



**Développement de stratégies d'intervention contre le blanc
du fraisier, basées sur l'estimation des risques
et l'efficacité des fongicides**

Projet 6078

Demandeur

Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ)

Rapport final

Janvier 2010

Rapport rédigé par

**Jean Coulombe, M.Sc., agr., Carl Boivin, M.Sc., agr.
et Caroline Landry, M.Sc.**

Avec la collaboration de

Odile Carisse, PhD et Julie Bouchard, M.Sc., agr.-biol.

Janvier 2010

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES	2
LISTE DES TABLEAUX	2
LISTE DES FIGURES	3
1. DESCRIPTION DU PROJET	5
1.1 OBJECTIF GÉNÉRAL	5
1.2 OBJECTIFS SPÉCIFIQUES	5
1.3 ATTEINTE DES OBJECTIFS	5
1.4 ÉTAPES ET ÉCHÉANCES	6
2. RÉSULTATS ET ANALYSE	11
2.1 VOLET ÉPIDÉMIOLOGIE ET MODÉLISATION	11
2.1.1 Faits saillants	11
2.1.2 Méthodologie et objectifs	11
2.1.3 Résultats	12
2.1.4 Conclusions	15
2.2 STRATÉGIES DE LUTTE	16
2.2.1 Développement de stratégies d'intervention en année de production des fraisiers conventionnel et à jours neutres	16
2.2.2 Fraisier conventionnel	17
2.2.3 Fraisier à jours neutres	23
2.2.4 Évaluation de fongicides et de bio-fongicides	32
2.2.5 Évaluation de fongicides et du soufre contre le blanc du fraisier cv Darselect après la rénovation – impact sur la culture la saison suivante	35
2.2.6 Conclusions	35
2.3 IMPACT	36
2.4 DIFFUSION DES RÉSULTATS	38
3. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE	41
4. REMERCIEMENTS	42
5. RÉFÉRENCES	43
ANNEXE A	45
ANNEXE B	66
ANNEXE C	91

Liste des tableaux

TABLEAU 1. FRÉQUENCES OBSERVÉES SELON LA COTE DE SÉVÉRITÉ PAR TRAITEMENT POUR LE SITE 'DARSELECT'	13
TABLEAU 2. FRÉQUENCES OBSERVÉES PAR TRAITEMENT SELON LA COTE DE SÉVÉRITÉ POUR LE SITE 'SEASCAPE'	13
TABLEAU 3. SOMME DES FRÉQUENCES OBSERVÉES DE CLÉISTOTHÈCES EN 2006 ET POURCENTAGE MOYEN DES FRUITS AVEC PRÉSENCE DE BLANC EN 2007 POUR 4 CULTIVARS	14
TABLEAU 4. DESCRIPTION SOMMAIRE DES ESSAIS CONDUITS DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL À L'ILE D'ORLÉANS	16

TABLEAU 5. DESCRIPTION SOMMAIRE DES ESSAIS CONDUITS DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE).....	16
TABLEAU 6. TRAITEMENT SELON LE STADE DU FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT SUR PAILLIS DE PLASTIQUE) AU MOMENT DU PREMIER TRAITEMENT POUR LUTTER CONTRE LE BLANC	17
TABLEAU 7. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT) SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2007.....	22
TABLEAU 8. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT) SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008.....	22
TABLEAU 9. TRAITEMENT SELON LE STADE DU FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE) AU MOMENT DU PREMIER TRAITEMENT POUR LUTTER CONTRE LE BLANC	23
TABLEAU 10. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER (CV SEASCAPE), ILE D'ORLÉANS, SAISON 2006	30
TABLEAU 11. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER (CV SEASCAPE), ILE D'ORLÉANS, SAISON 2007	30
TABLEAU 12. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER (CV SEASCAPE), ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	31
TABLEAU 13. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER (CV SEASCAPE), ST-NICOLAS, SAISON 2008	31
TABLEAU 14. EFFET DE DIFFÉRENTES STRATÉGIES D'APPLICATION DE FONGICIDES SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LES VIEILLES FEUILLES DANS LE FRAISIER CV SEASCAPE, SAISON 2008	32
TABLEAU 15. EFFICACITÉ DES FONGICIDES POUR LUTTER CONTRE LE BLANC DU FRAISIER (CV DARSELECT) SUITE À LA RÉNOVATION, ILE D'ORLÉANS	33
TABLEAU 16. EFFICACITÉ DES BIO-FONGICIDES POUR LUTTER CONTRE LE BLANC DU FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT) SUITE À LA RÉNOVATION, ILE D'ORLÉANS	34
TABLEAU 17. EFFICACITÉ DES BIO-FONGICIDES POUR LUTTER CONTRE LE BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER CV SEASCAPE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008.....	34
TABLEAU 18. EFFICACITÉ DES BIO-FONGICIDES POUR LUTTER CONTRE LE BLANC SUR LES VIEILLES FEUILLES DANS LE FRAISIER CV SEASCAPE, SAISON 2008.....	35

Liste des figures

FIGURE 1. EFFET DU STADE DE DÉVELOPPEMENT DU FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT) SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE, ILE D'ORLÉANS.	18
FIGURE 2. EFFET DU PRODUIT POUR DES TRAITEMENTS TÔT EN SAISON POUR LUTTER CONTRE LE BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DU FRAISIER, SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, CV DARSELECT, SAISON 2008.	19

FIGURE 3. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT) SUR PLASTIQUE À L'ÎLE D'ORLÉANS.	19
FIGURE 4. ÉVOLUTION DU NOMBRE DE SPORES DU BLANC (<i>SPHAEROTHECA MACULARIS</i> F. SP. <i>FRAGARIAE</i>) DANS L'AIR, ESSAI DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT).	20
FIGURE 5. EFFET DU STADE DE DÉVELOPPEMENT DU FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE) SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE, ÎLE D'ORLÉANS, SAISONS 2006 ET 2007.....	24
FIGURE 6. EFFET DU STADE DE DÉVELOPPEMENT DU FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE) SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE, SAISON 2008.	25
FIGURE 7. EFFET DU STADE DE DÉVELOPPEMENT DU FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE) SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC SUR LES VIEILLES FEUILLES, ÎLE D'ORLÉANS ET ST-NICOLAS, SAISON 2008.....	26
FIGURE 8. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE) SUR PLASTIQUE.....	27
FIGURE 9. ÉVOLUTION DU NOMBRE DE SPORES DU BLANC DANS L'AIR, ESSAI DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE) SUR PLASTIQUE.....	28

1. DESCRIPTION DU PROJET

1.1 Objectif général

L'objectif général de ce projet est d'apporter aux producteurs de fraises du Québec, dont l'activité économique génère des ventes de plus de 21 millions de dollars annuellement, un ensemble de méthodes de protection fiable et opérationnel dans la lutte contre le blanc du fraisier, maladie fongique en recrudescence et de plus en plus importante dans les fraisières du Québec. De cette façon, les producteurs pourront fournir aux consommateurs une fraise de qualité produite tout en respectant l'environnement.

1.2 Objectifs spécifiques

- Adapter à nos conditions climatiques et à nos systèmes de production un modèle prévisionnel des risques de blanc sur le fraisier;
- Développer une (des) stratégie(s) de lutte contre le blanc du fraisier par l'utilisation rationnelle des fongicides homologués, des fongicides en demande d'homologation et des nouveaux bio-fongicides.

1.3 Atteinte des objectifs

Bien que l'étude n'a pas permis d'adapter un modèle pour nos conditions climatiques, elle a cependant permis d'affirmer que le modèle de Gubler-Hoffman n'est pas applicable comme tel dans les conditions de la région de Québec. De plus, certaines variables ont été identifiées afin de prédire l'évolution d'une maladie par le développement de son pathogène. Celles-ci sont : l'utilisation de plusieurs variables météorologiques, la sensibilité des cultivars de la plante hôte et le stade phénologique de la culture.

De façon générale, les objectifs du volet 'Stratégies de lutte contre le blanc du fraisier' ont été atteints et diffusés. Faute de pesticides homologués efficaces et d'un modèle pour prédire l'évolution de la maladie par le développement de son pathogène, la validation des stratégies de lutte à l'échelle commerciale n'a pas été complétée.

1.4 Étapes et échéances

Activités réalisées	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Planification des essais	Mai 2006	Mai 2006	Protocoles expérimentaux rencontrant les objectifs du projet	Chercheurs et collaborateurs
Planification des stratégies d'intervention	Mai 2006	Mai 2006	Définir les traitements	
Rencontre avec les producteurs participants	Mai 2006	Mai 2006	Explication du projet, choix des sites d'essais	
Commande du matériel	Mai 2006	Mai 2006	Produits phytosanitaires, sondes Hobo® et matériel terrain	
Mise en place des essais	Mai 2006	Mai 2006	Conduite des essais selon un protocole expérimental établi	
Conduite des essais et collecte des données	Mai-oct. 2006	Mai-oct. 2006	Application des traitements, indice de sévérité de la maladie, température et humidité relative de l'air, précipitations, grosseur et qualité des fruits, nombre de spores dans l'air	

Activités réalisées	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Compilation et analyse des données	Déc. 2006-mars 2007	Déc. 2006-mars 2007	Interprétation des données	
Rédaction des rapports d'étape (CLA, Prime-Vert et CDAQ)	Déc. 2006-mars 2007	Déc. 2006-mars 2007	Remise au CLA, Prime-Vert et CDAQ	
Rapport d'étude de cas et affiche (Université Laval) et présentations (journées horticoles, APFFQ et journées INPACQ)	Déc. 2006-mars 2007	Octobre 2006 Déc. 2006 Février 2007	Diffusion des résultats	
Revue de littérature	Déc. 2006-mars 2007	Déc. 2006-mars 2007	Trouver documentation pertinente pour la suite du projet	
Réunion chercheurs, APFFQ et collaborateurs	Avril 2007	Avril 2007	Présentation des résultats, validation des protocoles de recherche, planification des essais 2007, choix des traitements	
Rencontre avec les producteurs participants	Avril 2007	Avril 2007	Choix des sites d'essais	

Activités réalisées	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Commande du matériel nécessaire	Avril 2007	Avril 2007	Produits phytosanitaires et matériel terrain	
Mise en place des essais	Mai 2007	Mai 2007	Conduite des essais selon un protocole expérimental établi	
Conduite des essais et collecte des données	Mai-oct. 2007	Mai-oct. 2007	Application des traitements, indice de sévérité de la maladie, température et humidité relative de l'air, précipitations, grosseur et qualité des fruits, nombre de spores dans l'air	
Journées de démonstration en collaboration avec le MAPAQ et Bayer CropScience. Conférences Journées horticoles, St-Rémi et à la réunion de l'APFFQ	Sept.- déc. 2007	6 et 12 sept. 2007 6 déc. 2007 19 fév. 2008	Échange et diffusion des résultats de recherche	Groupe de conseillers de BayerCropScience au niveau canadien
Compilation et analyse des données	Déc. 2007-mars 2008	Déc. 2007-mars 2008	Interprétation des données	
Rédaction des rapports d'étape (CLA et CDAQ)	Déc. 2007-mars 2008	Déc. 2007-mars 2008	Remise au CLA et CDAQ	

Activités réalisées	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Rédaction du rapport final Prime-Vert	Déc. 2007-mars 2008	Déc. 2007-mars 2008	Remise au Prime-Vert	
Revue de littérature	Déc. 2007-mars 2008	Déc. 2007-mars 2008	Trouver documentation pertinente pour la suite du projet	
Réunion chercheurs, APFFQ et collaborateurs	Avril 2008	Avril 2008	Présentation des résultats, validation des protocoles de recherche, planification des essais 2008, choix des traitements	
Rencontre avec les producteurs participants	Avril 2008	Avril 2008	Choix des sites d'essais	
Commande du matériel nécessaire	Avril 2008	Avril 2008	Produits phytosanitaires et matériel terrain	
Mise en place des essais	Mai 2008	Mai 2008	Conduite des essais selon un protocole expérimental établi	

Activités réalisées	Date prévue	Date réelle	Finalités	Notes
Conduite des essais et collecte des données	Mai-oct. 2008	Mai-oct. 2008	Application des traitements, indice de sévérité de la maladie, température et humidité relative de l'air, précipitations, grosseur et qualité des fruits, nombre de spores dans l'air	
Démonstration au champ lors de la Journée champêtre petits fruits, conférences et document de vulgarisation	Août-sept.-déc. 2008	17 août 2008 31 mars 2009 20 mai 2009	Diffusion des résultats et transfert technologique	Journées provinciales et RAP
Compilation et analyse des données	Déc. 2008-mars 2009	Déc. 2008-mars 2009	Interprétation des données	
Rédaction des rapports finaux (CLA et CDAQ)	Déc. 2008-mars 2009	Déc. 2008-mars 2009	Remise au CLA et CDAQ	

2. RÉSULTATS ET ANALYSE

2.1 Volet épidémiologie et modélisation

2.1.1 Faits saillants

Les résultats obtenus avec le modèle de Gubler-Hoffman (annexe A-1) indiquent que ce dernier n'est pas approprié aux conditions du Québec. En effet, avec un nombre total d'applications de fongicides supérieur ou égal à d'autres traitements, il n'a pas permis d'observer une sévérité du blanc significativement plus faible dans les parcelles où il était utilisé comme critère décisionnel.

En ce qui a trait à l'analyse par arbre de classification, celle-ci permet d'affirmer que la présence d'inoculum de blanc du fraisier dans l'air varie en fonction de plusieurs variables météorologiques telles que l'humidité relative moyenne, la température moyenne et la température maximale et minimale quotidienne de l'air (annexe A-6).

2.1.2 Méthodologie et objectifs

Dispositifs expérimentaux et traitements

Deux sites étaient localisés à l'Ile d'Orléans, soit un premier implanté avec un cultivar de fraisier conventionnel ('Darselect') et un second à jour neutre ('Seascape'). Les six traitements à l'étude étaient disposés en blocs complets aléatoires et sont détaillés à l'annexe A-2.

En ce qui a trait au site de Saint-Charles-de-Bellechasse, les deux traitements phytosanitaires et les quatre cultivars étaient disposés dans un plan en tiroir répété quatre fois. Les traitements phytosanitaires, soit T1 (aucun traitement) et T2 (avec traitement) étaient en parcelles principales et les cultivars 'Jewel', 'Cavendish', 'Kent' et 'Darselect' étaient disposés en sous parcelles.

Enfin, le site implanté à Deschambault était composé des cultivars 'Seascape' et 'Jewel'. Ce site a été utilisé pour vérifier la résistance ontogénique de ces deux cultivars (annexe A-3).

Collecte des données

Pour les sites localisés à l'Ile d'Orléans, la T°, l'HR de l'air au niveau du couvert végétal et la pluviométrie étaient mesurées en continu de mai à septembre. Aussi, le nombre de conidies¹ par mètre cube d'air était mesuré trois fois par semaine avec un capteur de spores (figure 2 de l'annexe A-7). De plus, la sévérité de la maladie a été observée sur les feuilles dès l'apparition des symptômes et des signes, et ce, à quatre reprises pour le site 'Darselect' (3, 10, 17 et 24 juillet 2007) et à sept reprises pour le site 'Seascape' (30 juillet, 9, 16, 21 et 29 août, 7 et 12

¹ Spores assurant la reproduction du champignon

septembre 2007). Enfin, la sévérité de la maladie sur les feuilles était quantifiée avec des cotes ² (0 à 5) correspondant à un pourcentage de recouvrement par le blanc de la face inférieure des jeunes feuilles nouvellement matures.

En ce qui a trait au site de St-Charles-de-Bellechasse, l'incidence des cléistothèces (présence ou absence) sur la surface inférieure et supérieure des feuilles a été notée le 21 septembre 2006 et l'incidence du blanc (présence ou absence) sur les fruits des quatre cultivars, les 11 et 16 juillet 2007. Ces observations ont été faites visuellement.

Les données recueillies ont été analysées statistiquement avec la procédure GLIMMIX de SAS et à l'aide du logiciel DTREG (version 6.0).

Objectifs

- Validation et raffinement d'un système prévisionnel des risques d'épidémie du blanc dans la fraise par l'application de stratégies d'intervention appropriées, basées sur des indices de risque (présence de spores dans l'air et données météorologiques);
- L'évaluation du niveau de sensibilité au blanc de différents cultivars de fraisiers conventionnels;
- Détermination de la sensibilité des feuilles et des fraises au blanc selon leur âge (résistance ontogénique).

2.1.3 Résultats

Site 'Darselect'

À savoir si le système prévisionnel du blanc du fraisier de Gubler-Hoffman (annexe A-1) est efficace sous les conditions où il a été testé, les résultats observés pour le T6 du site 'Darselect' (tableau 1) indiquent que non. Dans les parcelles où il était utilisé comme critère décisionnel, la sévérité du blanc n'a pas diminué de façon significative en plus d'avoir généré un nombre d'applications de fongicides supérieur ou égale à d'autres traitements (tableau 3). La fréquence des cotes d'intensité 3, 4 et 5 étant plus élevée pour les autres traitements que pour le traitement T5 (tableau 1).

Site 'Seascape'

Les fongicides utilisés pour les traitements T1 à T3 étaient le Kumulus, le Nova et le Pristine. Comparée aux T2 et T3, l'intensité du blanc observée les 16 et 21 août dans le T6 était plus faible ($p=0,0237$ et $0,0011$) ainsi que pour le 29 août, comparativement aux T1 à T3 ($p=0,0027$, $0,0005$ et $0,0013$). Aussi, la fréquence des cotes d'intensité élevée (3 à 5) du T6 était nulle ou très faible pour les six dates d'échantillonnages (tableau 2). Cependant, les fongicides utilisés étaient différents de ceux du T6 pour le site 'Darselect' (Flint et Quintec). Conséquemment, il est probable que la différence observée soit attribuable à l'efficacité des fongicides utilisés, voir même à la sensibilité différente des cultivars.

² Pourcentages associés aux cotes de sévérité : **0** : <0% **1** :]0-10%] **2** :]10-25%] **3** :]25-50%] **4** :]50-75%] **5** : > 75%

Tableau 1. Fréquences observées selon la cote de sévérité par traitement pour le site 'Darselect'

Dates	Traité	Cotes						Cotes						
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	
		< 25%			> 25%			< 25%			> 25%			
3 juillet	T1	0	1	3	15	16	5	17 juillet	0	0	9	17	13	1
	T2	0	5	10	11	6	8		0	4	9	14	12	1
	T3	0	2	4	7	11	16		0	0	10	14	11	5
	T4	0	1	1	10	12	16		0	1	16	15	6	2
	T5	1	24	12	3	0	0		0	27	13	0	0	0
	T6	0	1	2	8	12	17		0	0	11	13	15	1
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	
10 juillet	T1	0	0	16	16	7	1	24 juillet	0	2	11	18	7	2
	T2	0	6	16	12	5	1		0	4	9	16	8	3
	T3	0	4	12	8	13	3		0	5	10	14	11	0
	T4	0	2	10	14	8	6		0	5	22	10	3	0
	T5	0	25	13	1	1	0		0	22	16	2	0	0
	T6	0	0	3	10	17	10		0	3	12	17	8	0

Tableau 2. Fréquences observées par traitement selon la cote de sévérité pour le site 'Seascape'

Dates	Traité	Cotes						Cotes						Cotes							
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5		
		< 25%			> 25%			< 25%			> 25%			< 25%			> 25%				
30 juillet	T1	0	14	16	10	0	0	16 août	0	22	12	6	0	0	29 août	0	8	14	12	5	1
	T2	0	7	15	12	5	1		0	19	14	6	1	0		0	3	15	16	5	1
	T3	0	5	12	19	4	0		0	11	15	10	4	0		0	6	15	12	7	0
	T4	0	9	11	11	7	2		0	26	10	3	1	0		0	16	14	10	0	0
	T5	0	20	14	6	0	0		1	35	4	0	0	0		0	33	6	1	0	0
	T6	0	10	13	13	4	0		1	32	7	0	0	0		0	25	11	1	3	0
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5		
9 août	T1	0	20	16	4	0	0	21 août	0	20	14	6	0	0	7 septembre	0	17	13	9	1	0
	T2	0	18	14	7	1	0		0	19	15	5	1	0		0	14	16	7	3	0
	T3	0	25	13	2	0	0		0	16	18	6	0	0		0	15	14	7	4	0
	T4	0	19	14	5	2	0		1	21	13	5	0	0		0	24	11	4	1	0
	T5	0	32	8	0	0	0		0	38	2	0	0	0		0	32	7	1	0	0
	T6	0	25	11	4	0	0		0	29	11	0	0	0		1	23	11	2	2	1

Il est possible que le modèle de Gubler-Hoffman, basé uniquement sur la température de l'air, ne permette pas de prédire correctement la présence des spores du blanc dans l'air. L'analyse par arbre de classification a permis d'établir la base d'un système prévisionnel pour l'inoculum du blanc du fraisier dans la région de Québec à partir d'un ensemble de données météorologiques (température, humidité relative (HR), précipitations). Une variable cible (la concentration de spores dans l'air) peut être prédite en utilisant des variables de prédiction (météorologiques). L'arbre de classification est construit sur une base binaire, c'est-à-dire qu'un embranchement mère est divisé en deux groupes (embranchements filles), et ainsi de suite pour chacun des embranchements filles. Ainsi, les variables météorologiques ayant un fort impact sur la concentration des spores de blanc sont l'humidité relative moyenne, la température moyenne et les températures maximale et minimale quotidiennes. L'annexe A-6 présente l'arbre de classification complet. Par exemple, pour une journée donnée, si l'HR moyenne était > 70%, que la température maximale était > 19°C et que la température minimale était ≤ 12°C, les risques d'avoir une grande concentration de spores dans l'air (CAT 3) étaient élevés.

Évaluation des cultivars (Saint-Charles-de-Bellechasse)

Lorsque comparées entre elles, les parcelles traitées (T2) et celles témoins (T1), la somme des fréquences observées de cléistothèces à l'automne 2006 n'est pas significativement différente, tout cultivar confondu (tableau 3). Toutefois, il y a une différence entre certains cultivars ($p=0,0003$). En effet, l'incidence la moins élevée a été observée avec 'Kent' et 'Darselect'.

Tableau 3. Somme des fréquences observées de cléistothèces en 2006 et pourcentage moyen des fruits avec présence de blanc en 2007 pour 4 cultivars

Traitements	Cultivars	Cléistothèces 2006 (fréquence observée)	Fruits avec blanc 2007 (% moyen)
T1 (aucun traitement)	Jewel	21	5,5
	Darselect	10	22,7
	Cavendish	13	21,0
	Kent	8	20,3
T2 (protection complète contre le blanc)	Jewel	10	11,0
	Darselect	3	41,5
	Cavendish	6	24,0
	Kent	3	22,3

La probabilité d'observer du blanc à l'été 2007 sur les fruits du cultivar 'Jewel' est très faible par rapport aux autres cultivars pour le T1 (tableau 3). De plus, le risque d'observer du blanc sur les fruits de 'Jewel' est environ deux fois moins élevé que pour 'Cavendish' et 'Kent' et quatre fois moins élevé que 'Darselect' pour le T2 (tableau 3). À partir des résultats obtenus, il est difficile de déterminer l'impact de l'incidence des cléistothèces observés à l'automne 2006 sur le développement du blanc sur les fruits en 2007. En effet, il pourrait exister une différence de sensibilité au blanc entre les différentes parties du plant. Ainsi, une fraise mûre pourrait être beaucoup moins sensible qu'une jeune feuille. Toutefois, cette explication demeure une

hypothèse. Enfin, tel que rapporté par Viret, Ancay et Terrettaz (1998), le rôle des cléistothèces comme source d'infection n'a jamais été démontré.

Site de Deschambault (résistance ontogénique)

L'objectif poursuivi pour ce site était de déterminer la sensibilité des feuilles de fraisiers conventionnels et à jours neutres en fonction de leur âge. L'information acquise sur la résistance ontogénique des fraisiers aurait été utilisée afin de définir des fenêtres d'intervention contre le blanc. L'inoculation artificielle en champ (annexe A-3) s'est avérée plus difficile que prévu. Aussi, en plus des inoculations qui n'ont pas permis d'obtenir des résultats satisfaisants, plusieurs fraisiers ont été infectés par la verticilliose (*Verticillium* spp.).

2.1.4 Conclusions

L'étude de l'épidémiologie du blanc permet d'affirmer qu'un système prévisionnel n'utilisant que la température comme variable afin de comprendre l'évolution de la maladie n'est pas complet (modèle Gubler-Hoffman). En effet, l'indice de risque maximal (100) a été atteint dès le début juin, la température ne peut être la seule variable discriminante par rapport à la quantité de spores de blanc dans l'air. Ainsi, le modèle de Gubler-Hoffman n'est pas applicable comme tel dans les conditions de la région de Québec. Dans chacun des systèmes prévisionnels existants, quelques-unes des constantes observées afin de prédire l'évolution d'une maladie par le développement de son pathogène sont : l'utilisation de plusieurs variables météorologiques, la sensibilité des cultivars de la plante hôte et le stade phénologique de celle-ci. Bien que le blanc peut être contrôlé par des fongicides appliqués de façon régulière, ils ne sont pas nécessaires si les conditions environnementales ne sont pas favorables au développement de la maladie et si la quantité de spores dans l'air (inoculum) est absente ou est présente en faible quantité. Bien que l'analyse par arbre de classification reste une étude exploratoire puisqu'elle n'a jamais été utilisée à cette fin, elle pourrait permettre d'améliorer les outils disponibles aux producteurs et aux conseillers pour une bonne gestion du blanc. D'autres études seront nécessaires afin d'améliorer ce système prévisionnel en ajoutant plus de variables telles que la vitesse du vent ou la durée et l'intensité de la lumière.

2.2 Stratégies de lutte

2.2.1 Développement de stratégies d'intervention en année de production des fraisiers conventionnels et à jours neutres

Les essais dans le fraisier conventionnel ont été conduits dans des fraisières implantées l'année antérieure chez des producteurs de l'Ile d'Orléans (tableau 4). Les essais dans le fraisier à jours neutres ont été implantés l'année de production chez des producteurs de l'Ile d'Orléans et de St-Nicolas (tableau 5). Les essais pour les deux types de fraisier ont été conduits selon un dispositif en blocs aléatoires complets comprenant quatre répétitions. Les traitements détaillés, les dates d'application des traitements et le stade du fraisier sont décrits dans les rapports d'étape pour les saisons 2006 et 2007 et à l'annexe B pour la saison 2008. Les doses utilisées sont décrites à l'annexe C.

Tableau 4. Description sommaire des essais conduits dans le fraisier conventionnel à l'Ile d'Orléans

Saison	Cultivar	Conduite	Nombre de traitements
2006	Jewel	Rangs nattés	6
2007	Darselect	Paillis de plastique	6
2008	Darselect	Rangs nattés	8
2008	Darselect	Paillis de plastique	8

Tableau 5. Description sommaire des essais conduits dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape)

Saison	Site	Conduite	Nombre de traitements
2006	Ile d'Orléans	Paillis de plastique	6
2007	Ile d'Orléans	Paillis de plastique	6
2008	Ile d'Orléans	Paillis de plastique	8
2008	St-Nicolas	Paillis de plastique	8

2.2.2 Fraisier conventionnel

L'incidence du blanc (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*) a été faible dans les essais en rangs nattés avec le cultivar Jewel en 2006 et le cultivar Darselect en 2008. Aucune différence entre les traitements (incluant 'Aucun traitement') en 2008 n'a été observée. Sur paillis de plastique, une forte incidence de la maladie a été observée avec le cultivar Darselect pour les deux saisons d'essais (2007 et 2008). Les résultats présentés dans le présent rapport sont seulement pour les essais conduits sur paillis de plastique.

Stade de développement du fraisier pour la première intervention pour lutter contre le blanc en début de saison

Les dates des premiers traitements et les produits utilisés sont présentés au tableau 6. Les résultats n'indiquent aucune diminution de l'incidence du blanc pour les traitements au soufre au stade 2 feuilles et 1^{ère} fleur et ce, pour les deux saisons d'essais avec le cultivar Darselect sur paillis de plastique (figure 1). En 2008, on observe aussi qu'un traitement hâtif avec le Flint, autre fongicide réputé efficace pour le contrôle du blanc, n'a pas influencé le développement du blanc en cours de saison en comparaison au soufre (figure 2). Il apparaît que le premier traitement au soufre ou d'un autre fongicide contre le blanc du fraisier pourrait être retardé au stade fruits verts. À l'Île d'Orléans, malgré des conditions favorables au développement du blanc (figure 3), le nombre de spores du blanc dans l'air est demeuré faible jusqu'au stade fruits verts pour les deux saisons d'essais (figure 4). Cependant, ces résultats devront être validés à l'échelle commerciale et pour les autres zones de production.

Tableau 6. Traitement selon le stade du fraisier conventionnel (cv Darselect sur paillis de plastique) au moment du premier traitement pour lutter contre le blanc

Stade du fraisier au 1 ^{er} traitement	Date 1 ^{er} traitement		Produit appliqué*		
	2007	2008	2 feuilles	1 ^{ère} fleur	Fruits verts
2 feuilles	26 mai	24 mai	Soufre	Soufre	Pristine 2007 Flint 2008
1 ^{ère} fleur	7 juin	4 juin	-	Soufre	Pristine 2007 Flint 2008
Fruits verts	18 juin	12 juin	-	-	Pristine 2007 Flint 2008

* Les produits appliqués ont été les mêmes pour tous les traitements à partir du stade fruits verts.

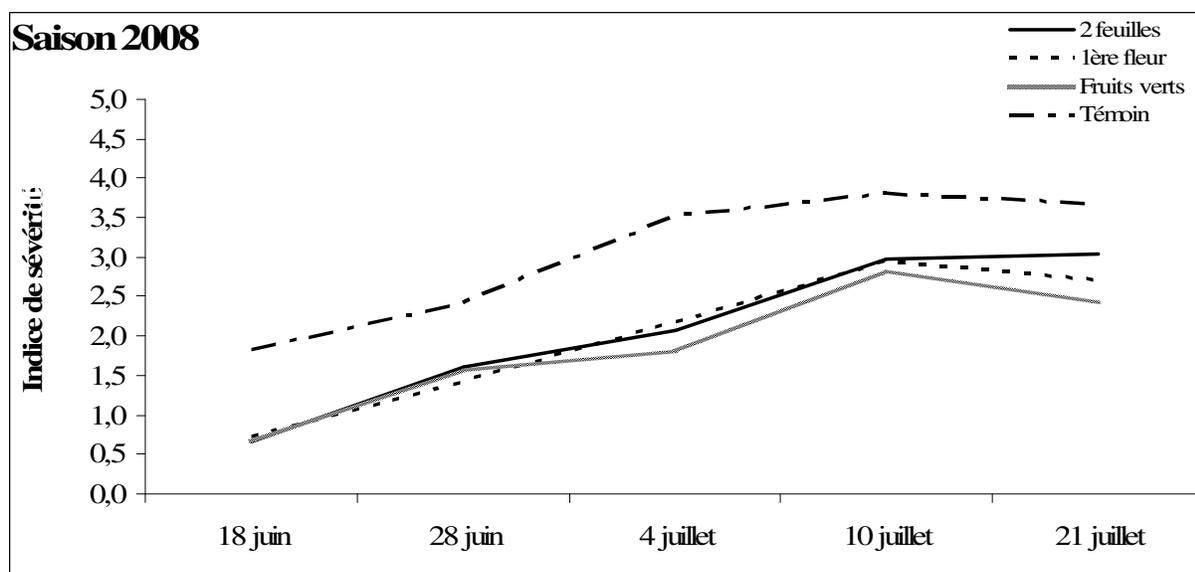
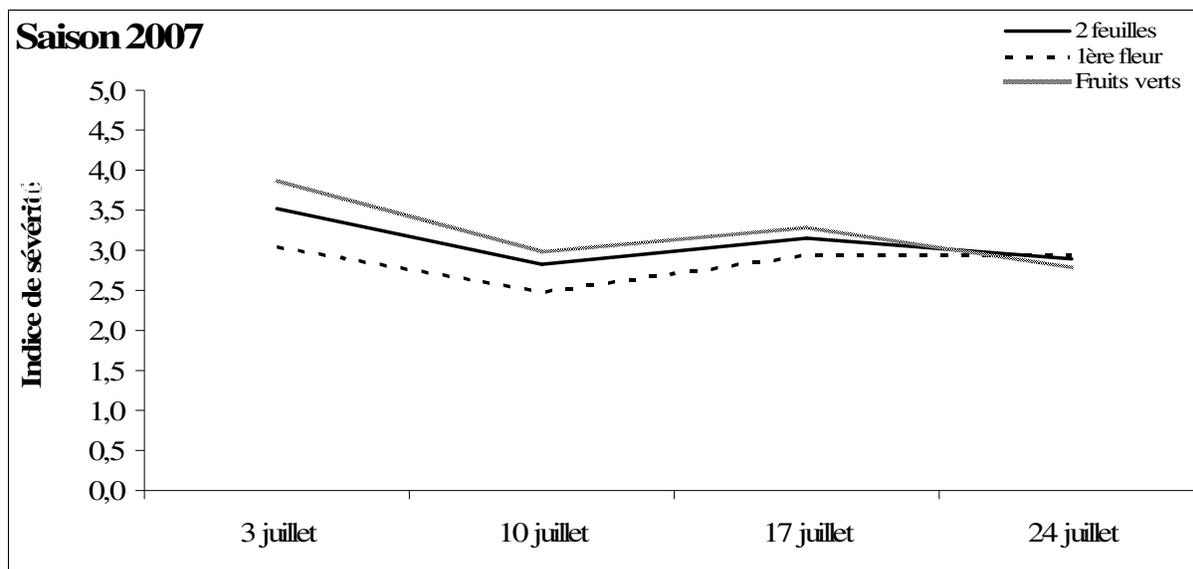


Figure 1. Effet du stade de développement du fraisier conventionnel (cv Darselect) sur le développement du blanc sur la dernière feuille, Ile d'Orléans.

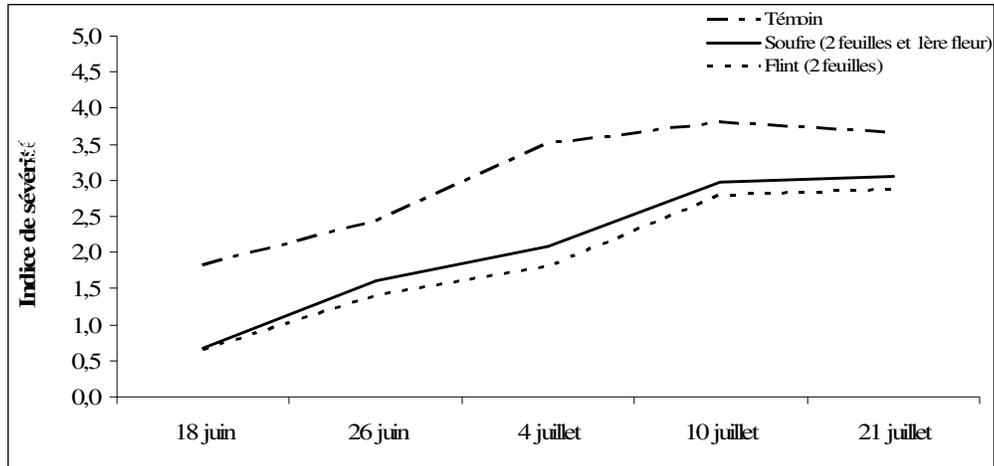


Figure 2. Effet du produit pour des traitements tôt en saison pour lutter contre le blanc sur la dernière feuille mature du fraisier, sur paillis de plastique, cv Darselect, saison 2008.

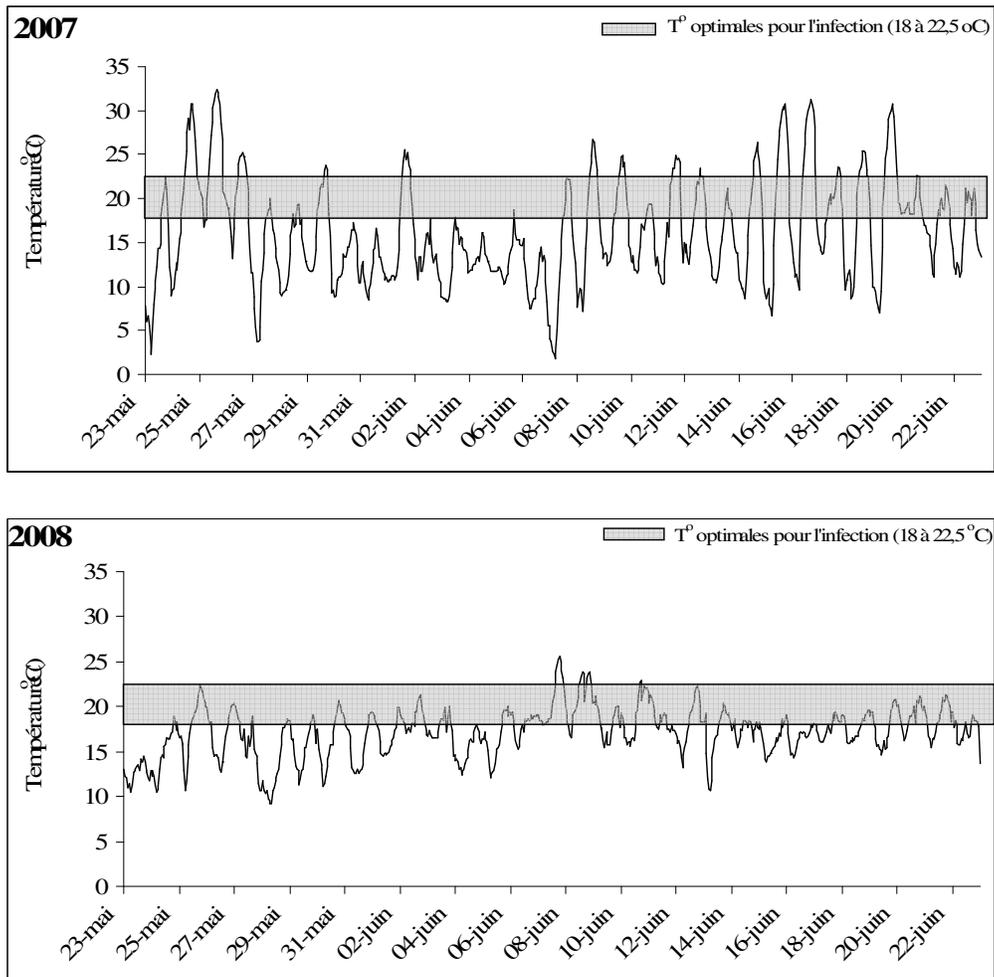


Figure 3. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier conventionnel (cv Darselect) sur plastique à l'Île d'Orléans.

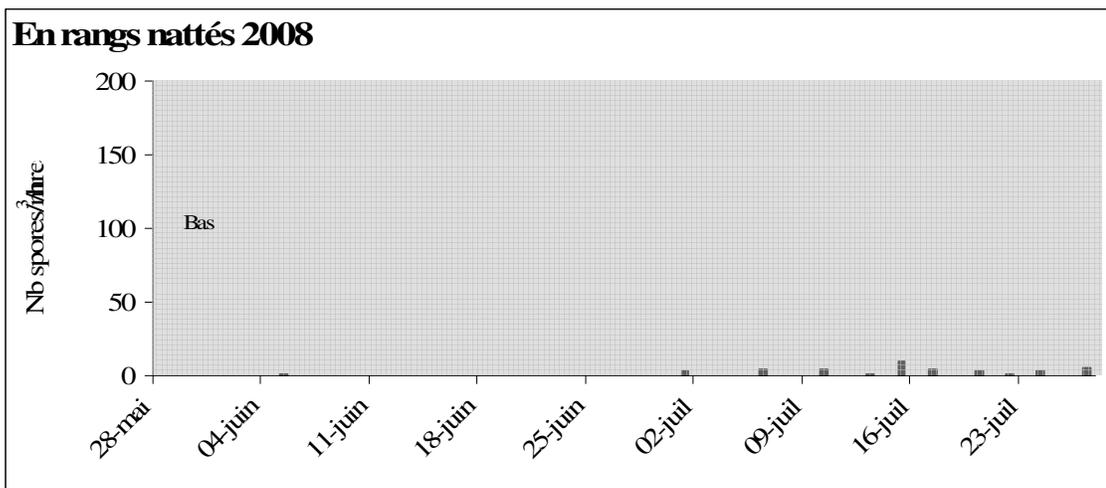
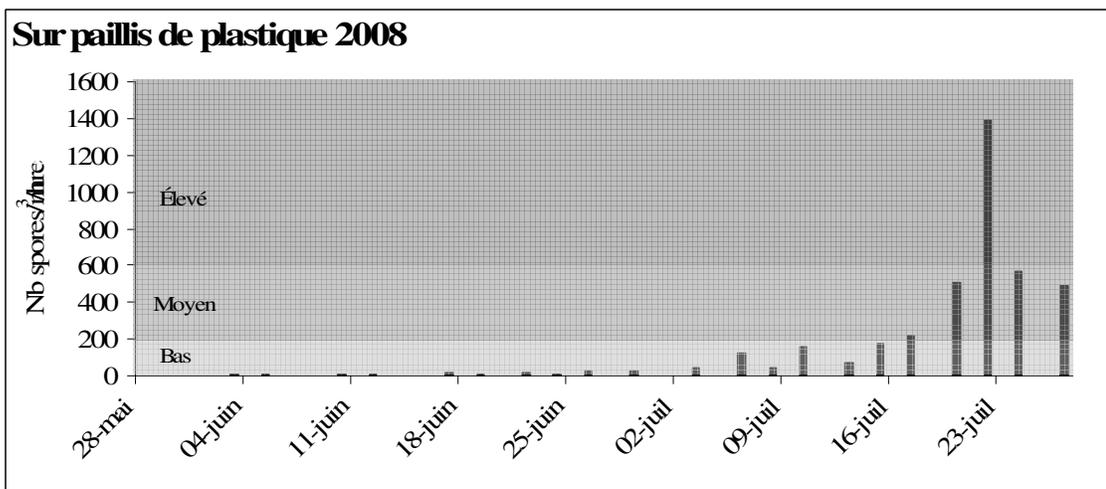
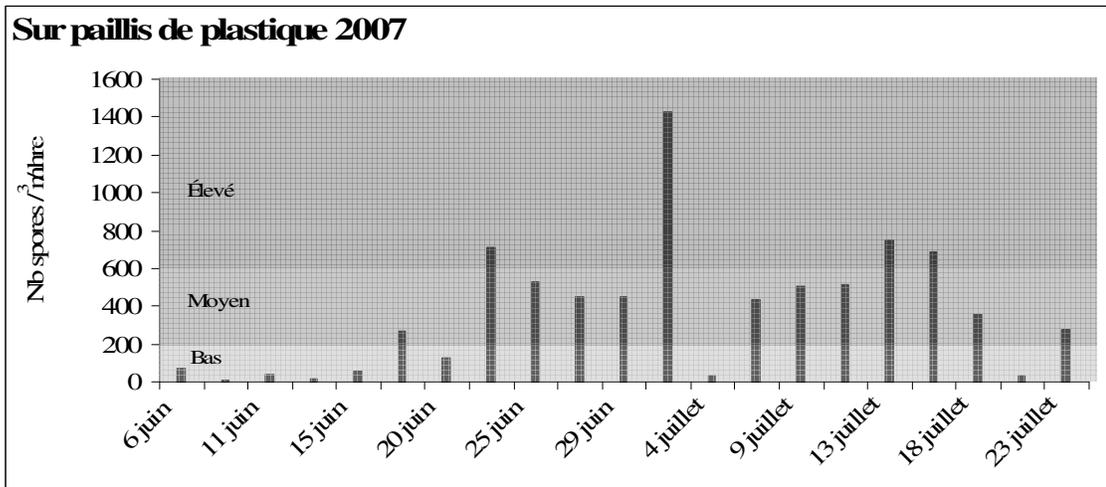


Figure 4. Évolution du nombre de spores du blanc (*Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*) dans l'air, essai dans le fraisier conventionnel (cv Darselect).

Stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc du fraisier

Les essais ont aussi été conduits pour déterminer l'efficacité des différentes séquences de différents produits sur le contrôle du blanc du fraisier. En 2007, les résultats indiquent que les meilleurs traitements ont été l'application de Flint et de Quintec en alternance suivi du programme du producteur (tableau 7). En 2008, le programme du CRAAQ (Soufre, Pristine suivi de Nova+Switch) a permis un contrôle aussi efficace que l'utilisation du Flint en remplacement au Pristine (tableau 8). L'efficacité du Pristine a d'ailleurs été démontrée dans les essais de fongicides conduits sur le cultivar Darselect après la rénovation en 2006 et 2008 (tableau 9). En 2008, l'alternance Actinovate et Nova seul ou combiné avec le Switch n'a pas réduit significativement l'incidence du blanc du fraisier (tableau 8). La baisse d'efficacité du Nova a été démontrée dans les essais de fongicide après la rénovation du fraisier cv Darselect (section 2.2.4, tableau 15). De plus, l'Actinovate n'a pas réduit significativement l'incidence du blanc dans les essais de bio-fongicides conduits dans le fraisier cv Darselect suite à la rénovation (section 2.2.4, tableau 16). Par contre, le Switch utilisé seul ou combiné au Nova a réduit l'incidence du blanc (section 2.2.4, tableau 15). Ces résultats indiquent que l'efficacité des produits doit être considérée pour le développement de stratégies de lutte pour lutter contre le blanc du fraisier. Le faible nombre de spores dans l'air pour l'essai en rangs nattés avec le cultivar Darselect en 2008 (figure 4) expliquerait la faible incidence de la maladie. Ces résultats indiquent que le contrôle du blanc dans le fraisier conventionnel durant l'année de production serait plus important pour une culture conduite sur plastique qu'en rangs nattés. Cependant, ces résultats devront être validés à l'échelle commerciale et pour les autres zones de production.

Tableau 7. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature du fraisier conventionnel (cv Darselect) sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2007

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*			
	3 juillet	10 juillet	17 juillet	24 juillet
Soufre 7 juin - Nova 18 juin - Pristine 25 juin - Nova 1 ^{er} juillet - Pristine 10 juillet (programme du producteur)	3,1 b**	2,5 c	2,9 a	2,9 a
Pristine 7 juin - Nova 18 juin - Pristine 25 juin - Nova 1 ^{er} juillet - Flint 10 juillet	4,0 a	3,2 b	2,8 a	2,3 b
Flint 7 juin - Quintec 18 juin - Flint 25 juin - Quintec 3 juillet - Flint 10 juillet	1,4 c	1,5 d	1,3 b	1,5 c
Soufre 31 mai - Soufre 7 juin - Nova 18 juin - Nova 25 juin - Soufre 1 ^{er} juillet - Pristine 10 juillet	4,1 a	3,9 a	3,2 a	2,8 a

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

Tableau 8. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature du fraisier conventionnel (cv Darselect) sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement	Indice (0-5)*				
	18 juin	26 juin	4 juillet	10 juillet	21 juillet
Témoin (aucun traitement)	1,83 a**	2,43 a	3,52 a	3,82 a	3,68 a
CRAAQ: Soufre 3 juin - Pristine 12 juin - Nova+Switch 1 ^{er} juillet	0,58 b	1,50 b	2,10 b	3,03 a	2,87 b
Soufre 24 mai - Flint 12 juin - Nova+Switch 1 ^{er} juillet	0,73 b	1,43 b	2,18 b	2,95 a	2,72 b
Soufre 24 mai - Actinovate 3 juin - Nova + Switch 12 juin - Actinovate 1 ^{er} juillet - Nova 8 juillet	1,07 ab	1,63 b	2,87 ab	3,42 a	3,23 ab
Soufre 3 juin - Flint 12 juin - Nova 1 ^{er} juillet	1,10 ab	1,67 b	2,07 ab	3,23 a	3,30 ab

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

2.2.3 Fraisier à jours neutres

Stade de développement du fraisier à jours neutres pour la première intervention pour lutter contre le blanc en début de saison

Les dates des premiers traitements et les produits utilisés sont présentés au tableau 9. Les résultats n'indiquent aucune diminution de l'incidence du blanc sur la dernière feuille mature pour des traitements au soufre et/ou au Nova avant le stade 6-8 feuilles pour les trois saisons d'essais avec le cultivar Seascape sur paillis de plastique (figures 5 et 6). De plus, ces traitements tôt en saison n'ont pas influencé le développement du blanc sur les vieilles feuilles au cours de la saison 2008 (figure 7). À l'Ile d'Orléans et à St-Nicolas, malgré des conditions favorables au développement du blanc (figure 8), le nombre de spores du blanc dans l'air est demeuré bas jusqu'au stade 6-8 feuilles pour les trois saisons d'essais (figure 9). Cependant, ces résultats devront être validés à l'échelle commerciale et pour les autres zones de production.

Tableau 9. Traitement selon le stade du fraisier à jours neutres (cv Seascape) au moment du premier traitement pour lutter contre le blanc

Stade du fraisier au 1 ^{er} traitement	Date 1 ^{er} traitement			Produit appliqué*		
	2006	2007	2008	2-4 feuilles	4-6 feuilles	6-8 feuilles
2-4 feuilles	27 mai	31 mai	4 juin	Soufre	Nova 2006 Soufre 2007 Soufre 2008	Nova 2006 Nova 2007 Flint 2008
4-6 feuilles	2 juin	14 juin	12 juin	-	Nova 2006 Soufre 2007 Soufre 2008	Nova 2006 Nova 2007 Flint 2008
6-8 feuilles	12 juin	23 juin	20 juin	-	-	Nova 2006 Nova 2007 Flint 2008

* Les produits appliqués ont été les mêmes pour tous les traitements à partir du stade 6-8 feuilles.

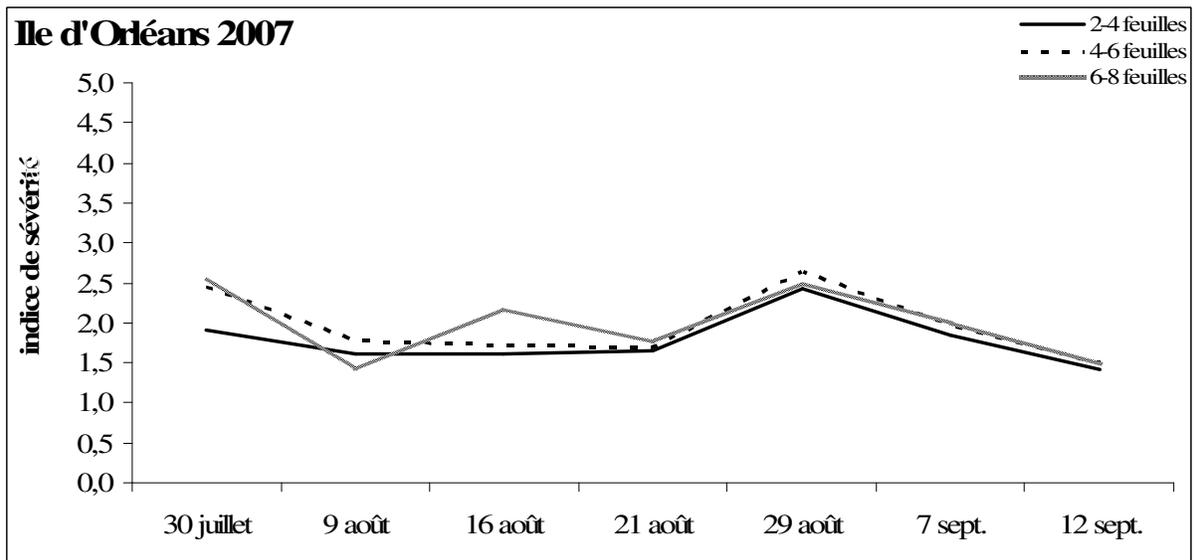
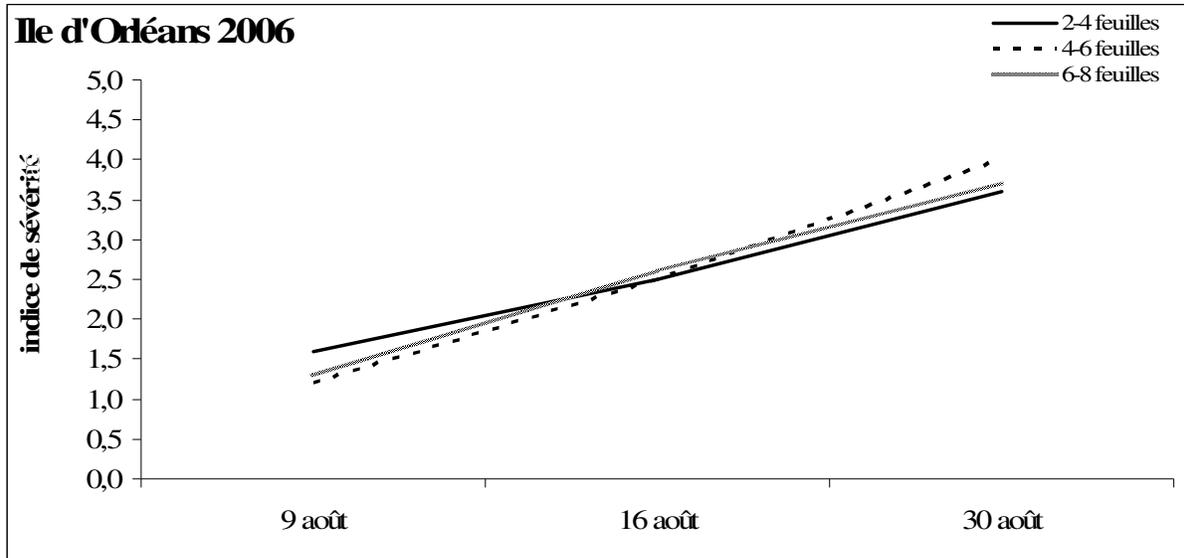


Figure 5. Effet du stade de développement du fraisier à jours neutres (cv Seascape) sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature, Île d'Orléans, saisons 2006 et 2007.

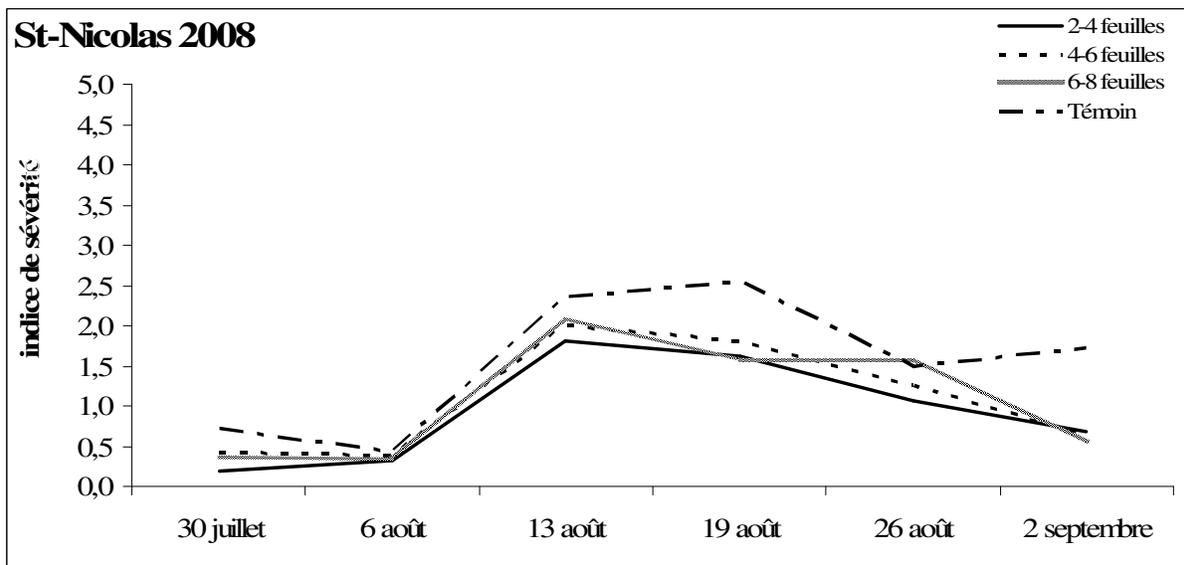
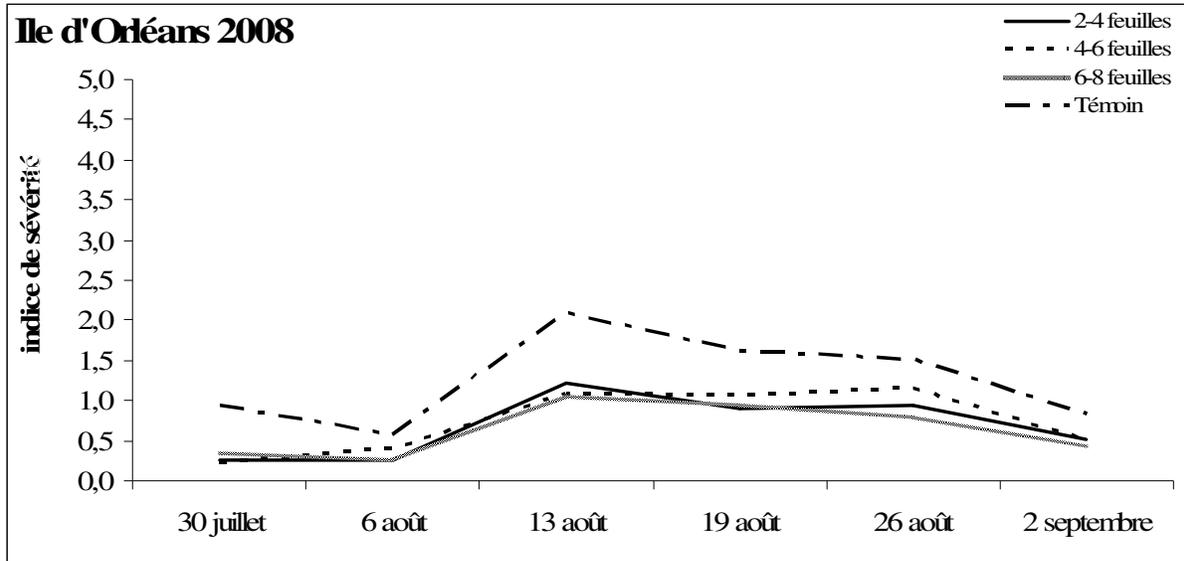


Figure 6. Effet du stade de développement du fraisier à jours neutres (cv Seascape) sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature, saison 2008.

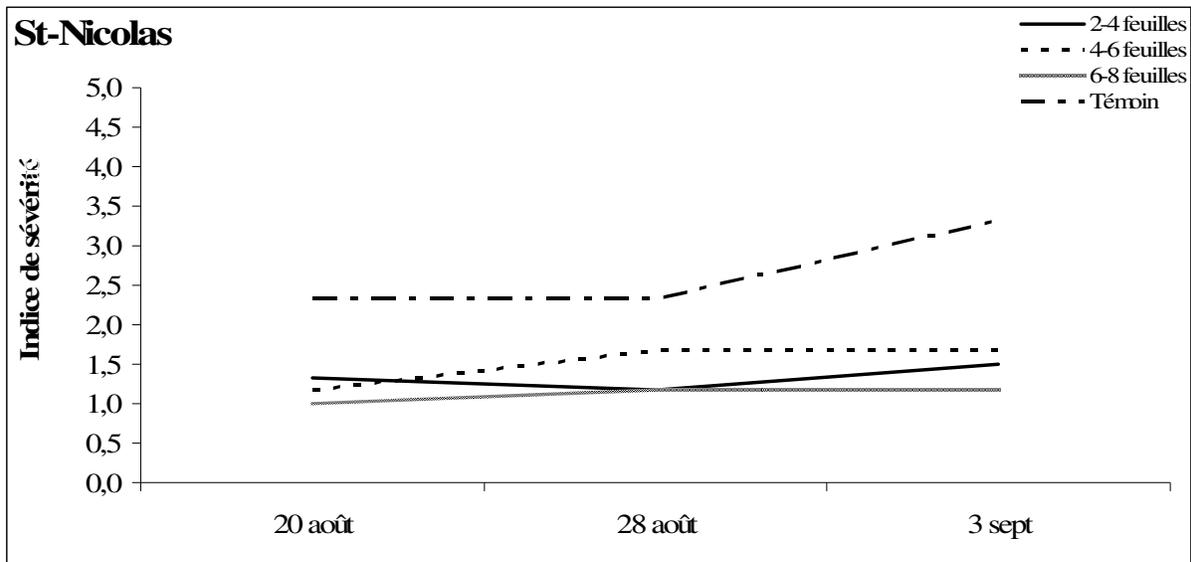
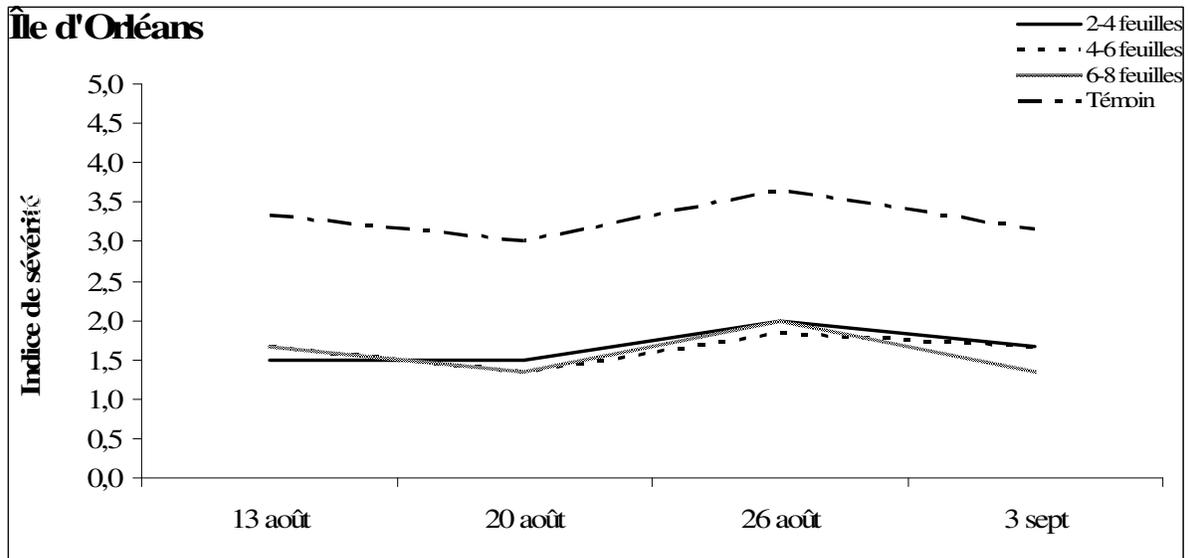


Figure 7. Effet du stade de développement du fraisier à jours neutres (cv Seascape) sur le développement du blanc sur les vieilles feuilles, Île d'Orléans et St-Nicolas, saison 2008.

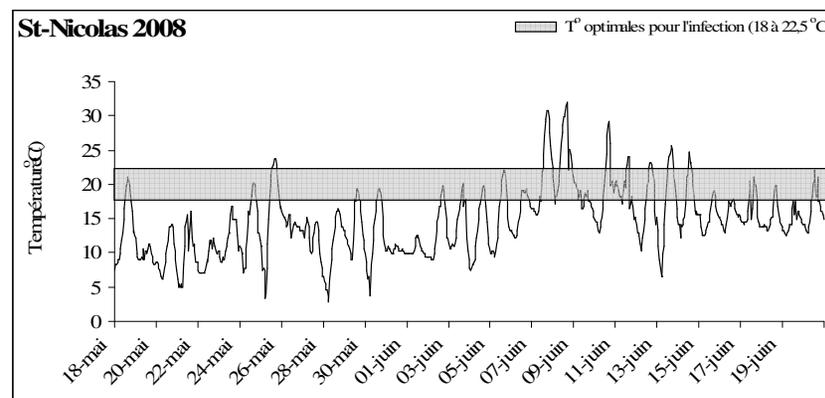
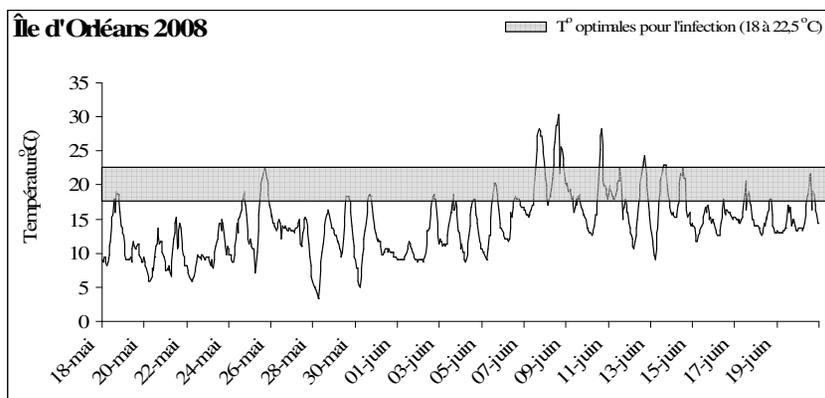
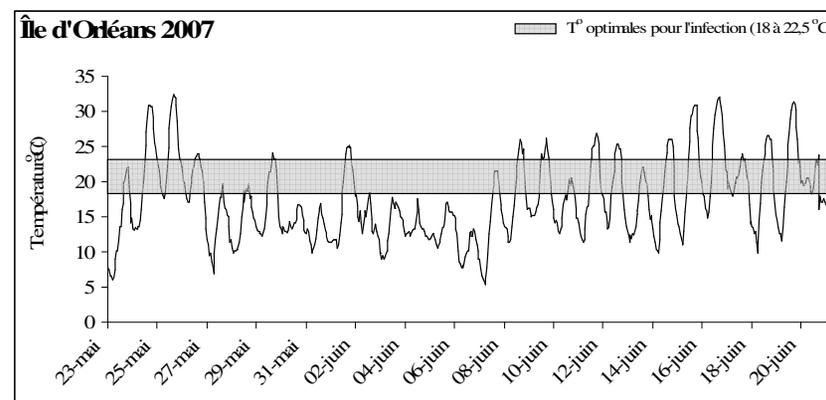
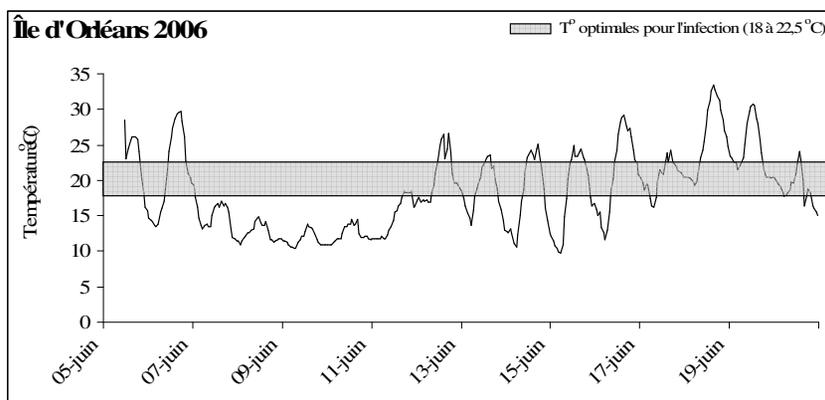


Figure 8. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape) sur plastique.

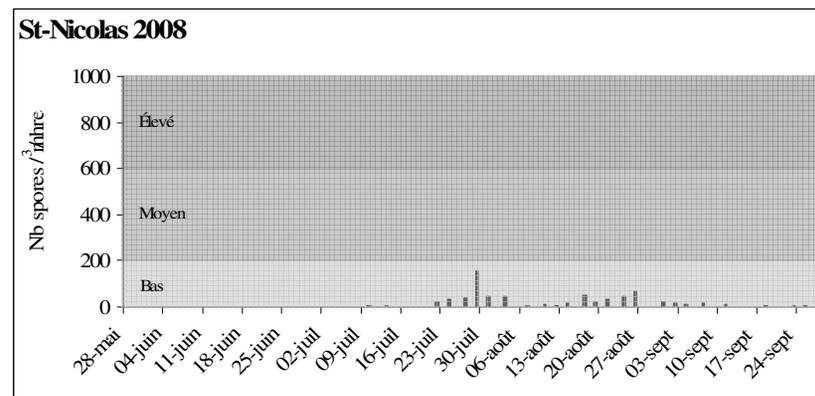
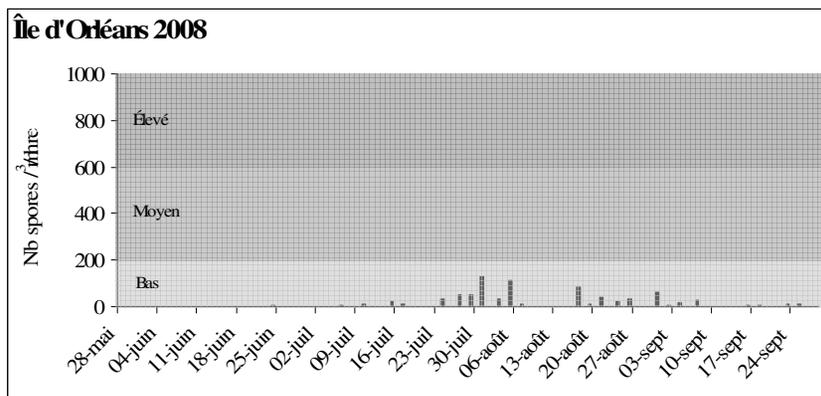
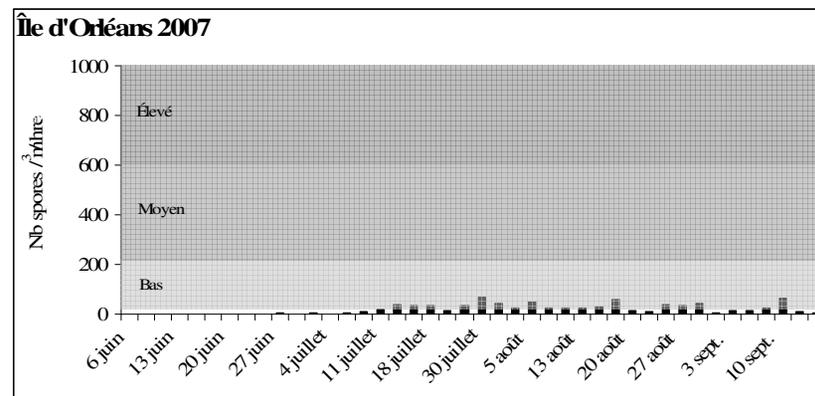
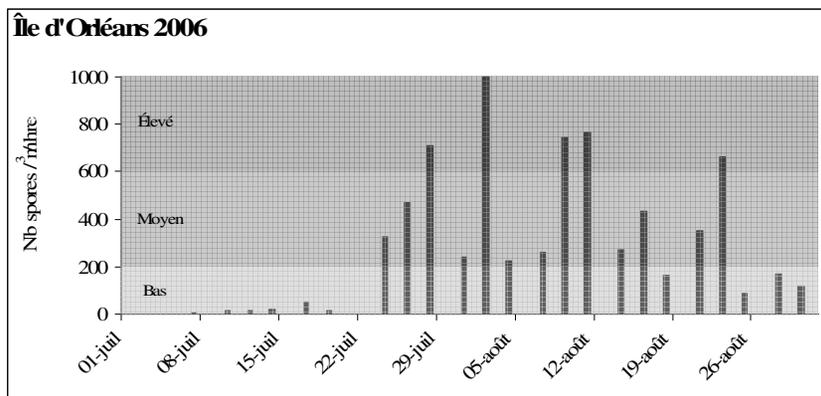


Figure 9. Évolution du nombre de spores du blanc dans l'air, essai dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape) sur plastique.

Stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc du fraisier

Les essais ont aussi été conduits pour déterminer l'efficacité des différentes séquences de différents produits sur le contrôle du blanc du fraisier à jours neutres. En 2006, les résultats indiquent que le Silamol appliqué avant le premier traitement au Nova et à cinq reprises en alternance avec le programme du producteur n'a pas amélioré le contrôle du blanc (tableau 10). D'ailleurs, le Silamol n'a pas réduit significativement l'incidence du blanc dans les essais de bio-fongicides suite à la rénovation du fraisier conventionnel cv Darselect (section 2.2.4, tableau 16). Bien que l'on observe une différence significative de l'incidence de sévérité du blanc pour les lectures du 16 août 2006 entre le programme du producteur et les programmes A et B selon le modèle de Gubler, ces différences seraient probablement dues aux variations sur le site expérimental. En effet, les traitements du 28 juillet et du 3 et 12 août ont été les mêmes (Pristine, Nova + Switch et Pristine respectivement). Par contre, le nombre total de traitements a été moindre dans le programme B en comparaison au programme A et à celui du producteur (tableau 10).

En 2007, le Flint appliqué à partir du 12 juillet a permis le meilleur contrôle du blanc (tableau 11). Par contre, le Quintec et le Flint appliqués en alternance à partir du 1^{er} août et à la suite des traitements recommandés par le CRAAQ, a été le deuxième meilleur traitement et significativement supérieur aux traitements du CRAAQ avec les produits homologués. Ces résultats concordent avec ceux dans le fraisier conventionnel de 2007 dont le meilleur traitement a été le Flint et le Quintec en alternance. Par contre, ce traitement n'a pas été significativement supérieur au Quintec appliqué à partir du 12 juillet dans le fraisier à jours neutres.

En 2008, l'incidence du blanc sur la dernière feuille mature a été faible dans les deux essais de fraisier à jours neutres (tableau 12 et 13). Les évaluations sur la dernière feuille mature du fraisier étaient difficiles et malgré certaines différences observées, il était difficile de tirer des conclusions. Par contre, l'évaluation de l'incidence du blanc sur les vieilles feuilles indique que le meilleur traitement comprenait le Flint en alternance avec Nova+Switch (tableau 14). Bien que le traitement comprenant Actinovate en alternance avec Nova+Switch ait réduit significativement l'incidence du blanc et que l'efficacité était comparable au traitement Nova et Pristine en alternance, il apparaît que le contrôle proviendrait non seulement d'Actinovate mais aussi du Switch. D'ailleurs, l'Actinovate seul n'a que réduit sensiblement le blanc sur la dernière feuille mature du fraisier (section 2.2.4 tableau 16) et sans effet sur les vieilles feuilles (tableau 17 de la même section).

Ces résultats indiquent que les stratégies de lutte contre le blanc du fraisier devraient être basées sur l'efficacité des produits et non sur le nombre de traitements. Cependant, ces résultats devront être validés à l'échelle commerciale et pour les autres zones de production.

Tableau 10. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature du fraisier (cv Seascape), Ile d'Orléans, saison 2006

Traitement	Nombre d'applications				Indice de sévérité (0-5)*		
	Soufre	Nova	Pristine	MilStop	9 août	16 août	30 août
Programme du producteur - Nova/Soufre/Pristine en alternance	2	6	4	0	1,2 a-c**	2,5 a	4,0 a
Six applications de Silamol en plus du programme du producteur - application hâtive au Silamol le 27 mai et avant la première application de Nova du producteur	2	6	4	0	1,6 a	2,5 a	3,3 a
Programme A: Soufre tôt (27 mai) et selon le modèle de Gubler en utilisant en alternance Nova - Soufre - Pristine - MilStop	5	2	2	2	0,7 c	1,4 b	3,6 a
Programme B: Soufre tôt (27 mai) et selon le modèle de Gubler en utilisant en alternance Nova - Soufre - Pristine	2	3	3	0	1,0 bc	1,7 b	4,0 a

* *Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.*

** *Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.*

Tableau 11. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature du fraisier (cv Seascape), Ile d'Orléans, saison 2007

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*					
	30 juillet	9 août	16 août	21 août	29 août	7 sept
CRAAQ: Soufre tôt en saison (31 mai et 14 juin) + Nova et Pristine en alternance du 23 juin au 26 août (3 applications de chaque): <u>Total = 8 traitements</u>	1,9 ab	1,6 a	1,6 a	1,7 a	2,4 a	1,9 a
Quintec du 12 juillet au 26 août: <u>Total = 5 traitements</u>	2,6 a	1,8 a	1,5 a	1,6 ab	1,9 b	1,6 ab
Flint du 12 juillet au 26 août: <u>Total = 5 traitements</u>	1,7 b	1,2 b	1,1 a	1,1 c	1,2 c	1,2 b
Soufre tôt en saison (31 mai) et modèle de Gubler Nova-Soufre-Nova entre 23 juin et 21 juillet puis Quintec/Flint en alternance à partir du 1^{er} août : <u>Total = 8 traitements</u>	2,3 ab	1,5 ab	1,2 a	1,3 bc	1,6 bc	1,6 ab

* *Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.*

** *Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.*

Tableau 12. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature du fraisier (cv Seascape), Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*					
	30 juil	6 août	13 août	19 août	26 août	2 sept
Témoin (aucun traitement)	0,9 a**	0,6 a	2,1 a	1,6 a	1,5 a	0,8 a
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Nova et Pristine en alternance à partir du 20 juin	0,5 ab	0,4 a	1,6 ab	1,4 a	1,1 ab	0,8 a
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Flint et Nova+Switch en alternance à partir du 20 juin	0,3 b	0,3 a	1,2 b	0,9 a	0,9 b	0,5 b
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Actinovate et Nova+Switch en alternance à partir du 20 juin	0,7 ab	0,5 a	2,2 a	1,3 a	0,9 b	0,9 a

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

Tableau 13. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le développement du blanc sur la dernière feuille mature du fraisier (cv Seascape), St-Nicolas, saison 2008

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*					
	30 juil	6 août	13 août	19 août	26 août	2 sept
Témoin (aucun traitement)	0,7 a**	0,4 a	2,4 a	2,6 a	1,5 a	1,7 a
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Nova et Pristine en alternance à partir du 20 juin	0,4 a	0,3 a	2,0 a	1,7 a	1,2 a	1,1 ab
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Flint et Nova+Switch en alternance à partir du 20 juin	0,4 a	0,3 a	2,1 a	1,6 a	1,6 a	0,6 b
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Actinovate et Nova+Switch en alternance à partir du 20 juin	0,7 a	0,4 a	1,8 a	1,9 a	1,7 a	1,0 b

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

Tableau 14. Effet de différentes stratégies d'application de fongicides sur le contrôle du blanc sur les vieilles feuilles dans le fraisier cv Seascape, saison 2008

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*						
	Ile d'Orléans				St-Nicolas		
	13 août	20 août	26 août	3 sept	20 août	28 août	3 sept
Témoin (aucun traitement)	3,3 a**	3,0 a	3,7 a	3,2 a	2,3 a	2,3 a	3,3 a
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Nova et Pristine en alternance à partir du 20 juin	2,2 bc	2,2 ab	2,7 b	2,3 b	1,7 bc	1,7 bc	2,0 b
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Flint et Nova+Switch en alternance à partir du 20 juin	1,7 c	1,3 b	2,0 c	1,3 c	1,0 c	1,2 c	1,2 c
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Actinovate et Nova+Switch en alternance à partir du 20 juin	2,3 ab	3,0 a	2,8 b	2,8 ab	2,0 ab	2,0 ab	2,7 ab

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

2.2.4 Évaluation de fongicides et de bio-fongicides

L'efficacité de fongicides et de bio-fongicides a été évaluée dans des essais conduits avec le cultivar Darselect et suite à la rénovation en 2006 et 2008. Les fongicides ont été appliqués aux deux semaines alors que le soufre (Kumulus) et les bio-fongicides l'ont été à chaque semaine. Les traitements détaillés et les dates d'application des traitements sont décrits dans le rapport d'étape 2006 et à l'annexe B pour la saison 2008. Les doses utilisées sont décrites à l'annexe C.

Les résultats des essais de fongicides sont présentés au tableau 15. Les traitements au soufre (Kumulus) et à tous les fongicides ont réduits significativement l'indice de sévérité du blanc. Par contre, les fongicides les plus efficaces ont été Pristine, Quintec et Flint. Par contre, les résultats indiquent que le Nova est moins efficace pour le contrôle du blanc que les fongicides Pristine, Quintec et Flint. Le Switch recommandé pour le contrôle de la moisissure a aussi une efficacité pour le contrôle du blanc. Cependant, le mélange Nova et Switch n'augmente pas le contrôle du blanc en comparaison au Switch seul. L'application de Pristine et/ou Flint de groupes différents à Topas et/ou Nova lors du premier traitement a amélioré le contrôle du blanc. Le Kumulus appliqué une semaine après l'application du Nova et une semaine avant l'application de Pristine a aussi diminué l'incidence du blanc dans l'essai de la saison 2006.

Les traitements hebdomadaires au MilStop et au Silamol n'ont pas réduit significativement l'incidence du blanc (tableau 16). Sous forte pression du pathogène, l'efficacité des bio-

fongicides Actinovate et Influence est moindre que le soufre (tableau 16). Par contre, ces produits ont une certaine efficacité sur les dernières feuilles matures ainsi que les vieilles feuilles lorsque la pression du blanc est faible (tableaux 17 et 18). Par contre, ces résultats ne permettent pas d'avancer que les traitements avec Actinovate et Influence seraient efficaces pour lutter contre le blanc du fraisier dans des champs commerciaux.

Tableau 15. Efficacité des fongicides pour lutter contre le blanc du fraisier (cv Darselect) suite à la rénovation, Ile d'Orléans

Traitement	Saison 2006			Saison 2008		
	17 août	30 août	13 sept.	26 août	3 sept.	26 sept.
Témoin	2,6 a**	3,2 a	3,3 a	4,3 a	4,5 a	4,3 a
Kumulus	1,9 b	2,4 cd	2,7 b	3,3 b	2,8 c	3,0 cd
Topaz	1,8 b	2,5 bc	2,8 b	2,7 c	3,3 c	3,7 b
Nova	1,9 b	2,7 b	2,8 b	3,3 b	4,0 b	3,7 b
Nova + Switch	-	-	-	3,0 bc	2,8 c	2,8 de
Switch	-	-	-	2,8 c	3,2 c	2,8 de
Pristine	1,8 b	2,1 de	2,4 c	2,2 d	2,5 cd	2,5 ef
Cabrio	-	-	-	3,3 b	3,3 c	3,3 bc
Flint	1,4 c	1,9 e	2,4 c	2,7 c	2,7 cd	2,5 ef
Quintec	-	-	-	2,5 dc	2,3 d	2,2 f
Nova/Pristine	1,6 bc	2,3 cd	2,7 b	-	-	-
Topaz/Pristine	1,2 c	2,1 de	2,8 b	-	-	-
Nova/Flint	1,5 bc	2,1 de	2,8 b	-	-	-
Nova/Kumulus/ Pristine	1,2 c	1,8 e	2,4 c	-	-	-

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

Tableau 16. Efficacité des bio-fongicides pour lutter contre le blanc du fraisier conventionnel (cv Darselect) suite à la rénovation, Ile d'Orléans

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*					
	Saison 2006			Saison 2008		
	17 août	30 août	13 sept.	26 août	3 sept	26 sept
Témoin	2,6 a*	3,2 a	3,3 a	4,3 a	4,5 a	4,3 a
Kumulus	1,9 b	2,4 b	2,7 b	3,3 b	2,8 c	3,0 b
Actinovate	-	-	-	3,8 ab	3,8 b	4,3 a
Influence	-	-	-	3,8 ab	4,0 b	4,0 ab
MilStop	2,4 a	3,1 a	3,2 a	-	-	-
Silamol	2,2 ab	3,0 a	3,2 a	-	-	-

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

Tableau 17. Efficacité des bio-fongicides pour lutter contre le blanc sur la dernière feuille mature du fraisier cv Seascape, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*					
	30 juil	6 août	13 août	19 août	26 août	2 sept
Témoin (aucun traitement)	0,9 a**	0,6 a	2,1 a	1,6 a	1,5 a	0,8 a
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Nova et Pristine en alternance à partir du 20 juin (témoin commercial)	0,5 b	0,4 a	1,6 ab	1,4 a	1,1 ab	0,8 a
Actinovate à partir du stade 2-4 feuilles	0,5 b	0,4 a	2,0 a	1,4 a	1,3 ab	0,8 a
Influence à partir du stade 2-4 feuilles	0,7 ab	0,5 a	2,2 a	1,3 a	0,9 b	0,9 a

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

Tableau 18. Efficacité des bio-fongicides pour lutter contre le blanc sur les vieilles feuilles dans le fraisier cv Seascape, saison 2008

Traitement	Indice de sévérité (0-5)*			
	13 août	20 août	26 août	3 sept.
Témoin (aucun traitement)	3,3 a**	3,0 a	3,7 a	3,2 a
Soufre tôt en saison (4 et 12 juin) + Nova et Pristine en alternance à partir du 20 juin	2,2 b	2,2 a	2,7 b	2,3 b
Actinovate à partir du stade 2-4 feuilles	3,0 a	3,2 a	3,2 ab	3,0 a
Influence à partir du stade 2-4 feuilles	2,3 b	3,0 a	3,7 a	3,0 a

* Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

** Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 5%.

2.2.5 Évaluation de fongicides et du soufre contre le blanc du fraisier cv Darselect après la rénovation – impact sur la culture la saison suivante

Dans les trois essais conduits au cours du projet, l'application de fongicides au cours de l'année d'implantation et/ou après la rénovation de la fraisière a réduit l'infection par le blanc sur les feuilles de fraisier à l'automne. Cependant, aucun effet notable sur le développement du blanc l'année suivante, ni sur le développement de la culture et sur le rendement en fruits du cultivar Darselect.

2.2.6 Conclusions

Les résultats des essais de stratégies de lutte nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

- Pour les trois saisons d'essais, les traitements préventifs pour lutter contre le blanc en début de saison n'ont pas diminué l'incidence de la maladie sur le feuillage pour les deux types de fraisier. Pour la région de Québec, le premier traitement pourrait être retardé au stade fruits verts du fraisier et dans le fraisier à jours neutres au stade 6 à 8 feuilles. Cependant, ces résultats devront être validés à l'échelle commerciale avant leur application.
- Les résultats indiquent que l'efficacité des produits doit être considérée pour le développement de stratégies de lutte pour lutter contre le blanc du fraisier. L'efficacité du soufre, Pristine, Flint et Quintec a d'ailleurs été démontrée dans les essais. Par contre, on observe une baisse d'efficacité du Nova pour lutter contre le blanc dans les champs où les essais ont été conduits.

- L'efficacité des fongicides appliqués aux doses et fréquence recommandées par le fabricant ainsi qu'alterner les groupes de produits ont été démontrés lors des essais.
- Le contrôle du blanc dans le fraisier conventionnel durant l'année de production serait plus important pour une culture conduite sur plastique qu'en rangs nattés. Cependant, ces résultats devront être validés à l'échelle commerciale et pour les autres zones de production.
- Lorsque l'incidence du blanc ne réduit pas le développement de la culture, les traitements pour lutter contre le blanc au cours de l'année d'implantation et/ou après la rénovation de la fraisière n'ont pas d'effets sur le développement de la maladie l'année suivante et sur le rendement en fruits. Toutefois, les traitements réduisent l'infection de la maladie sur les feuilles de fraisier à l'automne.

2.3 Impact

Impact sur le secteur

L'étude de l'épidémiologie du blanc a permis d'affirmer qu'un système prévisionnel n'utilisant que la température comme variable afin de comprendre l'évolution de la maladie n'est pas complet pour le Québec (modèle Gubler-Hoffman). Bien que l'analyse par arbre de classification reste une étude exploratoire, puisqu'elle n'a jamais été utilisée à cette fin, elle pourrait permettre d'améliorer les outils disponibles aux producteurs et aux conseillers pour une bonne gestion du blanc.

Les résultats des essais de stratégies de lutte ont permis d'établir que la première intervention pour lutter contre le blanc pouvait être retardée dans les deux types de fraisier. L'efficacité des fongicides et des bio-fongicides homologués et en voie d'homologation a été établie et permettra un choix plus judicieux des produits. Les travaux ont démontré le besoin de nouveaux fongicides pour lutter contre le blanc et ont permis d'appuyer une demande d'homologation. L'étude a aussi permis d'établir les différences des besoins d'intervenir selon la sensibilité du cultivar au blanc et aussi selon son mode de culture dans le fraisier conventionnel. Enfin, des données sont disponibles pour aider les conseillers et les producteurs à prendre une décision pour intervenir l'année d'implantation et/ou après la rénovation de la fraisière.

Pérennité du projet

Les résultats obtenus pourront servir de base à d'autres études afin d'améliorer ce système prévisionnel en ajoutant plus de variables telles que la vitesse du vent ou la durée et l'intensité de la lumière.

Une meilleure compréhension de l'utilisation de fongicides efficaces dans les stratégies de lutte et aussi la possibilité de retarder la première intervention en début de saison permettra aux

producteurs de diminuer le nombre de traitements par saison. De plus, l'utilisation des résultats pour démontrer le manque de pesticides efficaces et de groupes différents a permis d'appuyer la demande d'homologation du Quintec (groupe différent du Nova, de Pristine et du Flint). Les connaissances acquises sur la non nécessité d'intervenir pour le contrôle du blanc l'année d'implantation et/ou après la rénovation lorsque la croissance de la culture n'est pas affectée aura un impact pour réduire le nombre d'applications et aussi pour diminuer les risques de résistance du pathogène à certains fongicides. Les effets variétaux et de régie (rangs nattés vs paillis de plastique) observés dans le fraisier conventionnel aideront les conseillers et les producteurs à prendre une décision sur la nécessité d'intervenir pour lutter contre le blanc.

2.4 Diffusion des résultats

<i>Activités prévues</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au CDAQ et à AAC</i>
Étude de cas universitaire	Rédaction d'un rapport par Denis Langlois (étudiant ayant travaillé sur le projet)	Essai de différents traitements phytosanitaires contre le blanc du fraisier, dans le cadre du développement d'une stratégie intégrée d'intervention. Université Laval	Octobre 2006		Mention
Étude de cas universitaire	Présentation d'une affiche par Denis Langlois (étudiant ayant travaillé sur le projet)	Affiche présentée à l'Université Laval dans le cadre du stage professionnel en agronomie	Décembre 2006	150 et plus	Mention
Conférences aux professionnels de l'agriculture et aux producteurs	Présentation PowerPoint aux journées horticoles à St-Rémi et aux journées INPACQ à Drummondville	Le blanc du fraisier, on s'en occupe ! St-Rémi	6 décembre 2006 et 7 février 2007	125 et 50 participants	Mention
Conférence au CA de l'APFFQ	Présentation des projets et des résultats 2006 au CA de l'APFFQ	Trois-Rivières	11 décembre 2006	20 participants	Mention
Journée de démonstration	Démonstration des essais sur le blanc lors de la Tournée MAPAQ-Région de la Capitale-Nationale	Ste-Pétronille, Île d'Orléans	6 septembre 2007	30 participants	Mention

<i>Activités prévues</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au CDAQ et à AAC</i>
Journée de démonstration	Démonstration des essais sur le blanc aux représentants de Bayer CropScience lors de la réunion nationale en horticulture	Ste-Pétronille, Île d'Orléans	12 septembre 2007	22 participants	Mention
Conférences aux professionnels de l'agriculture et aux producteurs	Deux présentations PowerPoint aux journées horticoles à St-Rémi (Odile Carisse et Jean Coulombe)	'Le blanc du fraisier sous toutes ses facettes' et 'Stratégies de lutte contre le blanc du fraisier : Bilan de deux saisons de recherche'.	6 décembre 2007	150 participants	Mention
Résumé du rapport progrès	Présentation dans le rapport annuel 2007 et 2008 de l'APFFQ	Développement de stratégies d'intervention contre le blanc du fraisier basés sur l'estimation des risques et de l'efficacité des fongicides	Janvier 2008 et 2009	Membres de l'APFFQ	Mention
Journée de démonstration	Présentation des résultats	Journée champêtre petits fruits - Innovation et technologie au champ, St-Nicolas	17 août 2008	200 participants - Québec - Ontario et Maritimes	Mention
Conférences et discussions avec des professionnels des petits fruits	Deux présentations PowerPoint et table ronde aux journées de formation du RAP (Carl Boivin et Jean Coulombe), Stoneham	Le blanc du fraisier – Résultats de recherche et Stratégies de lutte contre le blanc du fraisier : Bilan de trois saisons de recherche	31 mars 2009	40 participants	Mention
Article de vulgarisation	Article de vulgarisation dans la revue Producteur Plus	Stratégies de lutte contre le blanc du fraisier – en bref, Producteur Plus mai-juin 2009	Mai 2009	Abonnés du Producteur Plus	Mention

<i>Activités prévues</i>	<i>Activités réalisées</i>	<i>Description (thème, titre, endroit, etc.)</i>	<i>Date de réalisation</i>	<i>Nombre de personnes rejointes</i>	<i>Visibilité accordée au CDAQ et à AAC</i>
Article de vulgarisation	Participé à la rédaction d'un bulletin d'information du RAP	Participation à la rédaction du bulletin d'informations – petits fruits No. 07 – Stratégies d'intervention contre le blanc du fraisier	20 mai 2009	Abonnés du RAP – petits fruits	Mention
Dépôt des rapports sur site Internet d'Agri-Réseau dans la section petits fruits	Dépôt des rapports à M. Luc Urbain du MAPAQ pour être déposés sur le site Internet d'Agri-Réseau dans la section petits fruits	Rapport d'étape No. 1 et 2 Rapport final	19 janvier 2010 À venir	Membres de l'APFFQ	Logo et mention
Article de vulgarisation	Présentation dans le rapport annuel 2009 de l'APFFQ	Stratégies de lutte contre le blanc du fraisier – Résumé de trois saisons de recherche	Janvier 2010	Membres de l'APFFQ	Mention

3. HISTOIRE D'UNE RÉUSSITE

Le blanc du fraisier est un problème de plus en plus important au Québec. Cette recrudescence pourrait être due au développement de nouveaux systèmes de production, à l'introduction de cultivars plus sensibles autant dans le fraisier conventionnel que dans la fraise à jours neutres ou à l'apparition de biotypes plus agressifs ou résistants du champignon. L'objectif premier de ce projet est d'apporter aux producteurs de fraises du Québec un ensemble de méthodes de protection fiable et opérationnel dans la lutte contre le blanc du fraisier.

Des essais ont été conduits au cours des saisons 2006 à 2008 pour permettre de développer les connaissances, modèles prévisionnels et stratégies d'intervention pour en arriver à une utilisation rationnelle des produits antiparasitaires disponibles et efficaces, possiblement en combinaison avec d'autres méthodes de lutte.

Les résultats obtenus avec le modèle de Gubler-Hoffman indiquent que ce dernier n'est pas approprié aux conditions du Québec. Il a été déterminé que la présence d'inoculum de blanc du fraisier dans l'air varie en fonction de plusieurs variables météorologiques telles que l'humidité relative moyenne, la température moyenne et les températures maximale et minimale quotidiennes de l'air.

Il a été établi que la première intervention pour lutter contre le blanc pouvait être retardée dans les deux types de fraisier. L'efficacité des fongicides et des bio-fongicides homologués et en voie d'homologation a été établie et permettra un choix plus judicieux des produits. Les travaux ont démontré le besoin de nouveaux fongicides pour lutter contre le blanc et appuyer une demande d'homologation. L'étude a aussi permis d'établir la différence des besoins d'intervenir selon la sensibilité du cultivar au blanc et aussi selon son mode de culture dans le fraisier conventionnel. Enfin, des données sont disponibles pour aider les conseillers et les producteurs à prendre une décision pour intervenir l'année d'implantation et/ou après la rénovation de la fraisière.

Le nombre de participants et les questions lors des journées de démonstration ont permis d'établir que les producteurs utiliseront dans la mesure du possible les résultats de ces essais. Ces résultats ont été largement diffusés au niveau des conseillers et des producteurs agricoles.

Les travaux ont démontré le besoin de nouveaux fongicides pour lutter contre le blanc et ont aussi servi à appuyer une demande d'homologation d'un fongicide homologué aux États-Unis.

Faute de données fiables et de produits homologués, les essais de validation à l'échelle commerciale n'ont pas pu être complétés.

4. REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Madame Hélène Rousseau et Messieurs Luc Urbain, Bruno Gosselin, Patrice Thibault, Denis Langlois, Louis Gosselin, Philippe Vaillancourt, Daniel Pouliot, Mathieu Plante, Vincent M ethot, Claude-Olivier Blais et Denis Giroux pour leur aide précieuse dans la préparation des projets et/ou l'aide sur le terrain. Ils remercient aussi Madame Tanya Tocheva et Messieurs Luc Bourgeois, Jacques Madison, Christian Beaudry et Michel Tremblay pour leur appui dans la finalisation des protocoles de recherche et l'obtention des produits phytosanitaires.

Des remerciements vont aux propriétaires de la Polyculture Plante inc., Ferme Onésime Pouliot, et Ferme MP Vaillancourt de l' le d'Orléans ainsi que la Ferme François et Lise M ethot de St-Nicolas qui ont gracieusement fourni le terrain, les intrants, l'irrigation et leur temps pour la conduite, la récolte et l'évaluation de différents essais sur leur ferme respective. Nos remerciements s'adressent également aux compagnies Bayer CropScience, Dow Agro-Science, Engage Agro et Syngenta qui ont gracieusement fourni les produits phytosanitaires utilis es dans ces essais.

Enfin ces essais n'auraient pu être r ealis es sans le support financier du Conseil pour le développement de l'agriculture au Québec (CDAQ), Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC) et le Ministère de l'Agriculture et des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).



Agriculture and
Agri-Food Canada

Agriculture et
Agroalimentaire Canada



5. RÉFÉRENCES

- Blanco, C., de los Santos, B., Barreau, C., Arroyo, F.T., Porras, M., et Rommero, F. 2004.** Relationship among concentrations of *Sphaerotheca macularis* conidia in the air, environmental conditions, and the incidence of powdery mildew in strawberry. *Plant Dis.* 88 : 878-881.
- Carisse, O. et R. Bacon. 2004.** Le blanc de la vigne. Bulletin d'information No. 10 (7 mai 2004), RAP, MAPAQ. <http://www.agrireseau.qc.ca/Rap/documents/b10pf04.pdf>
Site consulté le 2 septembre 2006.
- CRAAQ, 2007.** Fraisier – Guide de protection 2007. 33 pages
- Gubler, W.D. et col. 1999.** Control of Powdery Mildew Using the UC Davis Powdery Mildew Risk Index. APSnet Feature, January 6-31, 1999.
- Hoffmann, L.E. et col. 2002.** Validation of the UC Davis strawberry powdery mildew risk index. *Phytopathology* 92, No.6 (Supplement) 2002:S36.
- Lacroix, Michel. 2004.** Le blanc du fraisier. Laboratoire de diagnostic en phytoprotection. MAPAQ. <http://www.agrireseau.qc.ca/lab/documents/Blanc%20fraisier%20E.pdf>.
- Meszka, B. et BH Abanowska, 2006.** Effectiveness of Switch 62.5 WG and Signum 33 WG for the control of strawberry grey mould (*Botrytis cinerea* Pers.) and reduction of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) populations. *Bulletin OILB/SROP* 29: 9, 15-20
- Miller, T. C., Gubler, W. D., Geng, S., et Rizzo, D. M. 2003.** Effects of temperature and water vapor pressure on conidial germination and lesion expansion of *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*. *Plant Disease* 87:484-492.
- Peries, O. S. 1962a.** Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca macularis* (Wallr. Ex. Fries) Jaczewski*. I. Biology of the fungus. *Ann. appl. Biology* 50:211-224.

Coordonnées des auteurs

Jean Coulombe, agr., M.Sc., Agronome-Consultant, 1551 chemin Royal, Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans, (Québec) G0A 3Z0, téléphone : (418) 828-2119; télécopieur : (418) 828-0721, courriel : jeancoul@videotron.ca

Carl Boivin, agr., M.Sc., Chercheur, Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA), Complexe scientifique, 2700 Einstein, Sainte-Foy (Québec) G1P 3W8, téléphone : (418) 646-2931; télécopieur : (418) 644-6855, courriel : carl.boivin@irda.qc.ca

Caroline Landry, M.Sc., Professionnelle de recherche, 2679 Boulevard Talbot, Stoneham (Québec) G3C 1J6, téléphone : (418) 907-2164, courriel : landryc@ccapcable.com

ANNEXE A

Rapport final réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, Volet 11 –
Appui à la Stratégie phytosanitaire

**Épidémiologie et validation d'un système prévisionnel des risques de
blanc (*Sphaerotheca macularis*) comme outil essentiel à l'élaboration
de stratégies de lutte raisonnée dans le fraisier à jour neutre et
conventionnel (*Fragaria x Ananassa*)**

NUMÉRO DU PROJET : IRDA-1-SSP-06-035

Réalisé par :
Carl Boivin, agr. M.Sc., IRDA
Julie Bouchard, agr., IRDA
Aline Germain, dta., IRDA

Avec la collaboration de
Jean Coulombe, agr., M.Sc. et Odile Carisse, Ph.D.

25 avril 2008

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 du Québec.

Épidémiologie et validation d'un système prévisionnel des risques de blanc (*Sphaerotheca macularis*) comme outil essentiel à l'élaboration de stratégies de lutte raisonnée dans le fraisier à jour neutre et conventionnel (*Fragaria x Ananassa*)

Par Carl Boivin, Julie Bouchard et Aline Germain

Durée : 04/2006 – 03/2008

FAITS SAILLANTS

Ce projet s'articule autour de l'hypothèse suivante, à savoir que le manque de connaissances sur le blanc du fraisier et l'absence de système prévisionnel indispensable pour mener une lutte raisonnée contre cet agent pathogène, entraînent les producteurs à appliquer un nombre de traitements antifongiques supérieur à ce qui serait nécessaire.

Volet 1 - Stratégies d'intervention basées sur l'estimation des risques et l'efficacité des fongicides.

Aux sites localisés à l'Île d'Orléans, celui avec le cultivar 'Darselect', le traitement où le Flint³ et le Quintec étaient appliqués en alternance, la sévérité du blanc était significativement moins élevée, et ce, pour l'ensemble des échantillonnages. Pour le site implanté avec le cultivar 'Seascape', les résultats sont moins probants que pour celui implanté avec le cultivar 'Darselect'. Toutefois, le traitement T5, où le Flint était utilisé a permis d'observer une sévérité du blanc significativement moins élevée par rapport à d'autres traitements (T1, T2, T3, les 29 août et 7 septembre 2007) et ce, avec un nombre total d'applications inférieur (Tableau A-3).

Au site de St-Charles-de-Bellechasse, le cultivar qui s'est avéré le plus sensible, en ce qui a trait à la sévérité du blanc présent sur les fruits est 'Darselect', suivi de 'Cavendish', de 'Kent' et de 'Jewel'. Aussi, les probabilités d'observer des cléistothèces⁴ (Figures A-6 et A-7 de l'annexe A-7) sur les feuilles de 'Jewel' sont plus élevées comparativement aux autres cultivars, tandis que le cultivar 'Kent' semble le plus tolérant (Tableau A-5).

Volet 2 - Épidémiologie et modélisation

Les résultats obtenus avec le modèle de Gubler-Hoffman (Annexe A-1) indiquent que ce dernier n'est pas approprié aux conditions du Québec. En effet, avec un nombre total d'application de fongicides supérieur ou égal à d'autres traitements, il n'a pas permis d'observer une sévérité du blanc significativement plus faible dans les parcelles où il était utilisé comme critère décisionnel.

En ce qui a trait à l'analyse par arbre de classification, celle-ci permet d'affirmer que la présence d'inoculum de blanc du fraisier dans l'air varie en fonction de plusieurs variables météorologiques telles l'humidité relative moyenne, la température moyenne et la température maximale et minimale quotidienne de l'air (Annexe A-6).

³ Le Flint et le Quintec sont des produits non-homologués pour le blanc du fraisier au Canada

⁴ Structure de survie de l'agent fongique

TABLE DES MATIÈRES

1	MÉTHODOLOGIE ET OBJECTIFS.....	48
1.1	DISPOSITIFS EXPÉRIMENTAUX ET TRAITEMENTS	48
1.2	COLLECTE DES DONNÉES	48
1.3	OBJECTIFS.....	48
2	RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS – SAISON 2007	49
2.1	STRATÉGIES D’INTERVENTION - FRAISIERS CONVENTIONNELS ‘DARSELECT’ (ILE D’ORLÉANS) :.....	49
2.2	STRATÉGIES D’INTERVENTION - FRAISIERS À JOUR NEUTRE ‘SEASCAPE’ (ILE D’ORLÉANS):.....	52
2.3	STRATÉGIES D’INTERVENTION - ÉVALUATION DES CULTIVARS (SAINT-CHARLES-DE-BELLECHASSE) :	53
2.4	ÉPIDÉMIOLOGIE ET MODÉLISATION :	54
2.4.1	Site ‘Darselect’	54
2.4.2	Site ‘Seascape’	54
2.4.3	Site de Deschambault (Résistance ontogénique)	54
3	APPLICATIONS POSSIBLES POUR L’INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER	55
4	POINT DE CONTACT POUR INFORMATION.....	55
5	AUTRES TRAVAUX / RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET	55
6	REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS.....	55
7	RÉFÉRENCES.....	56

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A-1	57
ANNEXE A-2	58
ANNEXE A-3	59
ANNEXE A-4	60
ANNEXE A-5	61
ANNEXE A-6	62
ANNEXE A-7	63

LISTE DES FIGURES

Figure A-1. A, Température moyenne entre 6h et 20h; B, humidité relative de l'air au niveau du couvert végétal; et C, précipitations au site 'Seascape' à l'île d'Orléans; D, concentration en conidie dans l'air au site du cultivar 'Darselect' (I.O.); et E, au site 'Seascape' (I.O.) en 2007.	51
Figure A-2. Capteur de spore.	63
Figure A-3. Spores de blanc, tels que vue au microscope.....	63
Figure A-4. Symptôme du blanc du fraisier – Enroulement des feuilles.	64
Figure A-5. Symptôme du blanc du fraisier – Tâches pourpres sur le feuillage.	64
Figure A-6. Cléistothèces à la face inférieure d'une feuille de fraisier.....	65
Figure A-7. Grossissement de la zone encadrée en rouge à la figure A-6.	65

LISTE DES TABLEAUX

Tableau A-1. Description des traitements et nombre d'application pour le site 'Darselect'	49
Tableau A-2. Fréquences observées selon la cote de sévérité par traitement pour le site 'Darselect'.	49
Tableau A-3. Description des traitements et nombre d'application pour le site 'Seascape'.....	52
Tableau A-4. Fréquences observées par traitement selon la cote de sévérité pour le site 'Seascape'	52
Tableau A-5. Somme des fréquences observées de cléistothèces en 2006 et pourcentage moyen des fruits avec présence de blanc en 2007 pour 4 cultivars.....	53

1 MÉTHODOLOGIE ET OBJECTIFS

1.1 Dispositifs expérimentaux et traitements

Deux sites étaient localisés à l’Ile d’Orléans, soit un premier implanté avec un cultivar de fraisier conventionnel (‘Darselect’) et un second à jour neutre (‘Seascape’). Les six traitements à l’étude étaient disposés en blocs complets aléatoires et sont détaillés à l’annexe A-2.

En ce qui a trait au site de Saint-Charles-de-Bellechasse, les deux traitements phytosanitaires et les quatre cultivars étaient disposés dans un plan en tiroir répété quatre fois. Les traitements phytosanitaires, soit T1 (aucun traitement) et T2 (avec traitement) étaient en parcelles principales et les cultivars ‘Jewel’, ‘Cavendish’, ‘Kent’ et ‘Darselect’ étaient disposés en sous parcelles.

Enfin, le site implanté à Deschambault était composé des cultivars ‘Seascape’ et ‘Jewel’. Ce site a été utilisé pour vérifier la résistance ontogénique de ces deux cultivars (Annexe A-3).

1.2 Collecte des données

Pour les sites localisés à l’Ile d’Orléans, la T°, l’HR de l’air au niveau du couvert végétal et la pluviométrie étaient mesurées en continu de mai à septembre. Aussi, le nombre de conidies⁵ par mètre cube d’air était mesuré trois fois par semaine avec un capteur de spores (Figure A-2 de l’annexe A-7). De plus, la sévérité de la maladie a été observée sur les feuilles dès l’apparition des symptômes et des signes, et ce, à quatre reprises pour le site ‘Darselect’ (3, 10, 17 et 24 juillet 2007) et à sept reprises pour le site ‘Seascape’ (30 juillet, 9, 16, 21 et 29 août, 7 et 12 septembre 2007). Enfin la sévérité de la maladie sur les feuilles était quantifiée avec des cotes⁶ (0 à 5) correspondant à un pourcentage de recouvrement par le blanc de la face inférieure des jeunes feuilles nouvellement matures.

En ce qui a trait au site de St-Charles-de-Bellechasse, l’incidence des cléistothèces (présence ou absence) sur la surface inférieure et supérieure des feuilles a été notée le 21 septembre 2006 et l’incidence du blanc (présence ou absence) sur les fruits des quatre cultivars, les 11 et 16 juillet 2007. Ces observations ont été faites visuellement.

Les données recueillies ont été analysées statistiquement avec la procédure GLIMMIX de SAS et à l’aide du logiciel DTREG (Version 6.0).

1.3 Objectifs

- 1) Validation et raffinement d’un système prévisionnel des risques d’épidémie du blanc dans la fraise par l’application de stratégies d’intervention appropriées, basées sur des indices de risque (présence de spores dans l’air et données météorologiques).
- 2) L’évaluation du niveau de sensibilité au blanc de différents cultivars de fraisiers conventionnels.
- 3) Détermination de la sensibilité des feuilles et des fraises au blanc selon leur âge (résistance ontogénique).

⁵ Spores assurant la reproduction du champignon

⁶ Pourcentages associés aux cotes de sévérité : **0** : <0% **1** :]0-10%] **2** :]10-25%] **3** :]25-50%] **4** :]50-75%] **5** : > 75%

2 RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS – SAISON 2007

2.1 Stratégies d'intervention - Fraisiers conventionnels 'Darselect' (Ile d'Orléans) :

Le nombre d'application de fongicides a varié de quatre à sept (Tableau A-1) (voir aussi Annexe A-4). Le T1 et le T2 consistaient en une alternance de Nova⁷ et de Pristine⁸, avec une application de Kumulus⁹ en début de saison décalée dans le temps et le T3 était représentatif d'un programme utilisé par le producteur. Hormis avec le T5, aucune différence significative n'a été observée pour la sévérité du blanc entre les traitements. En effet, le T5 (Flint¹⁰ et Quintec¹¹ en alternance) a permis d'observer une sévérité du blanc significativement moins élevée pour les quatre dates d'échantillonnage. Cela signifie que la sévérité de la maladie observée sur les feuilles du T5 correspondait davantage aux cotes 0, 1 et 2, soit inférieure à 25% de recouvrement de la feuille par le blanc, tandis que les cotes 3, 4 et 5 (>25%) ont été observées plus fréquemment avec les autres traitements (Tableau A-2). **Par ailleurs, le Quintec et le Flint ne sont pas homologués au Canada.** Le T6 était basé sur le modèle de Gubler-Hoffman (Annexe A-1), qui tient compte de la température de l'air (indicateur de risque) comme critère décisionnel pour effectuer une application de fongicides.

Tableau A-1. Description des traitements et nombre d'application pour le site 'Darselect'.

Description des traitements	Application (nb)
T1 Soufre au stade 2 feuilles déployées (26 mai) et programme du T3	5
T2 Soufre le 7 juin et programme du T3	7
T3 Nova et Pristine en alternance à partir du 18 juin	4
T4 Pristine le 7 juin suivi de Nova, Pristine, Quintec et Flint	5
T5 Flint et Quintec en alternance à partir du 7 juin	5
T6 Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et modèle de Gubler-Hoffman	6

Tableau A-2. Fréquences observées selon la cote de sévérité par traitement pour le site 'Darselect'.

Dates	Trait.	Cotes						Cotes						
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	
		< 25%			> 25%			< 25%			> 25%			
3 juillet	T1	0	1	3	15	16	5	17 juillet	0	0	9	17	13	1
	T2	0	5	10	11	6	8		0	4	9	14	12	1
	T3	0	2	4	7	11	16		0	0	10	14	11	5
	T4	0	1	1	10	12	16		0	1	16	15	6	2
	T5	1	24	12	3	0	0		0	27	13	0	0	0
	T6	0	1	2	8	12	17		0	0	11	13	15	1
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	
10 juillet	T1	0	0	16	16	7	1	24 juillet	0	2	11	18	7	2
	T2	0	6	16	12	5	1		0	4	9	16	8	3
	T3	0	4	12	8	13	3		0	5	10	14	11	0
	T4	0	2	10	14	8	6		0	5	22	10	3	0
	T5	0	25	13	1	1	0		0	22	16	2	0	0
	T6	0	0	3	10	17	10		0	3	12	17	8	0

⁷ Nova 40W™ (Myclobutanol)

⁸ Pristine WG™ (Boscalide, Pyraclostrobine)

⁹ Kumulus DF™ (Soufre)

¹⁰ Flint 50WG™ (Trifloxystrobine) – **Produit non homologué au Canada (prévu pour automne 2008)**

¹¹ Quintec (Quinoxifen) - **Produit homologué contre le blanc du fraisier aux États-Unis**

En 2006, même s'il y avait absence de résultats significativement différents entre les traitements, ces derniers ont permis de contrôler le blanc à un niveau acceptable. Cette absence de différence soulève un questionnement à propos de la pertinence de traiter tôt en saison. En effet, les traitements effectués tôt en saison n'ont pas permis d'obtenir un meilleur contrôle, fait également observé en 2007. Toutefois, la sévérité du blanc a été plus élevée que la saison précédente, mais probablement conséquent au changement de cultivar. En effet, en 2006 les essais portaient sur le cultivar 'Jewel', tandis qu'en 2007, ils portaient sur le cultivar 'Darselect'. Ce changement de cultivar était motivé par le fait que ce dernier est réputé être plus sensible au blanc, donc plus utile pour les essais. En ce qui a trait à l'efficacité du T5, il est probablement attribuable à l'efficacité des produits utilisés (Quintec et Flint). **Ces produits n'étant pas homologués au Canada**, le risque d'observer de la résistance est moindre.

À titre informatif, la littérature indique que le développement du blanc est lié à la sensibilité du cultivar et aux conditions climatiques. Selon Maas, 1992, un temps sec et des températures entre 15 et 25 °C sont favorables à la formation de conidies. Alors que la température et l'humidité relative de l'air optimale pour la germination de ces conidies varient un peu selon la source. En effet, entre 18 et 22,5 °C avec une humidité relative de près de 100% (Peries 1962), entre 22 et 27 °C (Miller et coll. 2003) et entre 15 et 25 °C avec une humidité relative entre 75 à 97 %, selon Amsalem et coll. 2006. La température et l'humidité relative de l'air mesurées au niveau du couvert végétal au site 'Seascape' (I.O.), sont présentées aux figures A-1A et A-1B. De plus, l'eau libre sur la feuille inhiberait la croissance et la germination des conidies (Jhooty et McKeen 1965). En ce sens, la pluviométrie mesurée au site 'Seascape' (I.O.) est présentée à la figure A-1C. Ces données ont été analysées selon une approche par arbre de classification (voir 2.4.2).

La quantité de conidies présentes dans l'air au site 'Darselect' (I.O.) a été mesurée et est présentée à la figure A-1D. Trois niveaux sont utilisés pour quantifier la présence d'inoculum dans l'air, soit « bas » lorsqu'inférieur à 200, « moyen » entre 200 et 600 et « élevé » lorsque supérieur à 600. Le niveau d'inoculum est généralement élevé de la mi-juin à la mi-juillet. Selon Vukovits 1980, citée dans Viret, Ancay et Terrettaz 1998, la source d'infestation primaire pourrait être attribuable aux ascospores libérés par les cléistothèces. Ce qui pourrait expliquer les hauts niveaux d'infestation mesurés dans ce cultivar de type conventionnel versus celui à jour neutre 'Seascape' (Figure A-1E). Toutefois, cet auteur semble être le seul à mentionner cette source d'inoculum. En effet, selon Viret, Ancay et Terrettaz 1998, la démonstration du rôle des cléistothèces comme source d'infection primaire n'a jamais été prouvée. Aussi, selon Duhart et coll. 1999 cité dans Blanco et coll. 2004, 22 % des plants provenant de pépinière étaient infestés et représentaient alors une source d'infestation primaire.

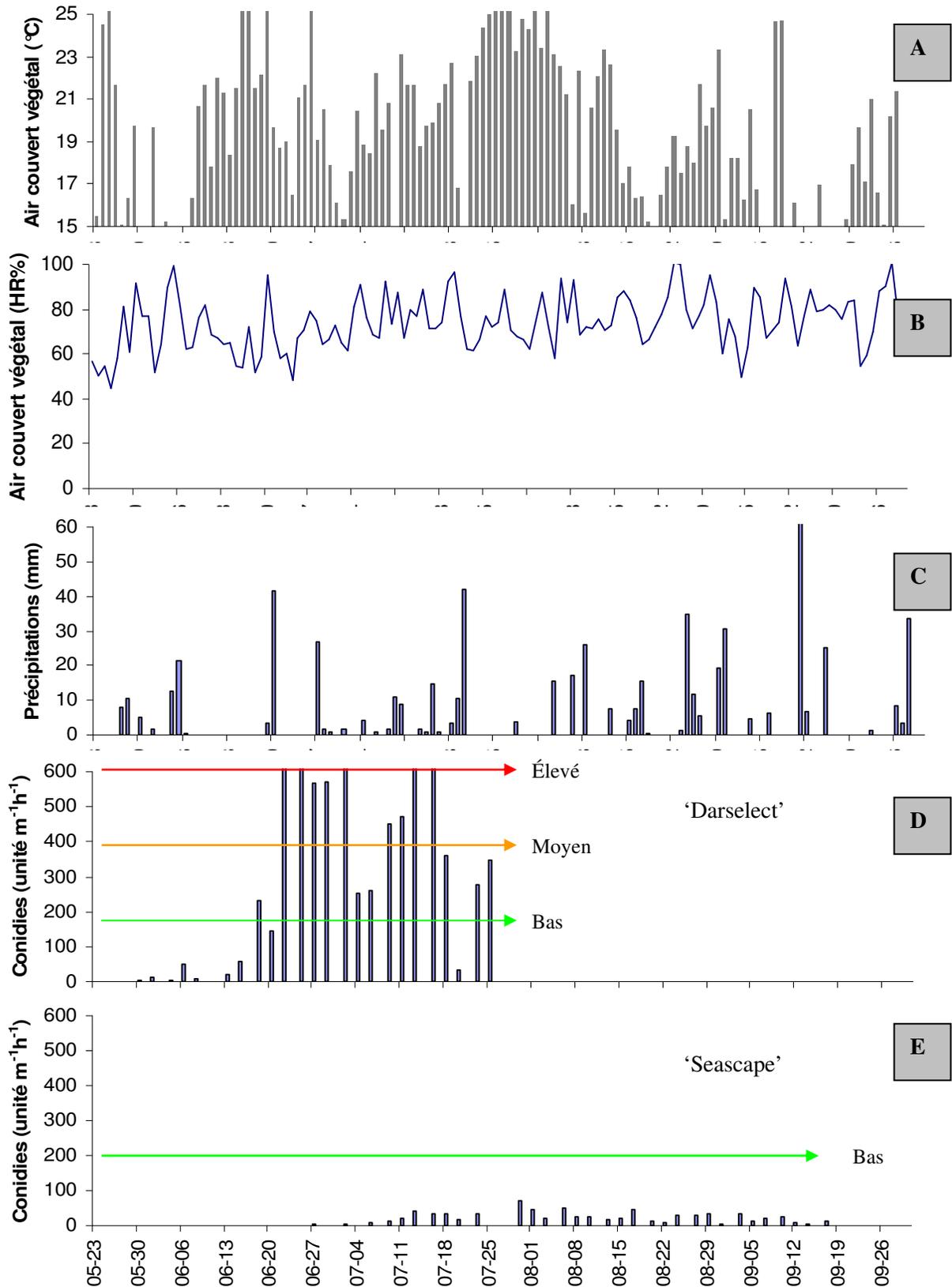


Figure A-1. A, Température moyenne entre 6h et 20h; B, humidité relative de l’air au niveau du couvert végétal; et C, précipitations au site ‘Seascape’ à l’Ile d’Orléans; D, concentration en conidie dans l’air au site du cultivar ‘Darselect’ (I.O.); et E, au site ‘Seascape’(I.O.) en 2007.

2.2 Stratégies d'intervention - Fraisiers à jour neutre 'Seascape' (Ile d'Orléans):

Les fraisiers à jour neutre ont reçu de cinq à huit applications de fongicides durant la saison 2007 (Tableau A-3). Les premières différences significatives, observées sur les plants, entre les différentes stratégies d'intervention utilisées, ont été observées le 9 août. Toutefois, pour l'ensemble des dates d'observation, la sévérité du blanc observé entre les trois premiers traitements était semblable, et ce, même si le T3 a reçu deux applications de moins que le T1 et T2. Globalement, la sévérité du blanc était plus basse avec les T4, T5 et T6 comparativement aux T1, T2 et T3. Toutefois, c'est avec le T5 que la sévérité du blanc était généralement la plus basse. En effet, à partir du 9 août la sévérité du blanc observé avec le T5 était moins élevée que pour T1, T2 et T3 ($p < 0,05$). Dans le même sens, le T5 était meilleur que le T4 du 9 août au 29 août ($p < 0,05$) et que le T6 le 16 et 21 août ($p < 0,05$). Voir aussi la section 2.4.2 qui porte sur l'épidémiologie et la modélisation.

Par ailleurs, en 2006 aucun des traitements n'avait permis de contrôler efficacement le blanc à partir du 24 août où la sévérité observée était élevée dans chacun des traitements. Toutefois, le Flint et le Quintec n'étaient pas utilisés la saison dernière.

Tableau A-3. Description des traitements et nombre d'application pour le site 'Seascape'.

Description des traitements	Application (nb)
T1 Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et programme du T3	8
T2 Soufre le 14 juin et programme du T3	8
T3 Nova et Pristine en alternance à partir du 23 juin	6
T4 Quintec à partir du 12 juillet	5
T5 Flint à partir du 12 juillet	5
T6 Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et modèle de Gubler avec Quintec/Flint à partir du 1 ^{er} août	8

Tableau A-4. Fréquences observées par traitement selon la cote de sévérité pour le site 'Seascape'.

Dates	Trait	Cotes					Cotes					Cotes									
		0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5	0	1	2	3	4	5		
		< 25%		> 25%			< 25%		> 25%			< 25%		> 25%							
30 juillet	T1	0	14	16	10	0	0	16 août	0	22	12	6	0	0	29 août	0	8	14	12	5	1
	T2	0	7	15	12	5	1		0	19	14	6	1	0		0	3	15	16	5	1
	T3	0	5	12	19	4	0		0	11	15	10	4	0		0	6	15	12	7	0
	T4	0	9	11	11	7	2		0	26	10	3	1	0		0	16	14	10	0	0
	T5	0	20	14	6	0	0		1	35	4	0	0	0		0	33	6	1	0	0
	T6	0	10	13	13	4	0		1	32	7	0	0	0		0	25	11	1	3	0
9 août	T1	0	20	16	4	0	0	21 août	0	20	14	6	0	0	7 septembre	0	17	13	9	1	0
	T2	0	18	14	7	1	0		0	19	15	5	1	0		0	14	16	7	3	0
	T3	0	25	13	2	0	0		0	16	18	6	0	0		0	15	14	7	4	0
	T4	0	19	14	5	2	0		1	21	13	5	0	0		0	24	11	4	1	0
	T5	0	32	8	0	0	0		0	38	2	0	0	0		0	32	7	1	0	0
	T6	0	25	11	4	0	0		0	29	11	0	0	0		1	23	11	2	2	1

2.3 Stratégies d'intervention - Évaluation des cultivars (Saint-Charles-de-Bellechasse) :

Lorsque comparées entre elles, les parcelles traitées (T2) et celles témoins (T1), la somme des fréquences observées de cléistothèces à l'automne 2006 n'est pas significativement différente, tout cultivar confondu (Tableau A-5). Toutefois, il y a une différence entre certains cultivars ($p=0,0003$). En effet, l'incidence la moins élevée a été observée avec 'Kent' et 'Darselect'.

Tableau A-5. Somme des fréquences observées de cléistothèces en 2006 et pourcentage moyen des fruits avec présence de blanc en 2007 pour 4 cultivars

Traitements	Cultivars	Cléistothèces 2006 (fréquence observée)	Fruits avec blanc 2007 (% moyen)
T1 (aucun traitement)	Jewel	21	5,5
	Darselect	10	22,7
	Cavendish	13	21,0
	Kent	8	20,3
T2 (protection complète contre le blanc)	Jewel	10	11,0
	Darselect	3	41,5
	Cavendish	6	24,0
	Kent	3	22,3

La probabilité d'observer du blanc à l'été 2007 sur les fruits du cultivar 'Jewel' est très faible par rapport aux autres cultivars pour le T1 (Tableau A-5). De plus, le risque d'observer du blanc sur les fruits de 'Jewel' est environ deux fois moins élevé que pour 'Cavendish' et 'Kent' et quatre fois moins élevé que 'Darselect' pour le T2 (Tableau A-5). À partir des résultats obtenus, il est difficile de déterminer l'impact de l'incidence des cléistothèces observés à l'automne 2006 sur le développement du blanc sur les fruits en 2007. En effet, il pourrait exister une différence de sensibilité au blanc entre les différentes parties du plant. Ainsi, une fraise mûre pourrait être beaucoup moins sensible qu'une jeune feuille. Toutefois, cette explication demeure une hypothèse. Enfin, tel que rapporté par Viret, Ancay et Terrettaz 1998, le rôle des cléistothèces comme source d'infection n'a jamais été démontré.

2.4 Épidémiologie et modélisation :

2.4.1 Site 'Darselect'

Maintenant, à savoir si le système prévisionnel du blanc du fraisier de Gubler-Hoffman (Annexe A-1) est efficace sous les conditions où il a été testé, les résultats observés pour le T6 du site 'Darselect' (Tableaux A-1 et A-2) indiquent que non. Dans les parcelles où il était utilisé comme critère décisionnel, la sévérité du blanc n'a pas diminué de façon significative en plus d'avoir généré un nombre d'application de fongicides supérieur ou égale à d'autres traitements (Tableau A-3). La fréquence des cotes d'intensité 3, 4 et 5 étant plus élevée pour les autres traitements que pour le traitement T5 (Tableau A-2).

2.4.2 Site 'Seascape'

Les fongicides utilisés pour les traitements T1 à T3 étaient le Kumulus, le Nova et le Pristine. Comparée aux T2 et T3, l'intensité du blanc observée les 16 et 21 août dans le T6 était plus faible ($p=0,0237$ et $0,0011$) ainsi que pour le 29 août, comparativement aux T1 à T3 ($p=0,0027$, $0,0005$ et $0,0013$). Aussi, la fréquence des cotes d'intensité élevée (3 à 5) du T6 était nulle ou très faible pour les 6 dates d'échantillonnages (Tableau A-4). Cependant, les fongicides utilisés étaient différents de ceux du T6 pour le site 'Darselect' (Flint et Quintec). Conséquemment, il est probable que la différence observée soit attribuable à l'efficacité des fongicides utilisés, voir même à la sensibilité différente des cultivars.

Il est possible que le modèle de Gubler-Hoffman, basé uniquement sur la température de l'air, ne permette pas de prédire correctement la présence des spores du blanc dans l'air. L'analyse par arbre de classification a permis d'établir la base d'un système prévisionnel pour l'inoculum du blanc du fraisier dans la région de Québec à partir d'un ensemble de données météo (température, humidité relative (HR), précipitations). Une variable cible (la concentration de spores dans l'air) peut être prédite en utilisant des variables de prédiction (météorologiques). L'arbre de classification est construit sur une base binaire, c'est-à-dire qu'un embranchement mère est divisé en deux groupes (embranchements filles), et ainsi de suite pour chacun des embranchements filles. Ainsi, les variables météo ayant un fort impact sur la concentration des spores de blanc sont l'humidité relative moyenne, la température moyenne et les températures maximale et minimale quotidiennes. L'annexe A-6 présente l'arbre de classification complet. Par exemple, pour une journée donnée si, l'HR moyenne était $> 70\%$, que la température maximale était $> 19^{\circ}\text{C}$ et que la température minimale était $\leq 12^{\circ}\text{C}$, les risques d'avoir une grande concentration de spores dans l'air (CAT 3) étaient élevés.

2.4.3 Site de Deschambault (Résistance ontogénique)

L'objectif poursuivi pour ce site était de déterminer la sensibilité des feuilles de fraisiers conventionnels et à jour neutre en fonction de leur âge. L'information acquise sur la résistance ontogénique des fraisiers aurait été utilisée afin de définir des fenêtres d'intervention contre le blanc. L'inoculation artificielle en champ (Annexe A-3) s'est avérée plus difficile que prévu. Aussi, en plus des inoculations qui n'ont pas permis d'obtenir des résultats satisfaisants, plusieurs fraisiers ont été infectés par la verticilliose (*Verticillium* spp.).

3 APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE ET/OU SUIVI À DONNER

L'étude de l'épidémiologie du blanc permet d'affirmer qu'un système prévisionnel n'utilisant que la température comme variable afin de comprendre l'évolution de la maladie n'est pas complet (modèle Gubler-Hoffman). En effet, l'indice de risque maximal (100) a été atteint dès le début juin, la température ne peut être la seule variable discriminante par rapport à la quantité de spores de blanc dans l'air. Ainsi, le modèle de Gubler-Hoffman n'est pas applicable comme tel dans les conditions de la région de Québec. Dans chacun des systèmes prévisionnels existants, quelques-unes des constantes observées afin de prédire l'évolution d'une maladie par le développement de son pathogène sont: l'utilisation de plusieurs variables météorologiques, la sensibilité des cultivars de la plante hôte et le stade phénologique de celle-ci. Bien que le blanc peut être contrôlé par des fongicides appliqués de façon régulière, ils ne sont pas nécessaires si les conditions environnementales ne sont pas favorables au développement de la maladie et si la quantité de spores dans l'air (inoculum) est absente ou est présente en faible quantité. Bien que l'analyse par arbre de classification reste une étude exploratoire puisqu'elle n'a jamais été utilisée à cette fin, elle pourrait permettre d'améliorer les outils disponibles aux producteurs et aux conseillers pour une bonne gestion du blanc. D'autres études seront nécessaires afin d'améliorer ce système prévisionnel en ajoutant plus de variables telles que la vitesse du vent ou la durée et l'intensité de la lumière.

Pour ce qui est des stratégies d'intervention, les résultats démontrent une bonne efficacité de nouveaux produits tels que le Flint et le Quintec. Par contre, ces produits ne sont pas encore disponibles aux producteurs puisqu'ils sont en voie d'homologation au Canada. Les résultats concernant le développement du blanc suite à des applications de Soufre, de Nova et de Pristine démontrent une baisse probable d'efficacité, du moins dans la région de Québec.

4 POINT DE CONTACT POUR INFORMATION

Nom du responsable du projet : Carl Boivin
Téléphone : 418 646-2931
Télécopieur : 418 644 6855
Courriel : carl.boivin@irda.qc.ca

5 AUTRES TRAVAUX / RÉFÉRENCES SUR LE MÊME SUJET

- Coulombe, J. 2008. Développement de stratégies d'intervention contre le blanc du fraisier, basées sur l'estimation des risques et l'efficacité des fongicides. Rapport d'étape DS6078.
- Carisse, O. 2008. Évaluation de systèmes prévisionnels comme outils de gestion des fongicides dans la lutte contre le blanc du fraisier. Rapport annuel PRR06-080, AAC.

6 REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du programme Prime-Vert, volet 11 - Appui à la Stratégie phytosanitaire avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation. Les auteurs tiennent à remercier les propriétaires de la Polyculture Plante inc., de la Ferme Onésime Pouliot inc. et de la Ferme Harold Beaupré. Nos remerciements s'adressent également aux compagnies Bayer CropScience, Dow AgroSciences, EngageAgro et Syngenta qui ont fourni les produits phytosanitaires utilisés dans ces essais. Des remerciements vont également à Madame Stéphanie Tellier du MAPAQ, Messieurs Patrice Thibault du RLIO, Denis Giroux du RLIB et Luc Urbain du MAPAQ pour leur aide dans la préparation des projets et/ou l'aide sur le terrain.

7 RÉFÉRENCES

- Amsalem, L., Freeman, S., Rav-David, D., Nitzani, Y., Szejnberg, A., Pertot, I., et Elad, Y. 2006. Effect of climatic factors on powdery mildew caused by *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae* on strawberry. *European Journal of Plant Pathology* 114: 283-292.
- Blanco, C., de los Santos, B., Barrau, C., Arroyo, F. T., Porras, M., et Romero, F. 2004. Relationship among concentrations of *Sphaerotheca macularis* conidia in the air, environmental conditions, and the incidence of powdery mildew in strawberry. *Plant Disease* 88: 878-881.
- Duhart, M.E., Montes, F., Paez, J.I., et Vega, J.M. 1999. El Oidio de la fresa en Huelva, *Phytoma Espana* 109 :28-38.
- Jhooty, J. S., et McKeen, W. E. 1965. Studies on powdery mildew of strawberry caused by *Sphaerotheca macularis*. *Phytopathology* 55: 281-285.
- Maas, J. L. 1998. Compendium of strawberry diseases. The American Phytopathological Society. St Paul, MN. 138 p.
- Miller, T. C., Gubler, W. D., Geng, S., et Rizzo, D. M. 2003. Effects of temperature and water vapor pressure on conidial germination and lesion expansion of *Sphaerotheca macularis* f. sp. *fragariae*. *Plant Disease* 87: 484-492.
- Peries, O. S. 1962a. Studies on strawberry mildew, caused by *Sphaerotheca macularis* (Wallr. ex. Fries) Jaczewski. I. Biology of the fungus. *Annals of Applied Biology* 50: 211-224.
- Viret, O., Ancay, A., et Terrettaz, C. 1998. Oïdium du fraisier [*Sphaerotheca aphanis* (Wallr.) U.Braun]: incidence des traitements d'automne sur la production et la qualité sanitaire des fruits. *Revue suisse de viticulture, arboriculture et horticulture* 30: 265-269.
- Vukovits, G. *Obstkrankheiten, Erkennung, Ursachen und Bekämpfung, Teil IV, Beerenobst*, Leopold Stocker Verlag, Graz und Stuttgart, 127 p.

ANNEXE A-1

Fonctionnement du modèle de Gubler-Hoffman :

Selon le modèle de Gubler, une épidémie de blanc peut commencer s'il y a 3 jours consécutifs où l'on enregistre 4 heures consécutives ou plus de températures entre 18 et 27 °C dans le couvert végétal. Pour recommander le moment des applications et les produits phytosanitaires appropriés, l'indice de risque est estimé de la façon suivante :

Démarrage de l'indice.

1. En commençant avec l'indice 0 pour la première journée où on enregistre 4 heures ou plus d'affilée de températures entre 18 et 27 °C, ajouter 20 points pour chaque journée supplémentaire avec 4 heures ou plus d'affilée de températures entre 18 et 27°C.
2. Dans le cas où, avant d'atteindre l'indice 60, on enregistre une journée où les températures situées entre 18 et 27 °C durent moins de 4 heures, il faut remettre l'indice à 0 et recommencer.
3. Si l'indice atteint 60, l'épidémie est démarrée. Il faut commencer le programme de traitements en fonction de l'indice.

Programme de traitements.

Dès le lendemain du jour où l'on a atteint 60 points, il faut évaluer les températures sur une base quotidienne durant toute la saison et ajuster l'indice en fonction des règles suivantes :

- Si l'indice est déjà à 100, on ne peut ajouter de points.
 - Si l'indice est déjà à 0, on ne peut soustraire de points.
 - Vous ne pouvez pas ajouter plus de 20 points par jour.
 - Vous ne pouvez pas soustraire plus de 10 points par jour.
1. S'il survient une journée où l'on enregistre moins de 4 heures d'affilée à des températures entre 18 et 27 °C, soustraire 10 points.
 2. S'il survient une journée où l'on enregistre 4 heures d'affilée ou plus à des températures entre 18 et 27 °C, ajouter 20 points.
 3. Si les températures atteignent 34,9 °C durant plus de 15 minutes, soustraire 10 points.
 4. S'il y a 4 heures d'affilée ou plus de températures situées entre 18 et 27 °C et que les températures atteignent 34,9 °C durant plus de 15 minutes, ajouter 10 points.

Les recommandations pour la programmation des applications se feront sur la base de la pression de la maladie (indice de risques) tel que présenté au tableau ci-après et sur la présence de symptômes ou d'infections latentes.

Indice	Pression de la maladie	Statut du pathogène	Kumulus	Nova	Pristine, Flint
0 – 30	Faible	Présent	Intervalle de 14 à 21 jours	Intervalle de 21 jours ou tel que mentionné sur l'étiquette	Intervalle de 21 jours ou tel que mentionné sur l'étiquette
30 – 50	Intermédiaire	Se reproduit tous les 15 jours	Intervalle de 10 à 17 jours	Intervalle de 21 jours	Intervalle de 21 jours
60 et plus	Élevé	Se reproduit tous les 5 jours	Intervalle de 7 jours	Intervalle de 10 – 14 jours	Intervalle de 14 jours

ANNEXE A-2

Description des traitements dans le fraisier conventionnel 'Jewel' et à jour neutre 'Seascape', à l'Île d'Orléans en 2006 :

- T1 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (27-28 mai) et modèle de Gubler-Hoffman avec produits différents du T5.
- T2 : Programme du producteur.
- T3 : 1^{er} traitement selon le modèle Carisse ou Gubler + Roto et programme du producteur.
- T4 : Silamol à partir du stade bouton (27-28 mai) et programme du producteur moins le soufre en début de saison.
- T5 : Soufre au stade bouton (27-28 mai) et modèle de Gubler-Hoffman avec produits différents du T1.
- T6 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (27 mai) et programme du producteur ('Seascape' seulement).

Description des traitements dans le fraisier conventionnel 'Darselect', à l'Île d'Orléans en 2007 :

- T1 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (26 mai) et programme du T3.
- T2 : Soufre le 7 juin et programme du T3.
- T3 : Nova et Pristine en alternance à partir du 18 juin (Programme du producteur).
- T4 : Pristine le 7 juin suivi de Nova, Pristine, Quintec et Flint.
- T5 : Flint et Quintec en alternance à partir du 7 juin.
- T6 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et modèle de Gubler-Hoffman.

Description des traitements dans le fraisier à jour neutre 'Seascape', à l'Île d'Orléans en 2007 :

- T1 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et programme du T3.
- T2 : Soufre le 14 juin et programme du T3.
- T3 : Nova et Pristine en alternance à partir du 23 juin (Programme du producteur).
- T4 : Quintec à partir du 12 juillet.
- T5 : Flint à partir du 12 juillet.
- T6 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et modèle de Gubler-Hoffman avec Quintec/Flint à partir du 1^{er} août.



ANNEXE A-3

Description des parcelles et du protocole utilisé pour les inoculations en champs à la Station de recherche de l'IRDA à Deschambault, en 2007

1. Variétés : conventionnelle et à jour neutre ('Jewel' et 'Seascape').
2. Taille des parcelles : 5 buttes (fraisiers à jour neutre) de 15 m de long, 0,68 m de large et 5 rangs (fraisiers conventionnels) sur 12 m de long.
3. En début de saison, 50 plants pour le fraisier à jour neutre et 25 plants pour la conventionnelle ont été sélectionnés. L'âge des feuilles (date d'apparition) et le stade des fruits (fruits blancs, verts, etc.) ont été identifiés régulièrement.
4. Les parcelles ont été traitées une fois par semaine avec une alternance de Nova (myclobutanil) et de Kumulus (soufre) de façon à contrôler le blanc.
5. Une semaine avant une inoculation, 5 plants par variété ont été sélectionnés et ont été protégés du fongicide par un sac de plastique. Le sac de plastique a été retiré 1 heure après le traitement fongicide.
6. Pour la conventionnelle, 5 inoculations ont été faites au moment représentatif des périodes de développement du fraisier, pour la jour neutre, 7 inoculations ont été faites. L'objectif était d'inoculer des feuilles et des fruits de différents âges (stades).
7. L'inoculation se faisait en récoltant des feuilles infectées présentant des colonies sporulantes (blanche) d'un plant gardé en serre.

Procédure d'inoculation :

- Les feuilles étaient maintenues retournées (face inférieure vers le haut) à l'aide de fils de fer souples piqués dans le sol et placés près des feuilles.
- Une tour à inoculation (cylindre de plastique d'environ 1 m de haut ouvert aux deux extrémités) était installée autour des plants.
- Les spores étaient dispersées par frottement d'une feuille sporulante sur des feuilles saines.
- Les fils de fer étaient enlevés pour que les feuilles reprennent leur positionnement naturel.
- Pour l'incubation, les plants étaient maintenus sous une mini-serre afin de conserver une humidité relative élevée.
- Les feuilles et fruits infectés étaient immédiatement arrachés après la collecte des données pour éviter de contaminer les autres plants.

ANNEXE A-4

Description des traitements dans le fraisier conventionnel 'Darselect', à l'Île d'Orléans en 2007 :

- T1 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (26 mai) et programme du T3.
- T2 : Soufre le 7 juin et programme du T3.
- T3 : Nova et Pristine en alternance à partir du 18 juin (Programme du producteur).
- T4 : Pristine le 7 juin suivi de Nova, Pristine, Quintec et Flint.
- T5 : Flint et Quintec en alternance à partir du 7 juin.
- T6 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et modèle de Gubler-Hoffman.

Tableau comparatif des applications réalisés selon le traitement pour le site 'Darselect'.

Dates	Traitements					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
26 mai	Kumulus					
31 mai	Kumulus					
7 juin	Kumulus	Kumulus		Pristine	Flint	Kumulus
18 juin	Nova	Nova	Nova	Nova	Quintec	Nova
25 juin	Pristine	Pristine	Pristine	Pristine	Flint & Lance*	Nova & Lance
28 juin	Lance	Lance	Lance	Lance	Lance	Lance
1 juillet	Nova	Nova	Nova			
3 juillet	Maestro*	Maestro	Maestro	Maestro & Quintec	Maestro & Quintec	Maestro
10 juillet	Pristine	Pristine	Pristine	Flint & Lance	Flint & Lance	Pristine

* Pour le contrôle de la moisissure grise

ANNEXE A-5

Description des traitements dans le fraisier à jour neutre ‘Seascape’, à l’Île d’Orléans en 2007 :

- T1 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et programme du T3.
- T2 : Soufre le 14 juin et programme du T3.
- T3 : Nova et Pristine en alternance à partir du 23 juin (Programme du producteur).
- T4 : Quintec à partir du 12 juillet.
- T5 : Flint à partir du 12 juillet.
- T6 : Soufre au stade 2 feuilles déployées (31 mai) et modèle de Gubler-Hoffman avec Quintec/Flint à partir du 1^{er} août.

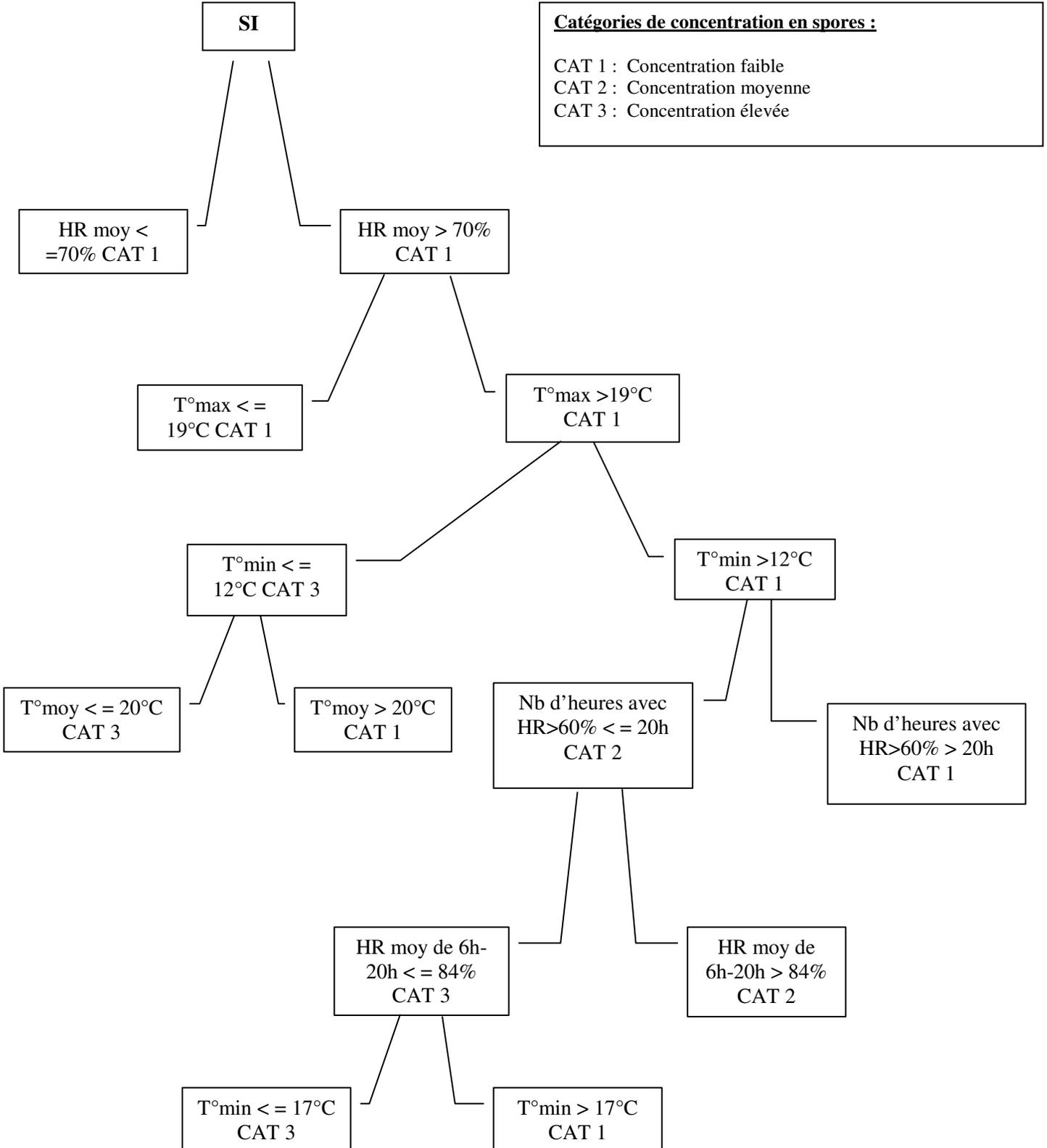
Tableau comparatif des applications réalisés selon le traitement pour le site ‘Darselect’.

Dates	Traitements					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
31 mai	Kumulus					Kumulus
14 juin	Kumulus	Kumulus				Kumulus
23 juin	Nova	Nova	Nova			Nova
12 juillet	Pristine	Pristine	Pristine	Quintec & Lance*	Flint & Lance	Kumulus & Lance
21 juillet	Nova & Scala*	Nova & Scala	Nova & Scala	Quintec & Scala	Flint & Scala	Nova & Scala
1 août	Pristine	Pristine	Pristine	Quintec & Lance	Flint & Lance	Quintec & Lance
9 août	Nova & Scala	Nova & Scala	Nova & Scala	Quintec & Scala	Flint & Scala	Flint & Scala
26 août	Pristine	Pristine	Pristine	Quintec & Lance	Flint & Lance	Quintec & Lance

* Pour le contrôle de la moisissure grise

ANNEXE A-6

Arbre de classification pour prédire la présence de l'inoculum du blanc du fraisier dans l'air



ANNEXE A-7



Figure A-2. Capteur de spore.

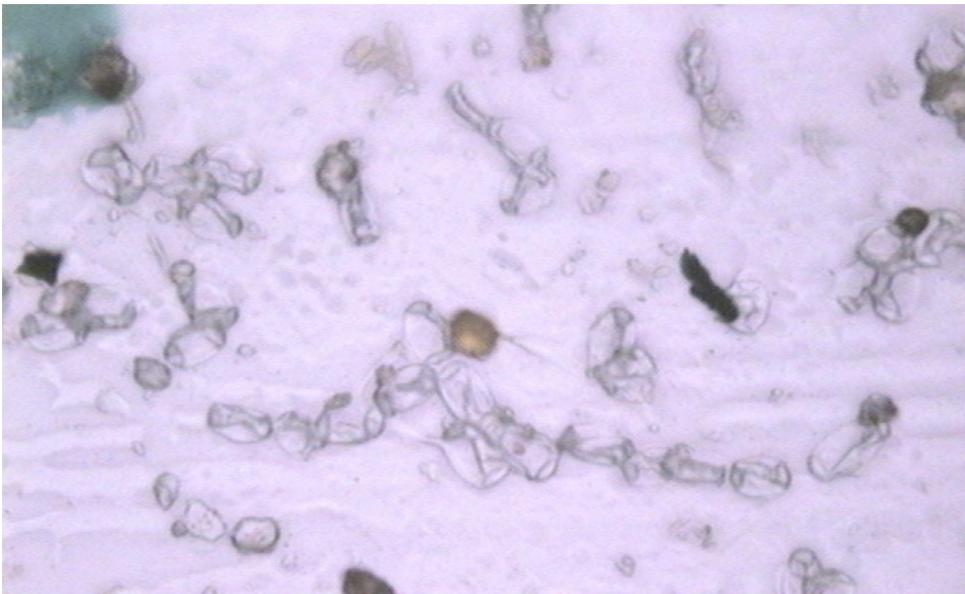


Figure A-3. Spores de blanc, tels que vue au microscope.



Figure A-4. Symptôme du blanc du fraisier – Enroulement des feuilles.



Figure A-5. Symptôme du blanc du fraisier – Tâches pourpres sur le feuillage.



Figure A-6. Cléistothèces à la face inférieure d'une feuille de fraisier.



Figure A-7. Grossissement de la zone encadrée en rouge à la figure A-6.

Annexe B

Résultats des essais de la saison 2008

Table des matières

TABLE DES MATIÈRES.....	66
LISTE DES TABLEAUX.....	66
LISTE DES FIGURES.....	67
DÉVELOPPEMENT DE STRATÉGIES D'INTERVENTION EN ANNÉE DE PRODUCTION DU FRAISIER CONVENTIONNEL ET À JOURS NEUTRES.....	68
MÉTHODOLOGIE COMMUNE AU FRAISIER CONVENTIONNEL ET À JOURS NEUTRES.....	68
ESSAI 1 - FRAISIER CONVENTIONNEL	68
ESSAI 2 - FRAISIER À JOURS NEUTRES	74
ESSAI 3 - ÉVALUATION DE FONGICIDES ET DU SOUFRE CONTRE LE BLANC DU FRAISIER CV DARSELECT APRÈS LA RÉNOVATION – IMPACT SUR LA CULTURE LA SAISON SUIVANTE	87
ESSAI 4 - ÉVALUATION DE FONGICIDES CONTRE LE BLANC DU FRAISIER, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	88
MÉTHODOLOGIE	88

Liste des tableaux

TABLEAU B-1. LISTE DES PRODUITS ET DES DATES D'APPLICATION SELON LES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES CONTRE LE BLANC DU FRAISIER CONVENTIONNEL CV DARSELECT EN RANGS NATTÉS, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	69
TABLEAU B-2. LISTE DES PRODUITS ET DES DATES D'APPLICATION SELON LES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES CONTRE LE BLANC DU FRAISIER CONVENTIONNEL CV DARSELECT SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	69
TABLEAU B-3. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL CV DARSELECT EN RANGS NATTÉS, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	70
TABLEAU B-4. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL CV DARSELECT SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008.....	71
TABLEAU B-5. LISTE DES PRODUITS ET DES DATES D'APPLICATION SELON LES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES CONTRE LE BLANC DU FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	75
TABLEAU B-6. LISTE DES PRODUITS ET DES DATES D'APPLICATION SELON LES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES CONTRE LE BLANC DU FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE, SAINT- NICOLAS, SAISON 2008.....	76
TABLEAU B-7. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ILE D'ORLÉANS, SAISON 2008	77

TABLEAU B-8. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ST-NICOLAS, SAISON 2008	78
TABLEAU B-9. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LA DERNIÈRE FEUILLE MATURE DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, SAISON 2008	79
TABLEAU B-10. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LES VIEILLES FEUILLES DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ÎLE D'ORLÉANS, SAISON 2008	80
TABLEAU B-11. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LES VIEILLES FEUILLES DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ST-NICOLAS, SAISON 2008.....	80
TABLEAU B-12. EFFET DES TRAITEMENTS SUR LE CONTRÔLE DU BLANC SUR LES VIEILLES FEUILLES DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES CV SEASCAPE SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, SAISON 2008.....	81
TABLEAU B-13. EFFET DES TRAITEMENTS APRÈS LA RÉNOVATION SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC DU FRAISIER (CV DARSELECT) SUR PAILLIS DE PLASTIQUE LA SAISON SUIVANTE	87
TABLEAU B-14. LISTE DES PRODUITS ET DES DATES D'APPLICATION SELON LES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES CONTRE LE BLANC SUITE À LA RÉNOVATION DU FRAISIER CV DARSELECT SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ÎLE D'ORLÉANS, SAISON 2008.....	89
TABLEAU B-15. EFFET DES TRAITEMENTS APRÈS LA RÉNOVATION SUR LE DÉVELOPPEMENT DU BLANC ET FOLIAIRE DU FRAISIER (CV DARSELECT) SUR PAILLIS DE PLASTIQUE, ÎLE D'ORLÉANS, SAISON 2008	90

Liste des figures

FIGURE B-1. ÉVOLUTION DU NOMBRE DE SPORES DU BLANC DANS L' AIR, ESSAI DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT), ÎLE D'ORLÉANS, SAISON 2008.....	72
FIGURE B-2. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER CONVENTIONNEL (CV DARSELECT), ÎLE D'ORLÉANS, MAI À JUILLET 2008.....	73
FIGURE B-3. ÉVOLUTION DU NOMBRE DE SPORES DU BLANC DANS L' AIR, ESSAI DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE), SAISON 2008.	82
FIGURE B-4. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE), DU 18 MAI AU 15 JUIN, ÎLE D'ORLÉANS ET ST-NICOLAS, 2008.	83
FIGURE B-5. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE), DU 16 JUIN AU 15 JUILLET 2008.....	84
FIGURE B-6. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE), DU 16 JUILLET AU 15 AOÛT 2008.	85
FIGURE B-7. TEMPÉRATURES HORAIRES PRÈS DU COUVERT VÉGÉTAL DANS LE FRAISIER À JOURS NEUTRES (CV SEASCAPE), DU 16 AOÛT AU 15 SEPTEMBRE 2008.....	86

Développement de stratégies d'intervention en année de production du fraisier conventionnel et à jours neutres

Méthodologie commune au fraisier conventionnel et à jours neutres

Des sondes Hobo® ont été placées près du couvert végétal pour recueillir les données suivantes : durée de mouillure des feuilles, températures et humidité relative de l'air aux 30 minutes et les précipitations à tous les 0,2 mm. Des capteurs de spores du blanc et des sondes pour la durée de mouillure ont été placés par l'équipe de recherche de l'IRDA. Les données recueillies serviront à mieux comprendre les conditions optimales de croissance du pathogène en vue de développer des stratégies de lutte pour les conditions climatiques du Québec.

L'équipe de recherche de l'IRDA a aussi effectué l'évaluation du blanc sur le feuillage par une inspection visuelle de la plus récente feuille mature. Dix plants par parcelle ont été choisis au hasard et la présence d'une infection a été évaluée sur les faces inférieure et supérieure de chaque foliole. Une cote de sévérité était attribuée à chaque plant selon l'importance de la surface atteinte (0 = 0%; 1 = ≤10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = >75% de couverture).

Essai 1 - Fraisier conventionnel

Méthodologie

L'essai dans le fraisier conventionnel a été conduit dans deux fraisières (en rangs nattés et sur paillis de plastique) implantées en 2007 à l'Ile d'Orléans. Le cultivar Darselect réputé sensible au blanc a été utilisé. Les traitements, les dates d'application et les produits utilisés sont présentés aux tableaux B-1 et B-2. L'essai a été conduit dans un dispositif en blocs aléatoires complets comprenant quatre répétitions.

Tableau B-1. Liste des produits et des dates d'application selon les traitements phytosanitaires contre le blanc du fraisier conventionnel cv Darselect en rangs nattés, Ile d'Orléans, saison 2008

Date	Stade	Traitement							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
24-mai	2 feuilles	-	-	Kumulus	-	-	Kumulus	Actinovate	Influence
04-juin	1 ^{ère} fleurs	-	Kumulus	Kumulus	Kumulus	-	Actinovate	Actinovate	Influence
12-juin	Début fruits verts	-	Pristine	Flint	Flint	Flint	Nova + Switch	Actinovate	Influence
20-juin	Fruits verts	-	-	-	-	-	-	Actinovate	Influence
27-juin	Fruits mûrs	-	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Actinovate	Actinovate	Influence
05-juil	Après 5 ^e récolte	-	-	-	-	-	-	Actinovate	Influence

Tableau B-2. Liste des produits et des dates d'application selon les traitements phytosanitaires contre le blanc du fraisier conventionnel cv Darselect sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Date	Stade	Traitement							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
24-mai	2 feuilles	-	-	Kumulus	-	-	Kumulus	Flint	-
03-juin	1 ^{ère} fleurs	-	Kumulus	Kumulus	Kumulus	-	Actinovate	-	Kumulus
12-juin	Fruits verts	-	Pristine	Flint	Flint	Flint	Nova + Switch	Flint	Flint
1 ^{er} juil	Après 2 ^e récolte	-	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Actinovate	Nova + Switch	Nova
08-juil	Après 4 ^e récolte	-	-	-	-	-	Nova	-	-

Tableau B-3. Effet des traitements sur le contrôle du blanc dans le fraisier conventionnel cv Darselect en rangs nattés, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement		Indice (0-5) ^y				
No.	Description	20-juin	25-juin	02-juil	10-juil	23-juil
T1	Témoin	0,85	0,55	0,88	0,55	0,48
T2	CRAAQ (Soufre 1 ^e fleurs et Pristine à fruits verts)	0,72	0,57	0,83	0,58	0,50
T3	Soufre tôt (2 feuilles) et comme T4	0,78	0,70	0,98	0,73	0,55
T4	Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	1,27	0,63	1,07	0,72	0,67
T5	Flint à fruits verts	0,77	0,60	1,03	0,62	0,47
T6	Soufre tôt (2 feuilles), Actinovate et Nova + Switch	0,87	0,53	0,97	0,67	0,50
T7	Actinovate	1,03	0,70	1,13	0,90	0,60
T8	Influence	0,87	0,72	1,12	0,88	0,68

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture.
Note: Selon l'analyse de variance, aucune différence significative entre les traitements.

Tableau B-4. Effet des traitements sur le contrôle du blanc dans le fraisier conventionnel cv Darselect sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement		Indice (0-5) ^y				
No.	Description	18-juin	26-juin	04-juil	10-juil	21-juil
T1	Témoin	1,83 a	2,43 a	3,52 a	3,82 a	3,68 a
T2	CRAAQ (Soufre 1 ^e fleurs et Pristine à fruits verts)	0,58 b	1,50 b	2,10 b	3,03 a	2,87 bc
T3	Soufre tôt (2 feuilles et 1 ^e fleurs) et comme T4	0,67 b	1,62 b	2,08 b	2,97 a	3,05 bc
T4	Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	0,73 b	1,43 b	2,18 b	2,95 a	2,72 bc
T5	Flint à fruits verts	0,65 b	1,57 b	1,80 b	2,82 a	2,43 c
T6	Soufre tôt (2 feuilles), Actinovate et Nova + Switch	1,07 ab	1,63 b	2,87 ab	3,42 a	3,23 ab
T7	Flint tôt (2 feuilles) + Flint (fruits verts)	0,65 b	1,40 b	1,80 b	2,80 a	2,87 bc
T8	Comme T5 sans Switch	1,10 ab	1,67 b	2,07 ab	3,23 a	3,30 ab

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture.
 Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

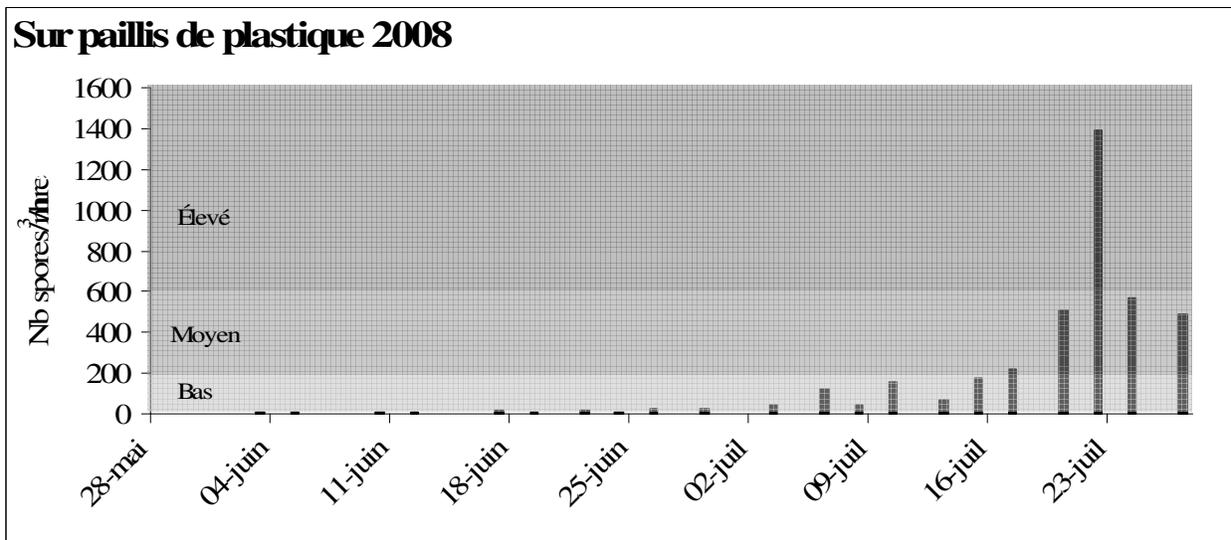
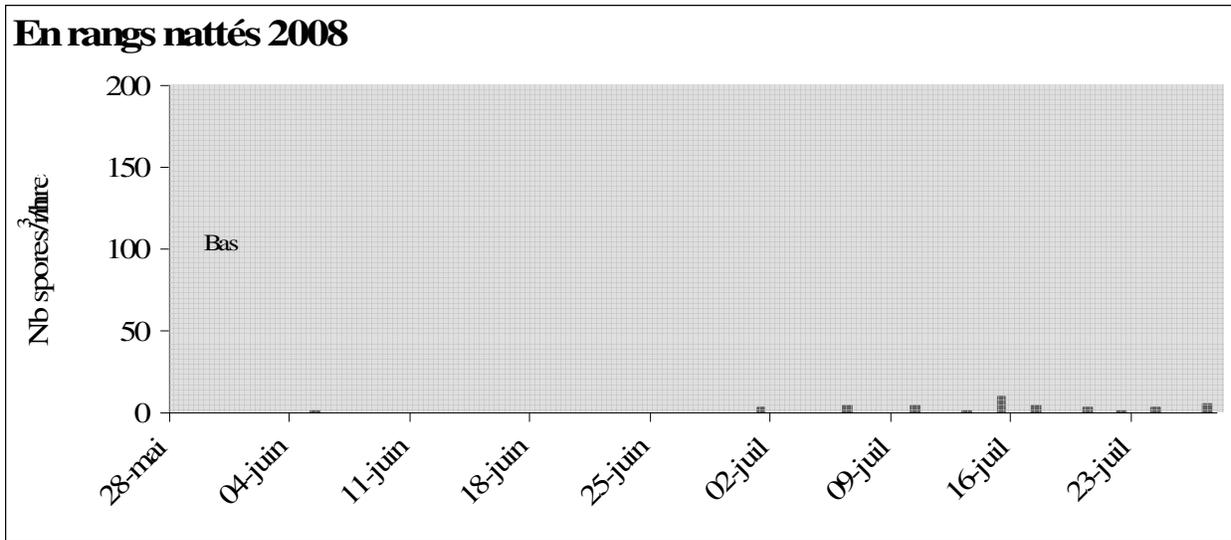


Figure B-1. Évolution du nombre de spores du blanc dans l'air, essai dans le fraisier conventionnel (cv Darselect), Île d'Orléans, saison 2008.

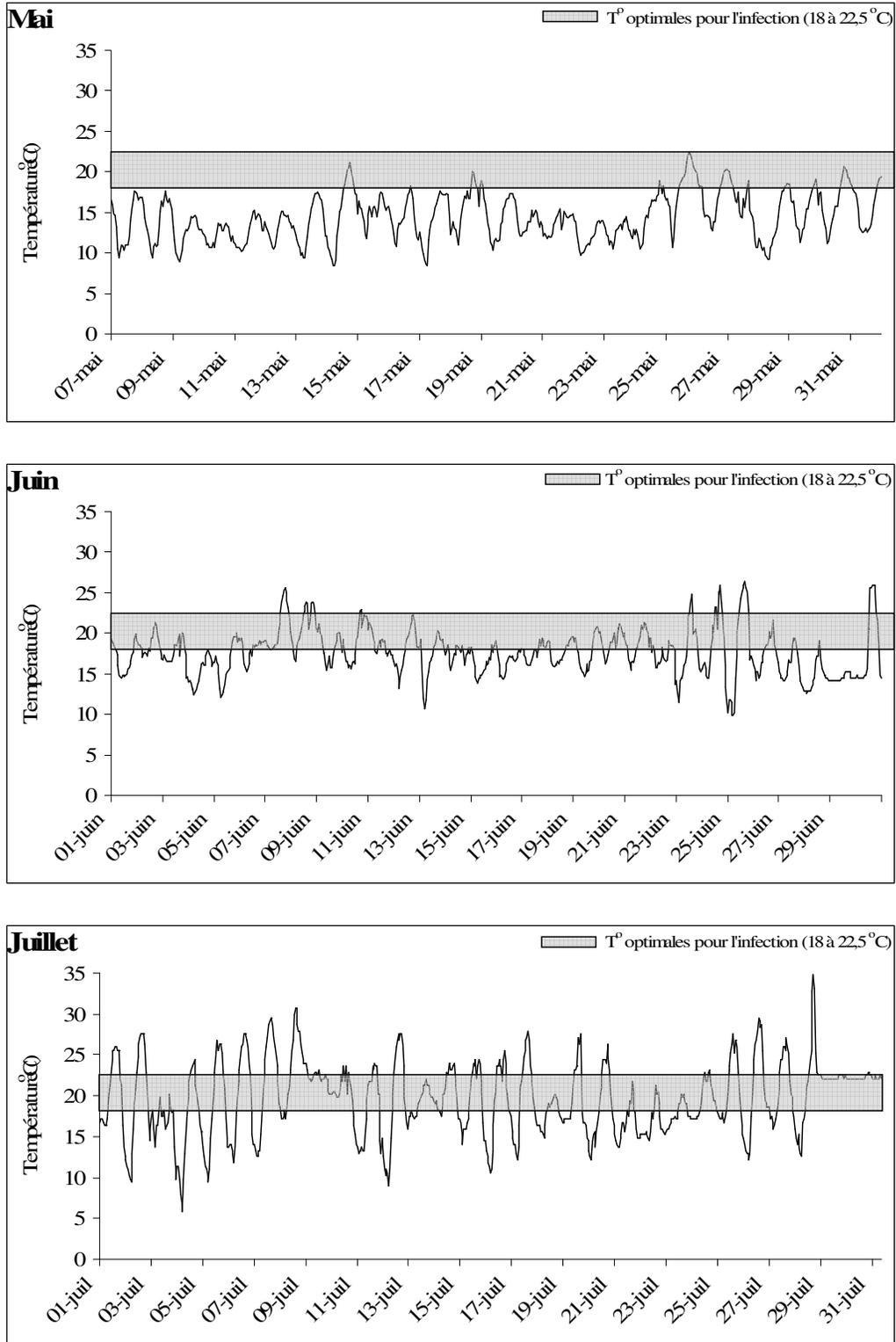


Figure B-2. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier conventionnel (cv Darselect), Île d'Orléans, mai à juillet 2008.

Essai 2 - Fraisier à jours neutres

Méthodologie

L'essai dans le fraisier à jours neutres a été conduit dans deux fraisières implantées en mai 2008 à l'Île d'Orléans et à St-Nicolas. Le cultivar Seascape réputé sensible au blanc a été utilisé. Les traitements, les dates d'application et les produits utilisés sont présentés aux tableaux B-5 et B-6. L'essai a été conduit dans un dispositif en blocs aléatoires complets comprenant quatre répétitions.

Tableau B-5. Liste des produits et des dates d'application selon les traitements phytosanitaires contre le blanc du fraisier à jours neutres cv Seascape, Ile d'Orléans, saison 2008

Date	Stade	Traitement							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
04-juin	2-4 feuilles	-	Kumulus	Kumulus	-	-	Kumulus	Actinovate	Influence
12-juin	8-10 feuilles/ 1 ^e fleurs	-	Kumulus	Kumulus	Kumulus	-	Kumulus	Actinovate	Influence
20-juin	2-4 fleurs	-	Nova	Flint	Flint	Flint	Actinovate	Actinovate	Influence
1er juil	Premiers fruits mûrs	-	Pristine	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Actinovate	Influence
08-juil	Récolte	-	-	-	-	-	-	Actinovate	Influence
19-juil	Récolte	-	Nova	Flint	Flint	Flint	Actinovate	Actinovate	Influence
26-juil	Récolte	-	-	-	-	-	Nova + Switch	Actinovate	Influence
02-août	Récolte	-	Pristine	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Actinovate	Actinovate	Influence
12-août	Récolte	-	Nova	Flint	Flint	Flint	Nova	Actinovate	Influence
20-août	Récolte	-	Kumulus	Kumulus	Nova + Switch	Flint	Actinovate	Actinovate	Influence

Tableau B-6. Liste des produits et des dates d'application selon les traitements phytosanitaires contre le blanc du fraisier à jours neutres cv Seascape, Saint-Nicolas, saison 2008

Date	Stade	Traitement							
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
04-juin	2-4 feuilles	-	Kumulus	Kumulus	-	-	Kumulus	Flint	-
12-juin	4-6 feuilles	-	Kumulus	Kumulus	Kumulus	-	Kumulus	-	Kumulus
20-juin	6-8 feuilles	-	Nova	Flint	Flint	Flint	Actinovate	Flint	Flint
1er juil	Premiers fruits verts	-	Pristine	Nova + Switch	Nova				
19-juil	Récolte	-	Nova	Flint	Flint	Flint	Actinovate	Flint	Flint
25-juil	Récolte	-	-	-	-	-	Nova	-	-
02-août	Récolte	-	Pristine	Nova + Switch	Nova + Switch	Nova + Switch	Actinovate	Nova + Switch	Nova
13-août	Récolte	-	Nova	Flint	Flint	Flint	Nova	Flint	Flint
20-août	Récolte	-	Kumulus	Kumulus	Nova + Switch	Flint	Actinovate	-	Nova
28-août	Récolte	-	Cabrio	Kumulus	Kumulus	Kumulus	Cabrio	Flint	Kumulus

Tableau B-7. Effet des traitements sur le contrôle du blanc sur la dernière feuille mature dans le fraisier à jours neutres cv Seascapè sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement		Indice de sévérité (0-5) ^y									
No.	Description	02-juil	11-juil	16-juil	25-juil	30-juil	06-août	13-août	19-août	26-août	02-sept
T1	Témoin	0,08 a	0,03 a	0,00 a	0,22 a	0,93 a	0,57 a	2,10 ab	1,63 a	1,52 a	0,83 a
T2	CRAAQ (Soufre tôt, Pristine et Nova)	0,03 a	0,00 a	0,02 a	0,12 a	0,50 a-c	0,38 a	1,58 a-d	1,40 a	1,13 a-c	0,80 a
T3	Soufre tôt (2 feuilles) et comme T4	0,07 a	0,00 a	0,00 a	0,15 a	0,27 bc	0,25 a	1,22 b-d	0,90 a	0,93 bc	0,52 b
T4	Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	0,00 a	0,03 a	0,00 a	0,12 a	0,23 c	0,42 a	1,08 d	1,07 a	1,15 a-c	0,52 b
T5	Flint et Nova + Switch	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,10 a	0,35 bc	0,27 a	1,05 d	0,93 a	0,80 c	0,43 b
T6	Soufre tôt, Actinovate et Nova + Switch	0,10 a	0,00 a	0,05 a	0,17 a	0,70 ab	0,50 a	2,15 a	1,27 a	0,93 bc	0,85 a
T7	Actinovate	0,10 a	0,02 a	0,05 a	0,15 a	0,52 a-c	0,35 a	2,00 a-c	1,37 a	1,28 ab	0,82 a
T8	Influence	0,10 a	0,00 a	0,05 a	0,17 a	0,70 bc	0,50 a	2,15 cd	1,27 a	0,93 bc	0,85 a

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Tableau B-8. Effet des traitements sur le contrôle du blanc sur la dernière feuille mature dans le fraisier à jours neutres cv Seascape sur paillis de plastique, St-Nicolas, saison 2008

Traitement		Indice de sévérité (0-5) ^y									
No.	Description	02-juil	11-juil	16-juil	25-juil	30-juil	06-août	13-août	19-août	26-août	02-sept
T1	Témoin	0,08 a	0,05 a	0,07 a	0,30 a	0,72 a	0,42 a	2,37 a	2,55 a	1,48 a	1,73 a
T2	CRAAQ (Soufre tôt, Pristine et Nova)	0,05 a	0,02 a	0,05 a	0,15 a	0,35 a	0,30 a	1,98 a	1,68 a	1,18 a	1,07 ab
T3	Soufre tôt (2 feuilles) et comme T4	0,05 a	0,03 a	0,00 a	0,13 a	0,20 a	0,32 a	1,80 a	1,62 a	1,07 a	0,68 b
T4	Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	0,07 a	0,02 a	0,03 a	0,17 a	0,43 a	0,38 a	2,00 a	1,80 a	1,25 a	0,63 b
T5	Flint et Nova + Switch	0,08 a	0,03 a	0,00 a	0,17 a	0,37 a	0,33 a	2,08 a	1,57 a	1,57 a	0,55 b
T6	Soufre tôt, Actinovate et Nova + Switch	0,12 a	0,07 a	0,03 a	0,22 a	0,72 a	0,40 a	1,83 a	1,90 a	1,73 a	1,00 b
T7	T5 avec variante Flint tôt et fin de saison	0,10 a	0,12 a	0,07 a	0,30 a	0,55 a	0,52 a	1,77 a	1,13 a	1,30 a	0,88 b
T8	Soufre 1 ^e fleurs, Flint et Nova	0,03 a	0,02 a	0,02 a	0,15 a	0,40 a	0,57 a	2,00 a	2,28 a	1,47 a	1,00 b

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Tableau B-9. Effet des traitements sur le contrôle du blanc sur la dernière feuille mature dans le fraisier à jours neutres cv Seascapè sur paillis de plastique, saison 2008

Description	Indice (0-5) *									
	02-juil	11-juil	16-juil	25-juil	30-juil	06-août	13-août	19-août	26-août	02-sept
<i>Effet du site</i>										
St-Nicolas	0,08 a	0,04 a	0,03 a	0,19 a	0,46 a	0,36 a	2,01 a	1,85 a	1,38 a	0,94 a
Iled'Orléans	0,05 a	0,01 a	0,01 a	0,14 a	0,50 a	0,40 a	1,53 a	1,20 b	1,08 a	0,66 b
<i>Effet des traitements</i>										
T1 Témoin	0,08 a	0,04 a	0,03 a	0,26 a	0,83 a	0,49 a	2,23 a	2,09 a	1,50 a	1,28 a
T2 CRAAQ (Soufre tôt, Pristine et Nova)	0,04 a	0,01 a	0,03 a	0,13 a	0,43 bc	0,34 a	1,78 a-c	1,54 ab	1,16 a	0,93 b
T3 Soufre tôt (2 feuilles) et comme T4	0,06 a	0,02 a	0,00 a	0,14 a	0,23 c	0,28 a	1,51 c	1,26 b	1,00 a	0,60 c
T4 Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	0,03 a	0,03 a	0,02 a	0,14 a	0,33 c	0,40 a	1,54 bc	1,43 b	1,20 a	0,58 c
T5 Flint et Nova + Switch	0,05 a	0,03 a	0,01 a	0,13 a	0,36 c	0,30 a	1,57 bc	1,25 b	1,18 a	0,49 c
T6 Soufre tôt, Actinovate et Nova + Switch	0,11 a	0,03 a	0,04 a	0,19 a	0,71 ab	0,45 a	1,99 ab	1,58 ab	1,33 a	0,93 b
<i>Analyse de variance</i>										
Site	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	†
Traitement	NS	NS	NS	NS	**	NS	*	†	NS	**
Site x traitement	NS	NS	NS	NS	NS	NS	†	NS	NS	NS

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Analyse de variance: NS = non significatif; **, * et † = significatif à 0,01, 0,05 et 0,1 respectivement

Tableau B-10. Effet des traitements sur le contrôle du blanc sur les vieilles feuilles dans le fraisier à jours neutres cv Seascape sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement		Indice (0-5) ^y			
No.	Description	13-août	20-août	26-août	03-sept
T1	Témoin	3,33 a	3,00 a	3,67 a	3,17 a
T2	CRAAQ (Soufre tôt, Pristine et Nova)	2,17 bc	2,17 ab	2,67 b	2,33 b
T3	Soufre tôt (2 feuilles) et comme T4	1,50 c	1,50 b	2,00 c	1,67 c
T4	Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	1,67 c	1,33 b	1,83 c	1,67 c
T5	Flint et Nova + Switch	1,67 c	1,33 b	2,00 c	1,33 c
T6	Soufre tôt, Actinovate et Nova + Switch	2,33 a-c	3,00 a	2,83 b	2,83 ab
T7	Actinovate	3,00 ab	3,17 a	3,17 ab	3,00 a
T8	Influence	2,33 a-c	3,00 a	3,67 a	3,00 a

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Tableau B-11. Effet des traitements sur le contrôle du blanc sur les vieilles feuilles dans le fraisier à jours neutres cv Seascape sur paillis de plastique, St-Nicolas, saison 2008

Traitement		Indice de sévérité (0-5) ^y		
No.	Description	20-août	28-août	03-sept
T1	Témoin	2,33 a	2,33 a	3,33 a
T2	CRAAQ (Soufre tôt, Pristine et Nova)	1,67 bc	1,67 bc	2,00 bc
T3	Soufre tôt (2 feuilles et 1 ^e fleurs) et comme T4	1,33 cd	1,17 c	1,50 cd
T4	Soufre 1 ^e fleurs et comme T5	1,17 cd	1,67 bc	1,67 cd
T5	Flint et Nova + Switch	1,00 d	1,17 c	1,17 d
T6	Soufre tôt, Actinovate et Nova + Switch	2,00 ab	2,00 ab	2,67 ab
T7	T5 avec variante Flint tôt et fin de saison	1,50 b-d	1,67 bc	1,93 b-d
T8	Soufre 1 ^e fleurs, Flint et Nova	1,33 cd	1,17 c	1,67 cd

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Tableau B-12. Effet des traitements sur le contrôle du blanc sur les vieilles feuilles dans le fraisier à jours neutres cv Seascape sur paillis de plastique, saison 2008

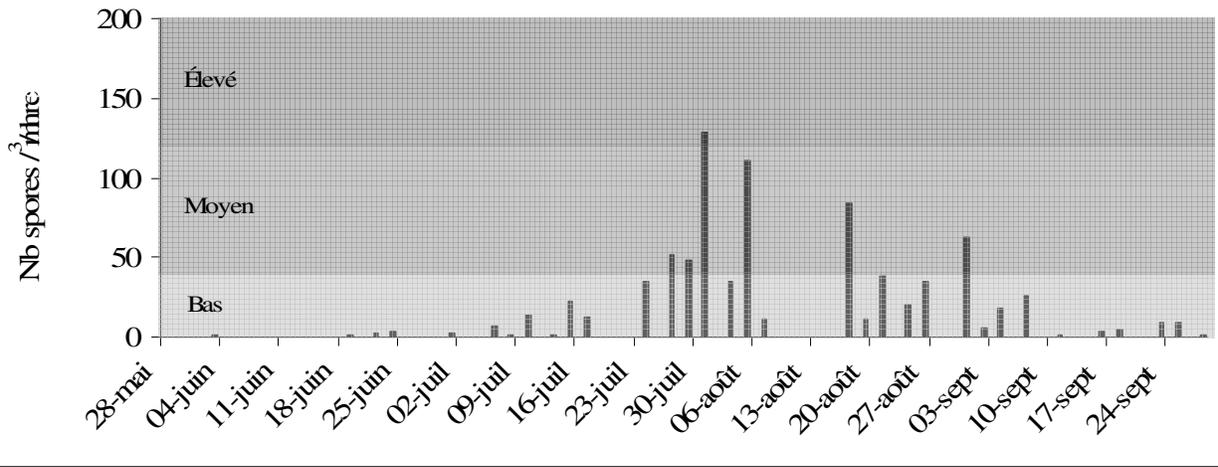
Description	Indice de sévérité (0-5) *		
	20-août	26-28 août	3-4 sept
<i>Effet du site</i>			
Méthot	2,06 b	2,50 b	2,17 a
Gosselin	1,58 a	1,67 a	2,06 a
<i>Effet des traitements</i>			
T1 Témoin	2,67 a	3,00 a	3,25 a
T2 CRAAQ (Soufre tôt, Pristine et Nova)	1,92 b	2,17 bc	2,17 b
T3 Soufre tôt (2 feuilles) et comme T4	1,42 bc	1,58 d	1,58 c
T4 Soufre 1° fleurs et comme T5	1,25 c	1,75 cd	1,67 bc
T5 Flint et Nova + Switch	1,17 c	1,58 d	1,25 c
T6 Soufre tôt, Actinovate et Nova + Switch	2,50 a	2,42 b	2,75 a
<i>Analyse de variance</i>			
Site	*	*	NS
Traitement	*	*	*
Site x traitement	NS	NS	NS

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Analyse de variance: NS = non significatif; **, * et † = significatif à 0,01, 0,05 et 0,1 respectivement

Île d'Orléans 2008



St-Nicolas 2008

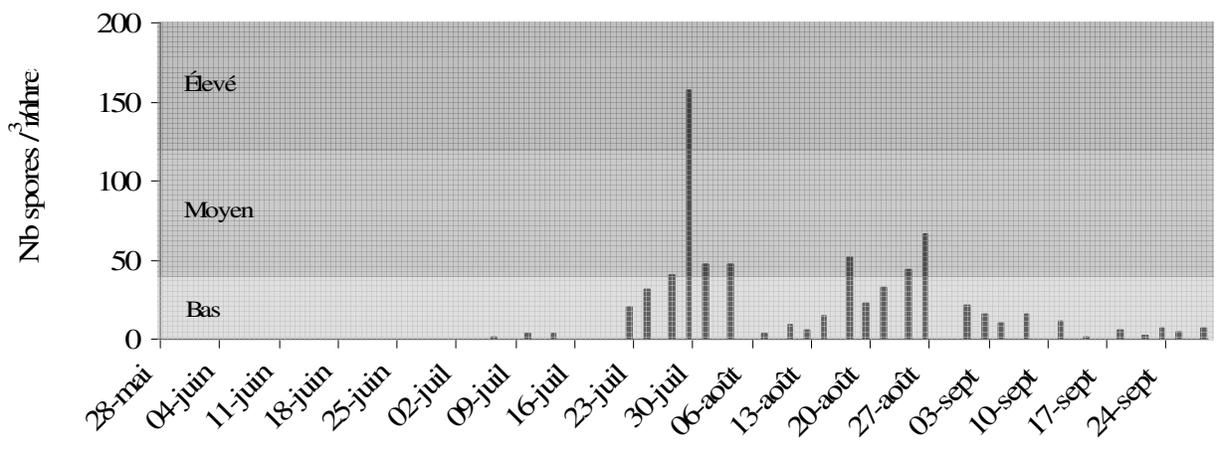


Figure B-3. Évolution du nombre de spores du blanc dans l'air, essai dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape), saison 2008.

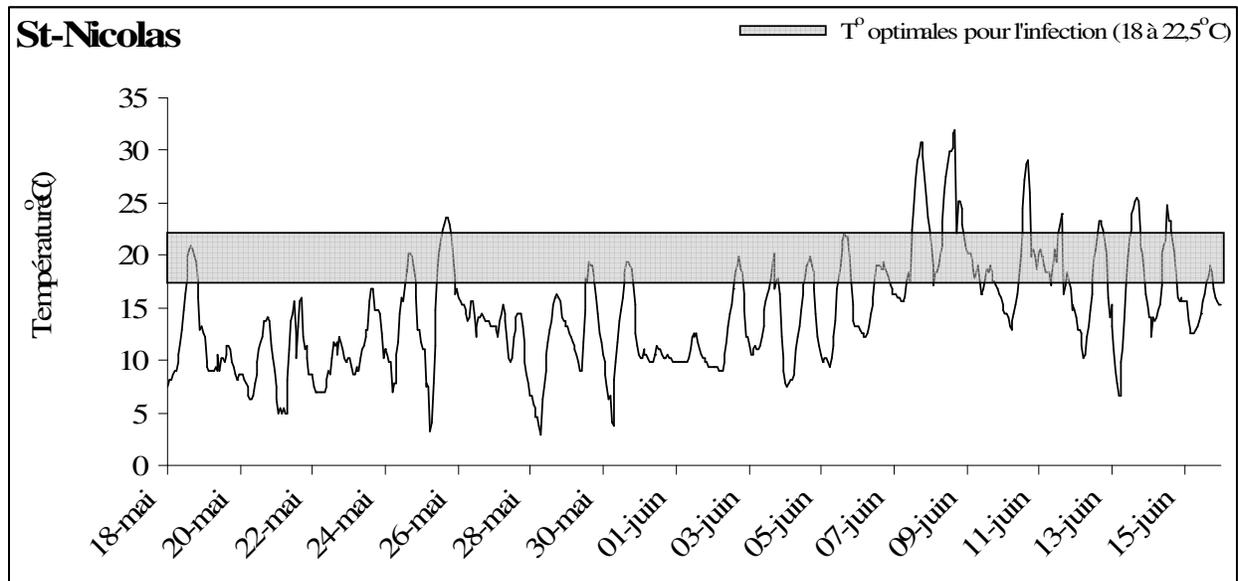
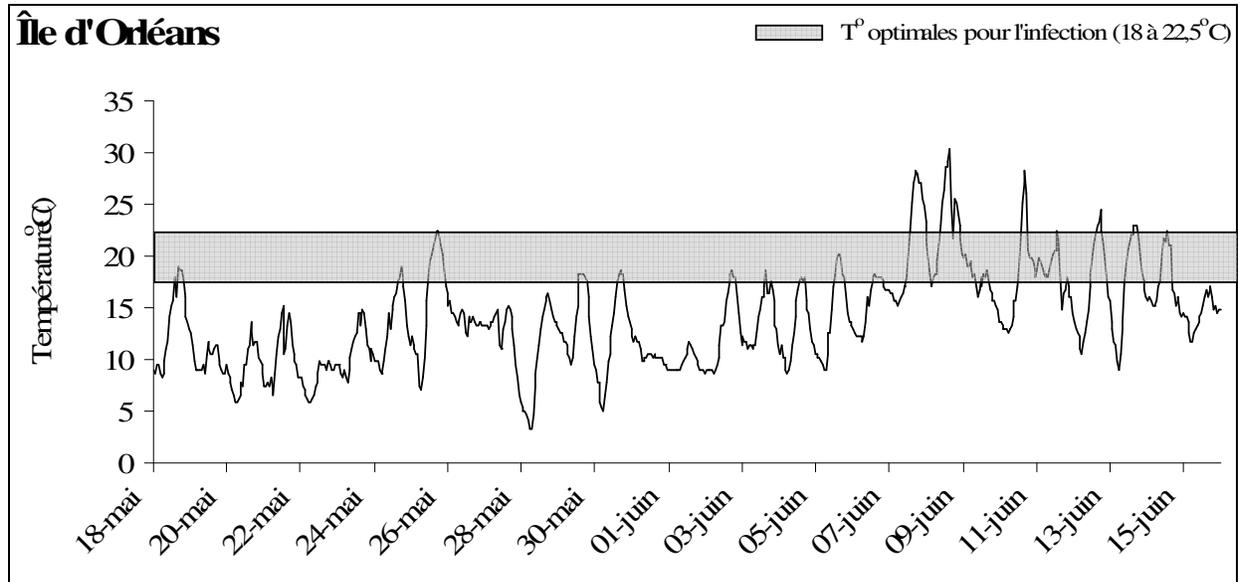


Figure B-4. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape), du 18 mai au 15 juin, Île d'Orléans et St-Nicolas, 2008.

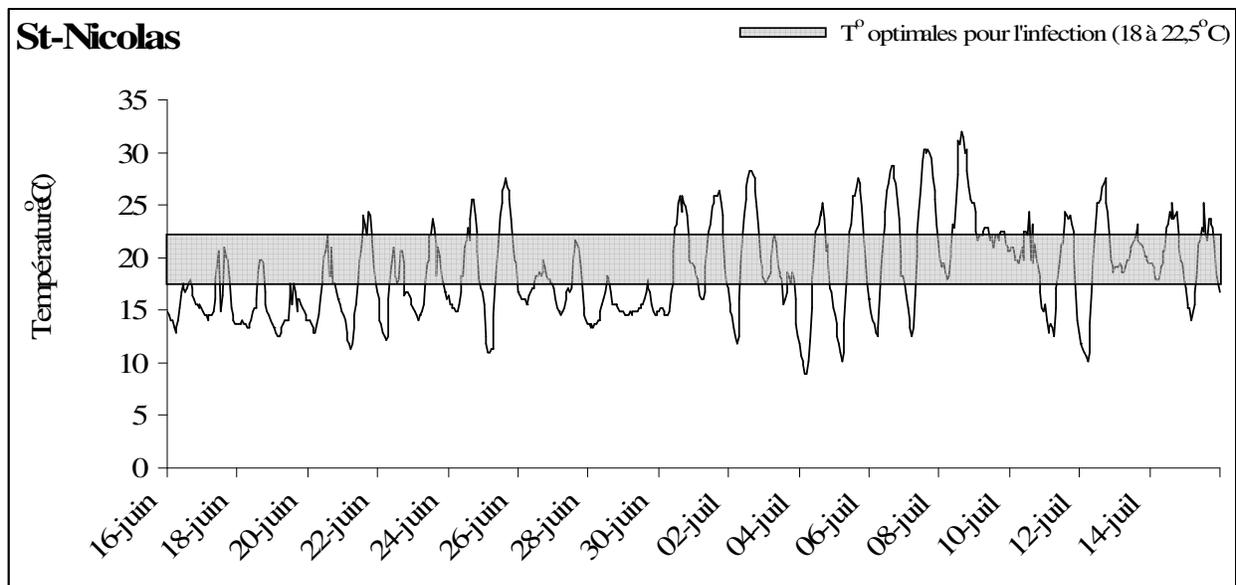
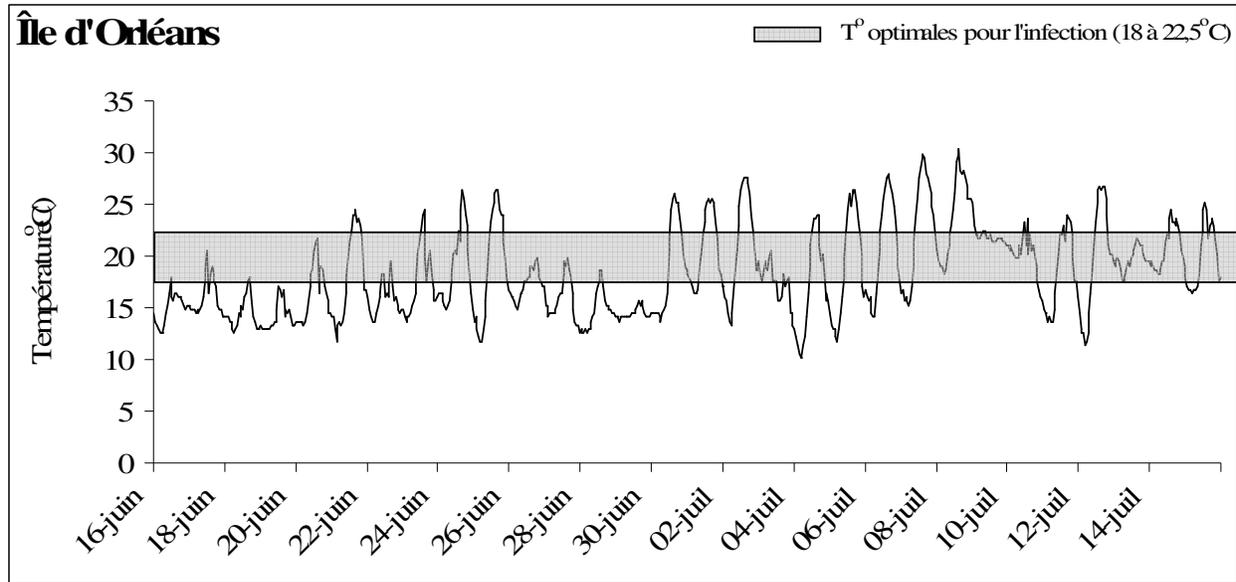


Figure B-5. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape), du 16 juin au 15 juillet 2008.

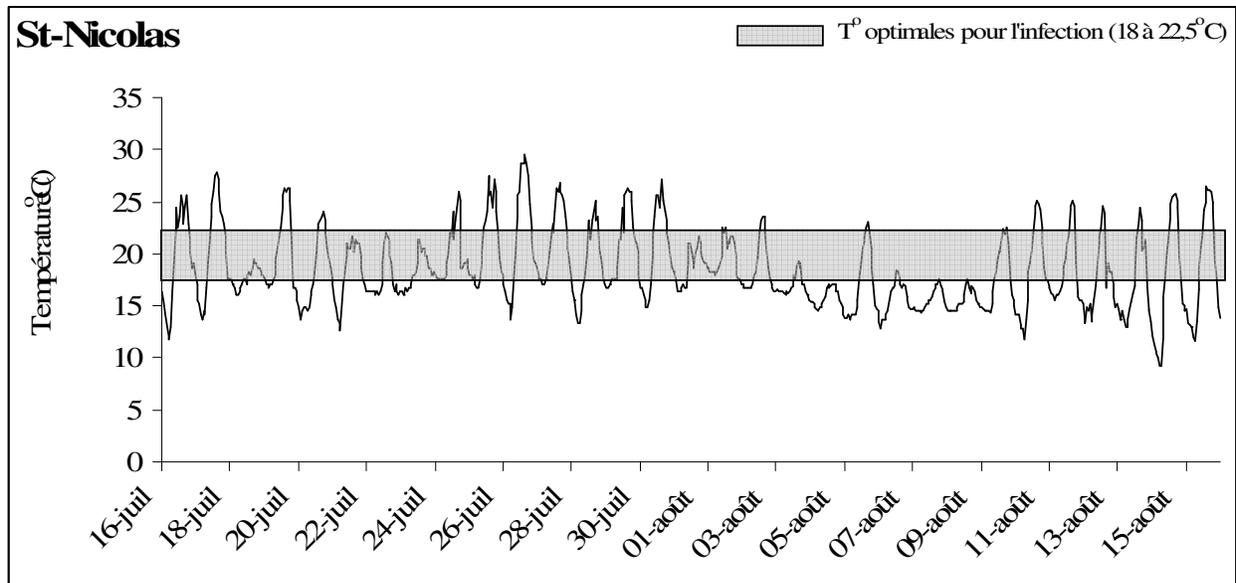
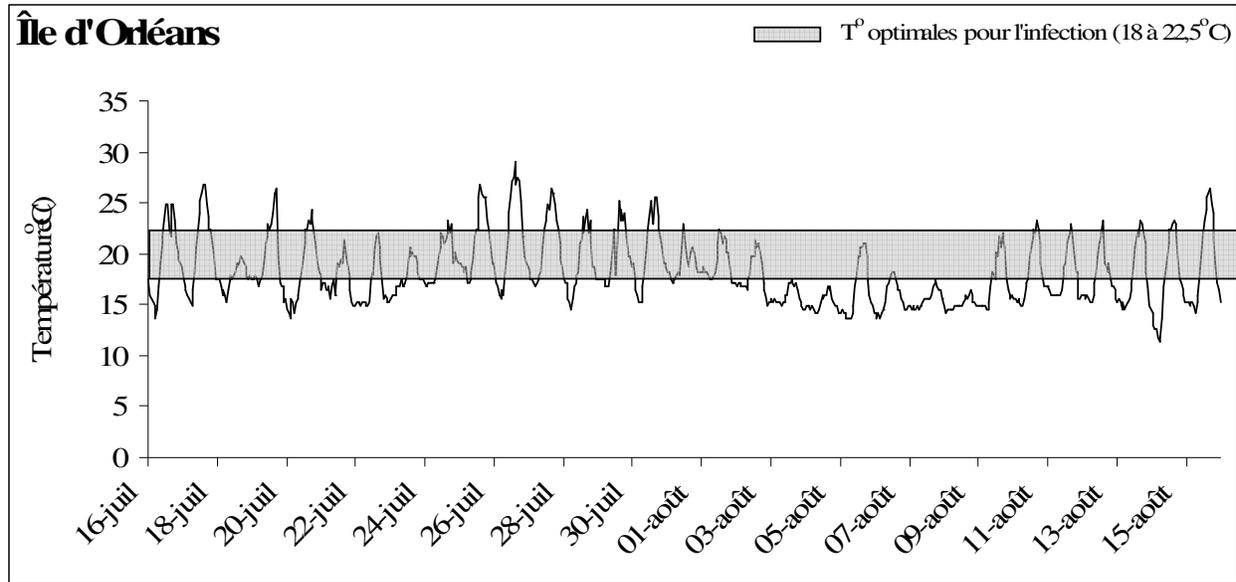


Figure B-6. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape), du 16 juillet au 15 août 2008.

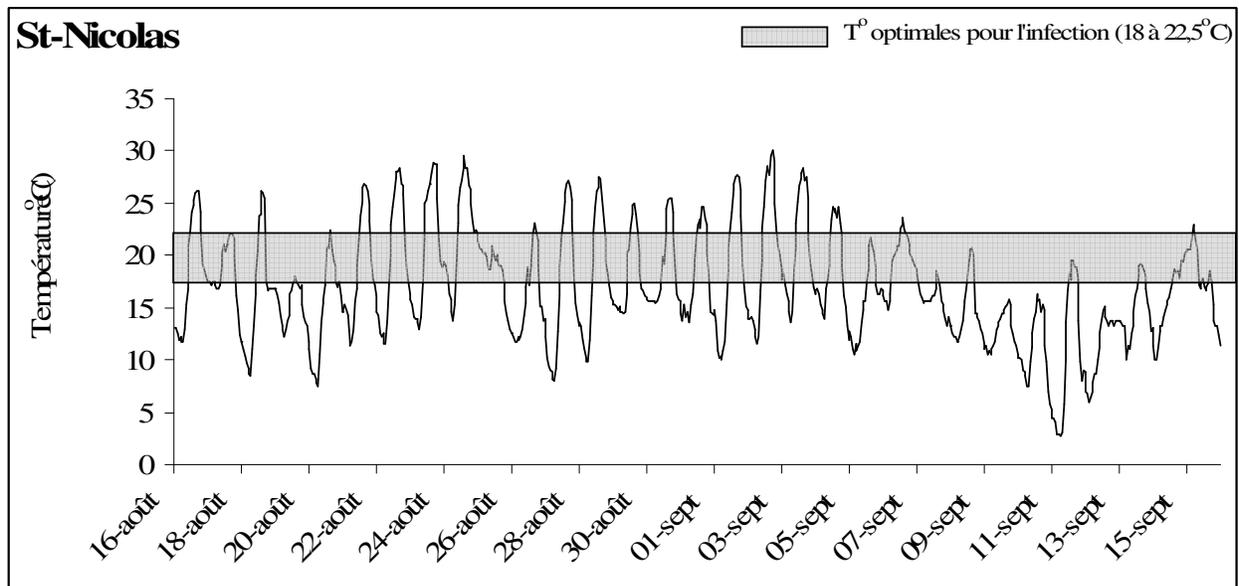
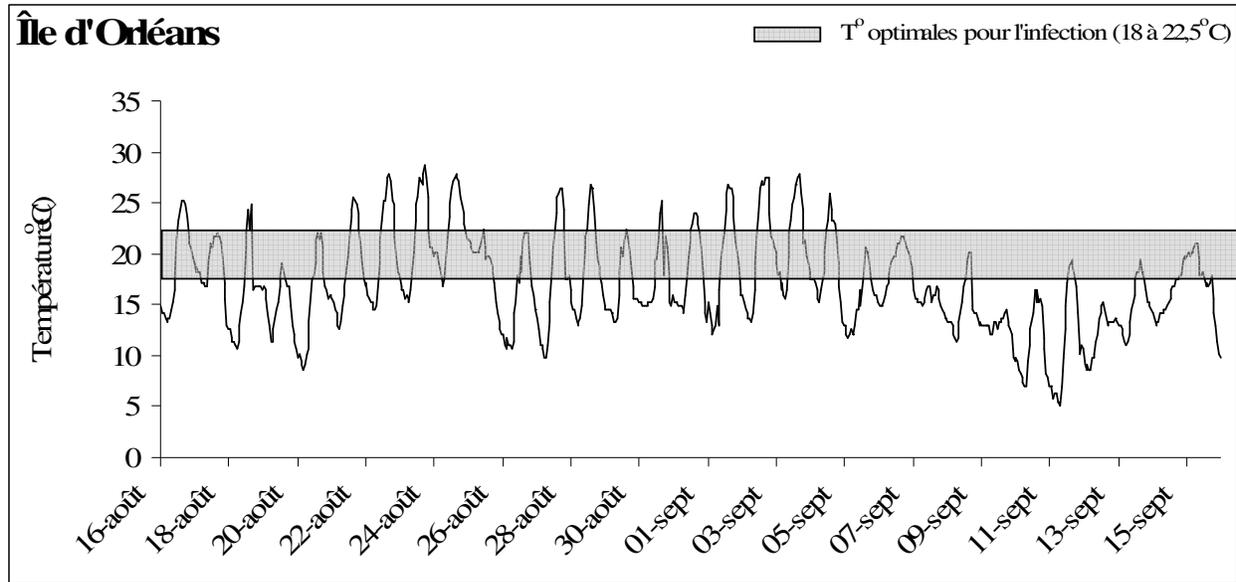


Figure B-7. Températures horaires près du couvert végétal dans le fraisier à jours neutres (cv Seascape), du 16 août au 15 septembre 2008.

Essai 3 - Évaluation de fongicides et du soufre contre le blanc du fraisier cv Darselect après la rénovation – impact sur la culture la saison suivante

En 2007, un essai comparatif de fongicides et de soufre contre le blanc avait été mené dans un champ commercial du cultivar Darselect où la rénovation venait d'être effectuée (i.e. après la saison de récolte). Nous avons observé une diminution significative de la sévérité du blanc avec certains traitements et un meilleur développement foliaire des parcelles de fraisier cv Darselect traitées après la rénovation (voir rapport d'étape 2007). L'objectif de l'essai 2008, était d'évaluer l'impact des traitements après la rénovation sur le développement du blanc et le rendement.

Tableau B-13. Effet des traitements après la rénovation sur le développement du blanc du fraisier (cv Darselect) sur paillis de plastique la saison suivante

Traitement après la rénovation en 2007*	Indice de sévérité en 2008**			
	St-Laurent 17 juillet	St-Jean 16 juillet	Ste-Pétronille 17 juillet	Moyenne
Témoin (aucun traitement)	0,66	2,29	0,67	1,21
Topaz/Flint/Kumulus	0,64	2,28	0,74	1,22
Nova (3 applications)	0,68	2,03	0,44	1,05
Flint (3 applications)	0,43	2,00	0,48	0,97
Quintec (3 applications)	0,78	1,73	0,44	0,98

* Première pulvérisation le 7 août et à 2 semaines (± 2 jours) d'intervalle

** Indice de sévérité: 0 = 0%; 1 moins de 10%; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75% et 76% plus de couverture de la face inférieure des folioles par le blanc.

Note : En 2008, aucune différence au niveau du rendement et du développement foliaire.

Essai 4 - Évaluation de fongicides contre le blanc du fraisier, Ile d'Orléans, saison 2008

Méthodologie

Le 5 août 2008, un essai de fongicides en petites parcelles comportant trois répétitions a été mis en place dans un champ commercial de fraisier cv Darselect sur paillis de plastique. En début de saison, tout le champ avait été traité à la même fréquence et avec les mêmes produits (Pristine, Kumulus et Nova).

Les traitements (tableau B-14) ont été appliqués à la dose recommandée et à une pression de 350 PSI avec un pulvérisateur à dos (*backpack*) motorisé. L'évaluation des traitements, par une inspection visuelle de la plus récente feuille mature, a été faite avant chaque date d'application des produits et deux semaines après la dernière application. Dix plants par parcelle ont été choisis au hasard et la présence d'une infection a été évaluée sur les faces inférieure et supérieure de chaque foliole. Une cote de sévérité était attribuée à chaque plant selon l'importance de la surface atteinte (0 = 0%; 1 = $\leq 10\%$; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = $>75\%$ de couverture).

Tableau B-14. Liste des produits et des dates d'application selon les traitements phytosanitaires contre le blanc suite à la rénovation du fraisier cv Darselect sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement	Description	Dose/ha	Date d'application			
			D1	D2	D3	D4
T1	Témoin	-	-	-	-	-
T2	Nova	340 g	5 août	14 août	26 août	-
T3	Cabrio	900 g	5 août	14 août	26 août	-
T4	Quintec	400 ml	5 août	14 août	26 août	-
T5	Flint	140 g	5 août	14 août	26 août	-
T6	Pristine	1500 g	5 août	14 août	26 août	-
T7	Nova + Switch	340 + 975 g	5 août	14 août	26 août	-
T8	Switch	975 g	5 août	14 août	26 août	-
T9	Topaz	500 ml	5 août	14 août	26 août	-
T10	Kumulus	8 kg	5 août	13 août	20 août	28 août
T11	Actinovate	425 g	5 août	13 août	20 août	28 août
T12	Influence	8 kg	5 août	13 août	20 août	28 août

Tableau B-15. Effet des traitements après la rénovation sur le développement du blanc et foliaire du fraisier (cv Darselect) sur paillis de plastique, Ile d'Orléans, saison 2008

Traitement		Indice de sévérité (0-5) ^y				26-sept	
No.	Description	26-août		03-sept		Indice sévérité (0-5) ^y	Développement foliaire (1-5) ^z
		Vieilles feuilles	Jeunes feuilles	Vieilles feuilles	Jeunes feuilles		
T1	Témoin	4,33 a	4,33 a	4,50 a	3,83 a	4,33 a	2,50 d
T2	Nova	3,33 a-c	2,50 de	4,00 b	3,67 a	3,67 a-c	3,00 cd
T3	Cabrio	3,33 b-d	2,50 de	3,33 c	3,00 b-d	3,33 b-d	3,33 bc
T4	Quintec	2,50 f	1,50 f	2,33 f	1,50 g	2,17 f	4,50 a
T5	Flint	2,67 ef	1,67 f	2,67 ef	1,83 fg	2,50 ef	4,33 a
T6	Pristine	2,17 ef	1,50 f	2,50 ef	1,83 fg	2,50 ef	4,17 a
T7	Nova + Switch	3,00 d-f	2,00 d-f	2,83 de	2,17 ef	2,83 d-f	4,17 a
T8	Switch	2,83 d-f	1,83 ef	3,17 cd	2,83 cd	2,83 d-f	4,00 ab
T9	Topaz	2,67 a-c	1,83 ef	3,33 c	2,67 de	3,67 a-c	3,33 bc
T10	Kumulus	3,33 c-e	2,67 cd	2,83 de	2,50 de	3,00 c-e	3,83 ab
T11	Actinovate	3,83 a	3,33 bc	3,83 b	3,33 a-c	4,33 a	2,67 cd
T12	Influence	3,83 ab	3,50 b	4,00 b	3,50 ab	4,00 ab	3,00 cd

^y Indice de sévérité : 0 = 0%; 1 = 10% et moins; 2 = 11-25%; 3 = 26-50%; 4 = 51-75%; 5 = plus que 75% de couverture

^z 5 Développement recherché

Pour une même colonne, les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes entre elles selon le test de LSD, avec un niveau de signification de 0,05.

Annexe C

Liste des produits et dose d'application

Produit commercial	Matière active	Dose/ha
Actinovate SP	<i>Streptomyces lydius</i>	425 g
Cabrio	Pyraclostrobin	900 g
Flint 500WG	Trifloxystrobin	140 g
Influence	Bio-fongicide	8 kg
Kumulus	Soufre microfin	8 kg
MilStop	Bicarbonate de potassium (85%)	4 kg
Nova 40 W	Myclobutanil	340 g
Nova 40 W + Switch 62.5WG	Myclobutanil + cyprodinile et fludioxonil	340 + 975 g
Pristine	Pyraclostrobin et boscalid	1500 g
Quintec 250SC	Quinoxifen	400 ml
Switch 62.5WG	Cyprodinile et fludioxonil	975 g
Topas 250E	Propiconazole	500 ml

* La dose a été appliquée dans 1000 litres d'eau à l'hectare et à une pression de 150 PSI