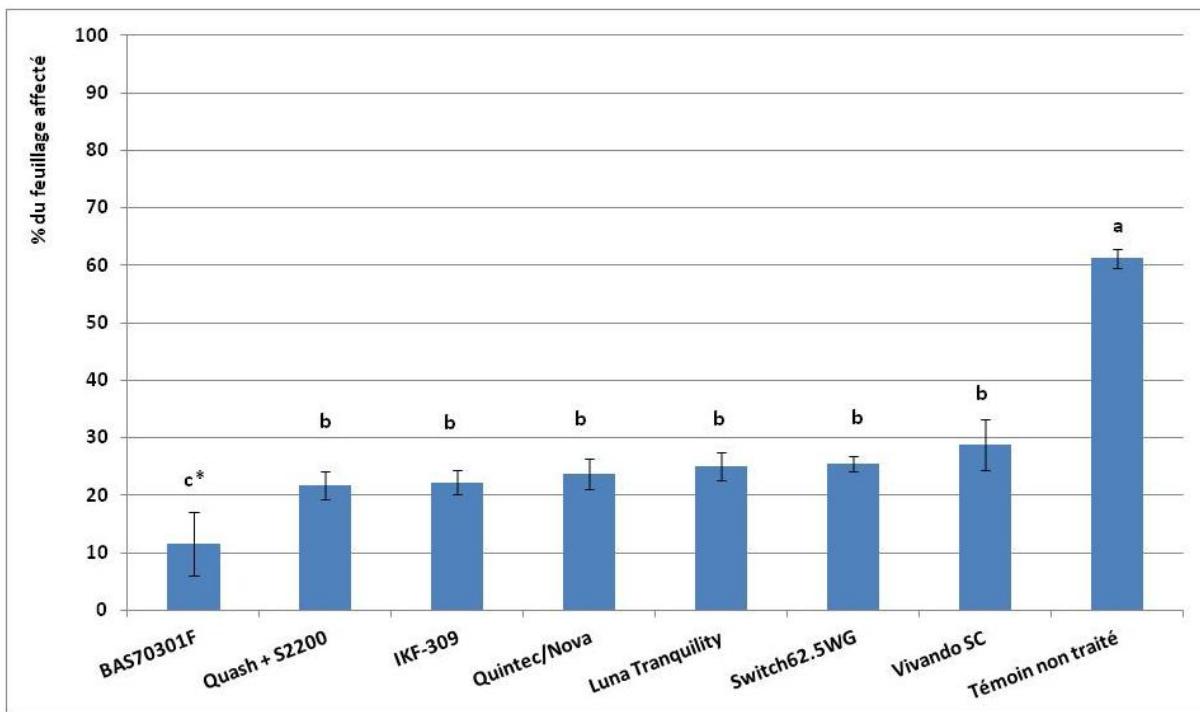


Figure 7. Pourcentage du feuillage affecté par le blanc le 4 septembre 2013.

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

Rendement

Les récoltes de fraises d'été ont été effectuées du 17 juin au 9 juillet (7 récoltes). La première application des traitements a été effectuée le 6 juin, soit avant le début des récoltes. Les fruits dont le poids était inférieur à 6 g ou les fruits présentant des dommages ont été rejettés et placés dans la classe non commercialisable. Durant la période de récolte, aucun fruit n'a présenté de symptômes attribuables au blanc. Le rendement total de la saison a varié de 9111 à 12 265 kg/ha. Tous les traitements ont obtenu un rendement similaire à l'exception du Quash^{MC} WDG dont le rendement a été légèrement supérieur au témoin non traité (Tableau 11). Puisque durant la période de récolte la sévérité du blanc sur le feuillage des plants était faible (Tableau 10), il est difficile d'attribuer cette différence à l'effet du fongicide sur le blanc. De plus, tous les fongicides ont permis de diminuer la progression et la sévérité de la maladie en comparaison au témoin non traité et aucun autre fongicide que le Quash^{MC} WDG a obtenu un rendement supérieur au témoin non traité. Il est toutefois possible de dire qu'aucun des traitements fongicides testés n'a eu d'effet sur la croissance des plants de fraisiers et la production de fruits.

Tableau 11. Rendements de fraise durant la saison 2013 (Lavaltrie (QC)).

Tx	Traitement	Rendement commercialisable ¹ (kg/ha)	Rendement total ¹ (kg/ha)		
1	Témoin non traité	9242,0	b	9974,2	b
2	Quintec ^{MC} /Nova ^{MC} 40W	10017,1	ab	10718,2	ab
3	Luna Tranquility [®]	9747,1	b	10457,6	b
4	IKF-309	9407,8	b	10150,3	b
5	Vivando ^{MC} SC	8655,6	b	9339,7	b
6	BAS70301F	9362,6	b	9854,0	b
7	Fontelis ^{MC}	9483,3	b	10128,9	b
8	Quash ^{MC} WDG + S2200 SC	11504,7	a	12264,6	a
9	Switch [®] 62,5 WG	8428,7	b	9110,8	b
Valeur de <i>P</i>		0,016		0,019	

¹ Les rendements ont été calculés avec une densité de plants de 50536 plants/ha.

*Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Waller-Duncan ($\alpha = 0,05$).

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les résultats de ces deux années d'étude auront permis d'identifier plusieurs fongicides étant en mesure d'offrir une protection contre le blanc du fraisier équivalente ou supérieure au témoin commercial Quintec^{MC}/Nova^{MC} 40W en alternance. Nos résultats démontrent que tous les fongicides testés ont permis de diminuer la progression du blanc sur le feuillage des plants de façon équivalente au témoin commercial. Cependant, le BAS70301F s'est démarqué des autres fongicides et a permis de réduire significativement l'incidence et la sévérité du blanc comparativement aux autres fongicides et au témoin commercial Quintec^{MC} et Nova^{MC} 40W utilisés en alternance. Néanmoins, le fongicide Fontelis^{MC} a engendré des symptômes de phytotoxicité sur les feuilles des plants, le rendant moins sécuritaire pour la culture. Puisque la sévérité du blanc était faible durant la période de récolte en 2012 et 2013, aucun symptôme de maladie n'a été aperçu sur les fruits et aucun produit testé n'a eu d'impact sur la qualité des fruits et le rendement.

Les résultats obtenus des années de recherche laissent entrevoir de nouvelles perspectives dans le domaine de la lutte contre le blanc du fraisier. L'ajout de nouvelles matières actives dans l'arsenal de fongicide disponible pour les producteurs permettra une rotation efficace des groupes chimiques, préservant ainsi l'efficacité des produits actuellement homologués.

POINT DE CONTACT

Nom du responsable du projet : Pierre Lafontaine, agr. Ph.D.

Tél. : (450) 589-7313 # 223

Télécopieur : (450) 589-2245

Courriel : p.lafontaine@ciel-cvp.ca

AUTRES TRAVAUX DE L'AUTEUR OU RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET

Lafontaine, P. et Bouchard, A. 2012. Tolerance to, and efficacy of Fluopyram-Pyrimethanil against powdery mildew *Sphaerotheca macularis* in strawberry. Rapport final du projet AAFC09-010E-379 réalisé dans le cadre du Programme des pesticides à usage limité, Agriculture et Agroalimentaire Canada. 14 p.

Lafontaine, P et Martinez, S. CIEL-CVP. 2007 b. Évaluation de l'efficacité de 4 traitements fongicides contre l'oïdium de la fraise (*Sphaerotheca macularis*). Fiche synthèse du projet PSIH04-2-214, réalisé dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole du MAPAQ. 4p.

Lafontaine, P., Martinez, S. et Richard, G. CIEL-CVP. 2007c. Évaluation de l'efficacité de fongicides potentiellement utilisables en cultures biologiques contre l'oïdium de la fraise (*Sphaerotheca macularis*). Fiche synthèse du projet PSIH05-2-420, réalisé dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole du MAPAQ. 2p.

PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé grâce à une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation, dans le cadre du Programme de soutien à l'innovation horticole (PSIH). CIEL tient à remercier l'Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ) pour son appui au projet.

