

**ÉVALUATION DE MÉTHODES DE LUTTE CONTRE L'ANTHRACNOSE DANS LA FRAISE UTILISANT
DIFFÉRENTES COMBINAISONS DE PRODUITS (FONGICIDES ET BIOFONGICIDES)**

20-028-CIEL

DURÉE DU PROJET : 2020 / 2023

RAPPORT FINAL

Réalisé par :

Roxane Pusnel, biol. M.Sc., Mélanie Normandeau Bonneau, biol. M.Sc.,
et Pierre Lafontaine, agr. Ph. D.

Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière

MAI 2023

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.

ÉVALUATION DE MÉTHODES DE LUTTE CONTRE L'ANTHRACNOSE DANS LA FRAISE UTILISANT DIFFÉRENTES COMBINAISONS DE PRODUITS (FONGICIDES ET BIOFONGICIDES)

20-028-CIEL

RÉSUMÉ DU PROJET

L'antracnose est une maladie courante qui cause des pertes de rendement importantes dans la culture de la fraise en Amérique du Nord. Elle se développe très rapidement lorsque l'inoculum est présent et que les conditions climatiques sont favorables. Si l'on ne la maîtrise pas par un programme de pulvérisation fongicide, qui débute à l'ouverture des fleurs et se poursuit tous les 7 à 14 jours, on peut s'attendre à perdre beaucoup de rendement, en particulier si la saison est chaude et pluvieuse. Or, dans le cas de la culture de la fraise d'automne, ces conditions se rencontrent toute la saison. De plus, il est connu que, lorsque la sporulation de ces champignons est importante, la lutte avec les fongicides est généralement considérée comme moyennement efficace. Il est donc obligatoire de tenir un calendrier de suivi et de pulvérisation serré pour ne pas perdre le contrôle dans les champs à cause de cette maladie. Plusieurs des expériences réalisées au cours des dernières années ont permis de démontrer que l'alternance entre les traitements biologiques et conventionnels offrait souvent des résultats comparables ou supérieurs aux traitements conventionnels ou biologiques seuls. Ce projet a pour but d'évaluer l'efficacité de l'intégration de fongicides à risques réduits dans une rotation de fongicides conventionnels pour lutter contre l'antracnose dans la fraise.

La première année du projet, dans un contexte de résistance au groupe 11 de la souche d'antracnose retrouvée dans l'essai, nous avons démontré qu'il semble possible de mieux protéger les fruits avec une alternance où deux fongicides conventionnels (excluant le groupe 11) sur trois sont remplacés par des fongicides à moindre risque, qu'avec une alternance de fongicides conventionnels aux 7 jours (témoin commercial). Pour les deux années suivantes du projet, les fongicides du groupe 11 ont été retirés de toutes les rotations. La deuxième année n'a pas permis de montrer de différence statistique entre les différentes stratégies et le témoin non traité, mais on observe que, pour l'incidence de l'antracnose, la stratégie 5, qui consiste en des traitements de fongicides à risques réduits en préventifs et des fongicides conventionnels après l'apparition de la maladie, a donné un pourcentage de fruits malades inférieur ou semblable au témoin commercial. De plus, quand on regarde les tendances de cette variable à chaque récolte, la stratégie 3 (rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)) semble suivre les résultats du témoin commercial et de la stratégie 5, sauf à quelques dates. Enfin, la troisième année a permis de montrer que la stratégie 3 réduit l'incidence d'antracnose à la récolte par rapport au témoin non traité, de façon non statistiquement différente du témoin commercial. C'est-à-dire qu'en remplaçant un traitement conventionnel sur deux, cette stratégie a statistiquement aussi bien protégé les fruits que le témoin commercial.

La stratégie 3 permet en moyenne une diminution des IRS de 37% et des IRE de 49% par rapport au témoin commercial. La stratégie 5 permet une réduction des IRS de 43% et des IRE de 51%. Ces deux stratégies ont coûté en moyenne 4% de plus que le témoin commercial. Enfin, la stratégie 4 permet une réduction des IRS de 73% et des IRE de 69% et coûte 20% plus cher.

Nous n'avons pas observé d'effet des stratégies de rotation fongicides sur la moisissure grise, maladie qui est restée faible pendant les trois années du projet, bien qu'aucun traitement spécifique ne l'ait visé.

Par ailleurs, on note que la rotation de fongicides conventionnelle aux 7 jours ne permet pas de protéger totalement les fruits contre l'antracnose, malgré l'écartement des fongicides du groupe 11 de la stratégie. Il faut considérer que l'efficacité de certains produits, homologués contre l'antracnose et d'autres groupes que 11, reste à être démontrée. Par exemple, au moment d'écrire ce rapport en 2023, de nouvelles informations nous permettent de considérer que les molécules du groupe 3 ne présenteraient pas non plus d'efficacité contre la maladie. Des produits plus et moins efficaces ont alors été intégrés dans les différentes stratégies, ce qui en a affecté la performance. Puisque tous les produits ne montrent pas une efficacité égale contre l'antracnose, il sera pertinent de refaire l'expérimentation, mais en utilisant seulement des produits que l'on sait efficaces. Ceci permettrait de confirmer les résultats encourageants obtenus pour la stratégie 3.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Ce projet a pour but d'évaluer l'efficacité de l'intégration de fongicides à risques réduits dans une rotation de fongicides conventionnels pour lutter contre l'antracnose dans la fraise. L'essai a été mené à la ferme expérimentale du CIEL à Lavaltrie en 2020 et 2021 et à Lanoraie en 2022. Le dispositif expérimental était un dispositif en blocs complets aléatoires comportant 4 répétitions avec 6 traitements évalués en 2020 et 2021 et 7 traitements évalués en 2022, dont un témoin non traité et un témoin commercial, totalisant 24 et 28 parcelles. Les différents traitements et leurs dates d'application sont listés dans les tableaux 1 à 3 en annexe. Les parcelles consistaient en un rang double de 20 plants de fraisiers d'automne de la variété Seascape. Les plants ont été plantés en quinconce sur une butte recouverte de plastique noir à un espacement de 12 po. Des zones tampons de 2 m sans plant ont été gardées entre chaque parcelle.

Les mesures réalisées à chaque récolte ont été :

1) Rendement total, commercialisable et non commercialisable (g/plant et % du rendement)
À chaque récolte, toutes les fraises mûres ont été ramassées et triées en fonction de leur catégorie (commercialisables, déclassées à cause de l'antracnose ou déclassées, car trop petites ou autre maladie), puis comptées et pesées catégorie par catégorie.

2) Incidence et sévérité de la maladie par estimation visuelle sur tous les fruits à la récolte
Dès qu'une fraise présentait des symptômes de la maladie, elle était déclassée et décomptée comme présentant de l'antracnose. La sévérité de la maladie a aussi été notée (% du fruit atteint par la maladie). Ainsi, l'incidence de la maladie a été calculée via le pourcentage de fruits présentant de l'antracnose et la sévérité via la surface de fruit atteinte sur chaque fruit malade.

3) Incidence et sévérité de la maladie par estimation visuelle sur un échantillon de 50 fruits, après une période d'incubation.

L'incubation de 3 à 4 jours (48 à 72h en chambre froide de style Walk-in (Can-trol®) à 5°C, puis 24h à température pièce de 20°C), en plus de mimer une période d'entreposage (jusqu'à la mise en vente à l'épicerie, puis sur le comptoir du consommateur), permet au champignon d'exprimer des symptômes sur les fruits qui ne sont pas toujours visibles à la récolte.

4) Incidence de la moisissure grise par estimation visuelle sur tous les fruits à la récolte.

De la même façon que pour l'antracnose, dès qu'une fraise présentait des symptômes de la maladie, elle était déclassée et décomptée comme présentant de la moisissure grise. Ainsi, l'incidence de la maladie à la récolte a été calculée via le pourcentage de fruits présentant de la moisissure grise.

En 2022, à cause de maladies racinaires sur le site d'essai, la vigueur de chaque plant par parcelle a été notée à quatre occasions (01 août, 17 août, 30 août et 15 septembre), à l'aide d'une échelle de 0 à 5 où 0 = plants morts et 5 = plants normalement vigoureux, puis la moyenne par parcelle a été calculée.

Les données recueillies ont été analysées avec le logiciel R. Une première analyse avec un modèle ANOVA à deux facteurs (traitement et répétition) a été réalisée sur les données totales cumulées de la saison. Une deuxième analyse avec un modèle ANOVA à trois facteurs (traitement, répétition et temps) avec interaction (traitement x temps) a été réalisée sur les données moyennes par récolte, à chaque récolte. La première analyse ANOVA nous donne des renseignements sur ce qui s'est passé de façon globale sur la saison. Le deuxième modèle ANOVA nous renseigne sur ce qu'il s'est passé d'une récolte à une autre et l'influence du facteur temps sur les résultats. Ce modèle est plus précis, sauf quand il y a une interaction entre le temps et les traitements. Le premier type d'analyse est utilisé pour analyser les données de rendements, alors que le deuxième type d'analyse est utilisé pour analyser les données de maladie (incidence et sévérité).

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

1. Saison 2020

Le niveau de maladie observé en 2020 a été faible à moyen. Les résultats ont démontré moins de fruits infectés par l'antracnose pour les stratégies 4 et 5 en comparaison au témoin non traité. Les autres stratégies ne se sont pas distinguées du témoin non traité. Cependant, certains fongicides utilisés (Pristine^{MD} WG, Evito^{MD} 480 SC et Cabrio^{MD} EG) font partie des groupes 7 et 11. Or, la majorité des matières actives du groupe 7 est connue dans la littérature pour ne pas avoir d'effet sur l'antracnose à cause d'une insensibilité naturelle du champignon, ce qui est le cas pour ces fongicides. Ainsi l'efficacité de ces trois produits devait reposer sur la strobilurine du groupe 11. Des fruits porteurs de la maladie ont été acheminés vers Phytodata afin de faire une évaluation de résistance possible du champignon aux molécules du groupe 11. Des isolats du champignon ont été réalisés et analysés à l'hiver 2021. Les résultats ont confirmé que les isolats de champignon présents sur le site d'essai étaient résistants aux molécules du groupe 11, ce qui a fortement restreint l'efficacité des stratégies testées dans l'essai comme celle du témoin commercial qui comprenait plusieurs fongicides reposant sur le groupe 11.

1.1. Rendement total et commercialisable

Ces données nous permettent de savoir si les différentes stratégies de rotation fongicides ont eu un effet sur les rendements totaux des plants de fraises sur la période de suivi. Les résultats sont présentés dans le tableau 4 (total des récoltes) en annexe.

Pour le rendement total et le rendement en fruits déclassés à cause de l'antracnose, de la moisissure grise ou à cause du calibre et autres maladies, aucune différence statistique n'a été observée (g/plant ou % du nombre de fruits). Pour le rendement commercialisable en g/plant, aucun des traitements n'est différent du témoin non traité. Cependant, on observe que les plants du témoin commercial ont produit plus de fruits que ceux de la stratégie 5 (fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie). Cette différence ne se retrouve pas pour le pourcentage de fruits. Vraisemblablement, cette différence est due à la variabilité des données plutôt qu'à un effet direct des stratégies.

1.2. Incidence de l'antracnose sur les fruits

Ces données nous permettent de déterminer l'influence des différentes stratégies de rotation fongicides sur la quantité de fraises atteintes par l'antracnose à la récolte et après incubation. À la récolte, il n'y a pas d'interaction entre la stratégie et le temps pour l'incidence

d'anthracnose c'est-à-dire que le premier facteur n'influence pas le deuxième, et vice-versa. Dans ce cas, il est possible de regarder les résultats moyens de la saison. Concernant les données d'incidence d'anthracnose après l'incubation, il apparaît qu'il y a une interaction entre la stratégie et le temps, c'est-à-dire que le premier facteur influence le deuxième, et vice-versa, dans ce cas, l'ANOVA 2 facteurs est plus précise. Les données sont présentées dans le tableau 5 en annexe.

La stratégie 4 (alternance de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels, 2 sur 3, sans groupe 11) est celle qui présentait statistiquement le moins d'incidence d'anthracnose. Cette stratégie n'est pas statistiquement différente de la stratégie 5 ni de la stratégie 3 (rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)). La stratégie 5 présente statistiquement moins d'anthracnose que le témoin non traité, ce qui n'est pas le cas de la stratégie 3. Aussi, le témoin commercial (fongicides conventionnels aux 7 jours) qui comprenait plusieurs fongicides reposant sur le groupe 11, n'était pas significativement différent du témoin non traité. La stratégie 2 (rotation de fongicides à risques réduits uniquement) n'était pas non plus significativement différente du témoin non traité pour cette variable. Après incubation, aucune différence statistique n'a été observée entre les stratégies.

1.3. Sévérité de l'anthracnose sur les fruits

Ces données nous permettent de connaître l'influence des différentes stratégies de rotation fongicides sur le pourcentage de la surface des fraises atteintes par l'anthracnose à la récolte et après incubation. Il n'y a pas d'interaction entre la stratégie et le temps pour ces variables, c'est-à-dire que le premier facteur n'influence pas le deuxième, et vice-versa. Dans ce cas, il est possible de regarder les résultats moyens de la saison. Les données sont présentées dans le tableau 6 en annexe.

Aucune différence statistique n'est observée entre les différents traitements, c'est-à-dire que quand une fraise est atteinte par la maladie, les différentes stratégies n'influencent pas la sévérité de l'anthracnose sur le fruit que ce soit à la récolte ou après incubation.

1.4. Moisissure grise

Cette maladie a également été suivie tout au long de la saison pour vérifier l'influence des différentes stratégies sur cette maladie. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Aucune différence statistique n'a été observée sur la moyenne de la saison, pour le poids de fruit ou l'incidence de la maladie (% du nombre de fruits). Les stratégies utilisées n'ont donc pas eu d'effet sur cette maladie dans le cadre de notre essai. Il est à noter que la pression de cette maladie sur notre site d'essai est restée très faible pendant la saison avec moins de 0,58% du nombre de fruits touchés, soit 1,86 g/plant.

2. Saison 2021

En 2021, une grande majorité des variables ont présenté une interaction entre le temps et les traitements pour l'ANOVA à trois facteurs, donc seuls les résultats de l'ANOVA à deux facteurs sont présentés. Bien que pour l'incidence de la maladie considérée au total de la saison il n'y ait pas eu de différence statistique entre les différentes stratégies et le témoin non traité, on observe que la stratégie 5 a donné un pourcentage de fruits malades inférieur ou semblable au témoin commercial. Aussi, quand on regarde les tendances à chaque récolte, la stratégie 3 semble souvent suivre les résultats du témoin commercial et de la stratégie 5, sauf à quelques dates. Toutefois, ceci n'est pas observé en post-incubation. Beaucoup de variabilité est observée dans l'essai, d'autres échantillons ont été prélevés et envoyés chez Phytodata pour les évaluations de résistances.

2.1. Rendement total et commercialisable

Les résultats sont présentés dans le tableau 7 en annexe.

Pour le rendement en fruits commercialisables et le rendement total (g/plant), les stratégies 1 (témoin commercial) et 3 ont présenté des rendements statistiquement plus élevés que le témoin non traité. Pour la stratégie 1 on observe aussi moins de fruits déclassés par la maladie sans cependant présenter de différence significative.

Pour ce qui est du rendement en fruit déclassé à cause du poids ou d'autres dommages et à cause de la moisissure grise, nous n'observons aucune différence statistique que ce soit en grammes par plant ou en pourcentage de fruits. Toutes les autres stratégies n'ont pas été différentes du témoin non traité pour ces variables.

En pourcentage de fruits commercialisables, le témoin non traité n'est pas statistiquement différent de toutes les stratégies. Seuls les plants du témoin commercial ont produit plus de fruits commercialisables que ceux de la stratégie 2. Enfin, concernant le poids par plant de fruits présentant de l'antracnose, le témoin non traité n'est, là aussi, statistiquement différent d'aucune des stratégies. Seuls les plants de la stratégie 2 ont produit plus de fruits malades que les plants du témoin commercial et de la stratégie 5.

2.2. Incidence de l'antracnose sur les fruits

Les résultats sont présentés dans les tableaux 8, 9 et 10 et les figures 1 et 2 en annexe.

Au niveau de l'incidence de l'antracnose sur les fruits pour le total de la saison, les mêmes observations que pour le poids par plant avec antracnose ont été faites. En effet, aucun traitement n'est différent statistiquement du témoin non traité (tableau 8). Cependant, les stratégies 1 et 5 ont présenté des incidences réduites comparées au témoin non traité. Il faut toutefois considérer que, bien que les fongicides contenant les groupes 7 et 11 ont été retirés des stratégies, l'efficacité de plusieurs autres produits reste à être démontrée ou est même mise en doute. Par exemple, au moment d'écrire ce rapport en 2023, de nouvelles informations nous permettent de considérer que les molécules du groupe 3 ne présenteraient pas non plus d'efficacité contre la maladie. En conséquence, des produits dont l'efficacité est douteuse, comme Quadris top, ont été inclus dans l'essai en 2021 et en 2022, ce qui a sûrement diminué la qualité de la protection exercée par les différentes stratégies et augmenté la variabilité des données. Ceci peut expliquer, entre autres, que même le témoin commercial ne se distingue pas du témoin non traité. Tout de même, certaines tendances se dégagent des résultats. Sur le total de la saison, les plants de la stratégie 2 ont produit un nombre significativement plus élevé de fruits malades, à la récolte et après l'incubation, que les plants du témoin commercial et de la stratégie 5 (Tableau 8). La stratégie 2, consistant en l'alternance de fongicides à moindres risques seulement, n'a donc pas permis une bonne protection contre la maladie.

En observant les résultats à chaque récolte, on voit que le témoin commercial a démontré une assez bonne protection tout comme la stratégie 5 qui, dès l'arrivée de la maladie, a été traitée avec des produits conventionnels. Quant à la stratégie 3, alternance des produits à risques réduits et conventionnels 1 sur 2, le contrôle a été plus faible au départ, probablement dû à l'utilisation du Quadris Top, puis le contrôle s'est rapproché du témoin commercial par la suite. On voit aussi que l'incidence de la l'antracnose sur les plants de la stratégie 2 est égale ou supérieure au témoin non traité, indiquant que cette stratégie n'a procuré elle aussi aucune protection (Figure 1, tableau 9). Ce même résultat s'observe aussi sur les fruits après une période d'incubation (figure 2, tableau 10). La stratégie 4, consistant en l'alternance de fongicides à moindre risque et de fongicides conventionnels 2 fois sur 3, ne s'est pas non plus distinguée du témoin non traité ni de la stratégie 2 sur le total de la saison (tableau 8) ni au niveau des résultats à chaque récolte (figures 1 et 2, tableaux 9 et 10).

Ainsi, la stratégie 5, consistant en l'alternance de fongicides à moindres risques en prévention et de fongicides conventionnels après l'apparition de la maladie, a fourni une protection équivalente au témoin commercial (tableau 8). Les tendances à chaque récolte démontrent que l'incidence de la maladie sur les plants de cette stratégie était aussi faible que celle du témoin commercial tout au long de la saison, et ce même lorsque la pression était particulièrement élevée (Figure 1, tableau 9). Par exemple, à la récolte du 7 septembre, alors que l'incidence atteignait 32.07 % dans le témoin non traité, on observait une incidence significativement plus faible dans le témoin commercial et la stratégie 5, soit de 2.87 et 2.94 % respectivement. Ce résultat est cohérent puisque, dès l'arrivée de la maladie, la stratégie a reçu les mêmes produits que le témoin commercial. La même tendance s'observe après une période d'incubation tout au long de la saison (figure 2, tableau 10).

Les résultats se montrent également encourageants pour la stratégie 3 qui consiste en l'alternance de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels 1 fois sur 2. Aux récoltes du 3 et 7 septembre (figure 1, tableau 9), on observe que la stratégie 3 a permis de maintenir un niveau d'incidence (>6 %) comparable au témoin commercial et à la stratégie 5, alors que la pression était particulièrement élevée dans l'essai. Considérant que le contrôle exercé par la stratégie 3 a pu être affecté par l'efficacité douteuse de certains produits, il semble que cette stratégie puisse présenter un potentiel contre l'antracnose malgré l'absence de différence significative avec le témoin non traité. Pour le confirmer, il reste pertinent de reproduire l'expérimentation, mais seulement avec des produits que l'on sait efficaces. En revanche, cette même tendance est moins évidente après une période d'incubation (figure 2, tableau 10).

2.3. Sévérité de l'antracnose sur les fruits

Les résultats sont présentés dans le tableau 11 en annexe.

Pour ce qui est de la sévérité de la maladie à la récolte pour le total de la saison, nous n'observons aucune différence statistique entre les stratégies. Par contre après incubation, les fruits du témoin commercialisable et de la stratégie 3 ont présenté moins de surface malade et donc une sévérité moins élevée que le témoin non traité. Toutes les autres stratégies n'étaient ni différentes de l'un ou de l'autre.

2.4. Moisissure grise

Les résultats sont présentés dans le tableau 7 en annexe.

Aucune différence statistique n'a été observée sur la moyenne de la saison, pour le poids de fruit ou l'incidence de la maladie (% du nombre de fruits). Les stratégies utilisées n'ont donc pas eu d'effet sur cette maladie dans le cadre de notre essai. Il est à noter que la pression de cette maladie est restée très faible pendant la saison, ne dépassant pas 0,35% du nombre de fruits, soit 1,55 g/plant.

3. Saison 2022

En 2022, le nouveau site d'essai a malheureusement présenté beaucoup de maladies racinaires. Ceci a influencé le rendement des plants, et particulièrement le calibre des fruits. De plus, l'antracnose est arrivée tardivement en saison, après inoculation réalisée le 18 août à l'aide d'une macération de fruits contaminés par l'antracnose. Malgré tout la vigueur des plants a été uniforme sur l'essai. L'inoculation a permis d'augmenter la pression de maladie et nous avons observé des différences significatives entre les stratégies.

3.1. Rendement total et commercialisable

Les résultats sont présentés dans le tableau 12 en annexe.

De façon générale, aucune différence statistique n'a été observée sur le rendement total, commercialisable ou déclassé de la saison. En raison des maladies racinaires, le rendement est resté très bas et majoritairement composé de fruits déclassés, essentiellement à cause de leur faible calibre. Les maladies racinaires ont également entraîné une forte variabilité dans les rendements entre et au sein des parcelles, ne permettant pas d'observer de différence statistique.

La vigueur des plants n'a toutefois pas présenté de différences significatives entre les stratégies pour aucune des quatre dates (tableau 13). Les maladies racinaires étaient donc répandues de manière uniforme sur l'essai et toutes les stratégies en ont été atteintes de manière équivalente.

3.2. Incidence de l'antracnose sur les fruits

Concernant l'incidence de l'antracnose sur les fruits à la récolte ou après incubation, récolte par récolte, il apparaît qu'il n'y a pas d'interaction entre la stratégie et le temps, c'est-à-dire que le premier facteur n'influence pas le deuxième, et vice-versa. Dans ce cas, il est possible de regarder les résultats moyens de la saison. Ces résultats sont présentés dans le tableau 14 en annexe.

On observe que le témoin commercial a démontré une assez bonne protection contre la maladie en présentant l'incidence la plus faible et significativement différente du témoin non traité. La stratégie 3 a aussi permis de réduire l'incidence d'antracnose à la récolte de façon significative par rapport au témoin non traité. C'est-à-dire qu'en remplaçant la moitié des traitements conventionnels, cette stratégie a statistiquement aussi bien protégé les fruits que le témoin commercial. La stratégie 4 n'a pas été statistiquement différente de la stratégie 3 pour cette donnée, en revanche elle n'a pas non plus été différente du témoin non traité. Toutes les autres stratégies n'ont pas été différentes du témoin non traité.

Après l'incubation des fruits, seul le témoin commercial a présenté une incidence de maladie significativement plus faible que le témoin non traité.

Considérant que certains produits dont l'efficacité est probablement très faible ou nulle ont été intégrés dans l'essai, nous savons que cette situation a affecté la performance des différentes stratégies. Malgré cela, tout comme en 2021, les résultats demeurent encourageants concernant la stratégie 3.

3.3. Sévérité de l'antracnose sur les fruits

Concernant la sévérité de l'antracnose à la récolte ou après incubation, il apparaît qu'il n'y a pas d'interaction entre la stratégie et le temps, c'est-à-dire que le premier facteur n'influence pas le deuxième, et vice-versa. Dans ce cas, il est possible de regarder les résultats moyens de la saison. Ces résultats sont présentés dans le tableau 15 en annexe.

À la récolte, seul le témoin commercial a présenté une sévérité de maladie significativement plus faible que le témoin non traité.

Après l'incubation des fruits, seul le témoin commercial a présenté une incidence de maladie significativement plus faible que le témoin non traité.

3.4. Moisissure grise

Les résultats sont présentés dans le tableau 16 en annexe.

Aucune différence statistique n'a été observée sur la moyenne de la saison, pour le poids de fruit ou l'incidence de la maladie (% du nombre de fruits). Les stratégies utilisées n'ont donc pas eu d'effet sur cette maladie dans le cadre de notre essai. Il est à noter que la pression de cette maladie est restée très faible pendant la saison ne dépassant pas 0,41% du nombre de fruits, soit 0,96 g/plant.

4. Retombées agro-économiques

Les résultats sont présentés dans le tableau 18 en annexe.

On observe que la stratégie 3, qui est la plus prometteuse selon les résultats de 2021 et 2022, a permis une diminution des IRS entre 33 et 43% (moyenne de 37%), et une diminution des IRE entre 41 et 57% (moyenne de 49%) par rapport au témoin commercial. Elle a coûté entre 6% moins cher et 14% plus cher (moyenne de +4%) que le témoin commercial. La stratégie 5 qui s'est démarquée en 2021, a permis une réduction des IRS entre 16 et 72% (moyenne de 43%) et une diminution des IRE entre 29 et 77% (moyenne de 51%). Cette stratégie a coûté entre 4 et 5% plus cher (moyenne de +4%). Enfin, la stratégie 4 qui s'est démarquée en 2020 dans le contexte de résistance aux groupes 11, permet une diminution entre 65 et 84% des IRS (moyenne de 73%) et entre 67 et 71% des IRE (moyenne de 69%). Elle a coûté entre 10 et 31% plus cher (moyenne de 20%). Ces résultats doivent être cependant considérés dans le contexte où nous certains produits n'auraient pas dû être utilisés. Ces observations demeurent malgré tout encourageantes.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Le rapport final et la fiche synthèse seront publiés sur le site Agri-Réseau. De plus, ces documents seront partagés à l'Association des Producteurs de Fraises et de Framboises du Québec (APFFQ) afin de rejoindre les producteurs et les intervenants du secteur.

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Notre hypothèse de départ était que l'utilisation de fongicides à moindres risques, appliqués avant ou en alternance avec des fongicides conventionnels, permettrait de contrôler la maladie. Ainsi, on réduirait l'usage des pesticides conventionnels, dont les indices de risque pour la santé (IRS) et pour l'environnement (IRE) sont plus élevés que ceux des biofongicides et fongicides à moindre risque.

La première année du projet, dans un contexte de résistance au groupe 11 de la souche d'antracnose retrouvée dans l'essai, nous avons démontré qu'il semble possible de mieux protéger les fruits avec une alternance où deux fongicides conventionnels (excluant le groupe 11) sur trois sont remplacés par des biofongicides, qu'avec une alternance de fongicides conventionnels. Pour les deux années suivantes du projet, les fongicides du groupe 11 ont été retirés des rotations. Cependant des informations devenues disponibles au moment d'écrire ce rapport en 2023 nous amènent à douter de l'efficacité de certains fongicides conservés dans le projet. Un nouveau projet serait nécessaire afin de retravailler ces stratégies avec une meilleure connaissance des efficacités des produits et de l'état de la résistance du champignon. Malgré cette situation où le contrôle de la maladie n'était pas parfait, les résultats des deux autres années ont permis d'observer que la stratégie 3 (rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)) a suivi les résultats du témoin commercial. La troisième année a permis de montrer que la stratégie 3 réduit l'incidence d'antracnose à la récolte par rapport au témoin non traité, de façon non statistiquement différente du témoin commercial. C'est-à-dire qu'en réduisant de moitié les traitements conventionnels, cette stratégie a statistiquement aussi bien protégé les fruits que le témoin

commercial. Ces résultats montrent donc qu'il semble prometteur de pouvoir réduire les applications de fongicides conventionnels en introduisant des fongicides à moindres risques dans la rotation. Cette stratégie entrainerait une réduction des IRE et IRS.

PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION

Roxane Pusnel, biol. M. Sc.
Téléphone : (450) 589-7313 # 237
Courriel : r.pusnel@ciel-cvp.ca

Alex-Anne Couture, biol. M. Sc.
En remplacement du congé de maternité de Roxane Pusnel
Téléphone : (514) 348-5424
Courriel : a.couture@ciel-cvp.ca

Pierre Lafontaine, Ph.D., agr.
Téléphone : (450) 589-7313 # 223
Courriel : p.lafontaine@ciel-cvp.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé dans le cadre du sous-volet 3.1 du programme Prime-Vert – *Appui au développement expérimental, à l'adaptation technologique et au transfert technologique des connaissances en agroenvironnement*, avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.

ANNEXE(S)

Tableau 1 : Liste des traitements saison 2020

Liste des traitements	Liste des traitements dans l'ordre d'application	Dates de traitement
Témoin non traité		
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	Quadris Top® ; Pristine ^{MD} WG ; Evito ^{MD} 480SC ; Switch® 65.5G ; Cabrio ^{MD} EG ; Luna Sensation ^(MC) ; Quadris Top® ; Pristine ^{MD} WG ; Evito ^{MD} 480SC ; Switch® 65.5G ; Cabrio ^{MD} EG	
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	Botector® ; Actinovate® AG ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® AG ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® AG ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® AG	
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	Botector ; Pristine ^{MD} WG ; Actinovate® AG ; Evito ^{MD} 480SC ; Diplomat® 5SC ; Switch® 65.5G ; Botector® ; Cabrio ^{MD} EG ; Actinovate® AG ; Luna Sensation ^(MC) ; Diplomat® 5SC	2/07 ; 9/07 ; 16/07 ; 24/07 ; 29/07 ; 06/08 ; 13/08 ; 19/08 ; 27/08 ; 03/09 ; 09/09
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3), sans groupe 11	Botector® ; Actinovate® AG ; Switch® 65.5G ; Diplomat® 5SC ; Botector ; Switch® 65.5G ; Botector® ; Actinovate® AG ; Switch® 65.5G ; Diplomat® 5SC ; Botector®	
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	Botector® ; Actinovate® AG ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Quadris Top® ; Pristine ^{MD} WG ; Evito ^{MD} 480SC ; Switch® 65.5G ; Cabrio ^{MD} EG ; Luna Sensation ^(MC) ; Quadris Top®	

Tableau 2 : Liste des traitements saison 2021

Liste des traitements	Liste des traitements dans l'ordre d'application	Dates de traitement
Témoin non traité		
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	Quadris Top® ; Switch® 65.5G ; Quadris Top® ; Switch® 65.5G	
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector®	06/07 ; 12/07 ; 19/07 ; 26/07 ; 03/08 ; 10/08 ; 17/08 ; 24/08 ; 31/08; 09/09
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	Botector® ; Quadris Top® ; Actinovate® SP ; Switch® 65.5G ; Diplomat® 5SC ; Quadris Top® ; Botector® ; Switch® 65.5G ; Actinovate® SP ; Quadris Top®	
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	Botector® ; Actinovate® SP ; Switch® 65.5G ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Quadris Top® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Switch® 65.5G ; Botector®	
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® SP ; Quadris Top® ; Switch® 65.5G ; Quadris Top® ; Switch® 65.5G ; Quadris Top®	

Tableau 3 : Liste des traitements saison 2022

Liste des traitements	Liste des traitements dans l'ordre d'application	Dates de traitement
Témoin non traité		
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	Switch® 65.5G ; Quadris Top® ; Switch® 65.5G	11/07 ; 18/07 ; 26/07 ; 01/08 ; 09/08 ; 16/08 ; 24/08 ; 31/08 ; 08/09
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector®	
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	Quadris Top® ; Actinovate® SP ; Switch® 65.5G ; Diplomat® 5SC ; Quadris Top® ; Botector® ; Switch® 65.5G ; Actinovate® SP ; Quadris Top®	
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	Actinovate® SP ; Switch® 65.5G ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Quadris Top® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Switch® 65.5G ; Botector®	
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® SP ; Diplomat® 5SC ; Botector® ; Actinovate® SP ; Quadris Top® ; Switch® 65.5G	
(S6) : rotation de fongicides conventionnels aux 14 jours	- Quadris Top® ; - ; Switch® 65.5G ; - ; Quadris Top® ; - ; Switch® 65.5G ; - ; Quadris Top®	

Tableau 4 : Rendement commercialisable et non commercialisable et total en fonction des traitements, en g/plant et en pourcentage, à la récolte, total de la saison 2020 (18 récoltes)

Traitements	TOTAL		Commercialisable			Déclassé: < 6 g et autre			Déclassé: moisissure grise			Anthracnose						
	Poids/plant (g)		Poids/plant (g)	% Nbr		Poids/plant (g)	% Nbr		Poids/plant (g)	% Nbr		Poids/plant (g)	% Nbr					
Témoin non traité	384,18	a	297,93	ab	59,29	a	72,30	a	36,78	a	0,86	a	0,48	a	13,09	a	3,45	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	418,01	a	331,44	a	62,29	a	72,37	a	33,99	a	1,86	a	0,58	a	12,34	a	3,16	a
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	361,13	a	281,59	ab	59,82	a	66,85	a	36,42	a	0,51	a	0,24	a	12,19	a	3,51	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	363,01	a	277,98	ab	57,48	a	75,84	a	39,80	a	1,54	a	0,53	a	7,64	a	2,19	a
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3), sans groupe 11	376,90	a	299,28	ab	61,07	a	73,74	a	37,72	a	0,43	a	0,17	a	3,45	a	1,04	a
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	350,43	a	255,77	b	54,86	a	87,75	a	43,14	a	0,69	a	0,27	a	6,22	a	1,72	a
Valeur de p	0,242		0,04		0,113		0,5		0,052		0,05		0,0462		0,122		0,206	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 5 : Incidence de l'antracnose par récolte (%), à la récolte (moyenne par récolte) et après incubation (total de la saison), saison 2020

Traitements	À la récolte		Après incubation	
	Moyenne par récolte		Total de la saison	
Témoin non traité	4,01	a	6,79	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	3,22	ab	4,84	a
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	3,34	a	4,98	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	2,42	abc	3,44	a
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3), sans groupe 11	0,94	c	2,21	a
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	1,49	bc	4,93	a
<i>Valeur de p</i>	< 0,001		0,162	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey ($P > 0,05$).

Tableau 6 : Sévérité de l'antracnose sur les fruits atteints à la récolte et après incubation, en pourcentage de tissus atteints, moyenne par récolte, saison 2020

Traitements	À la récolte		Après incubation	
Témoin non traité	17,67	a	12,40	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	14,86	a	9,97	a
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	13,14	a	11,87	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	13,63	a	10,91	a
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3), sans groupe 11	24,43	a	10,40	a
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	17,51	a	11,31	a
<i>Valeur de p</i>	0,5080		0,738	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey ($P > 0,05$).

Tableau 7 : Rendement commercialisable et non commercialisable total en fonction des traitements, en g/plant et en pourcentage, total de la saison 2021 (17 récoltes)

Traitements	TOTAL		Commercialisable			Déclassé: < 6 g et autre			Déclassé: MG			Anthracnose						
	Poids/plant (g)		Poids/plant (g)		% Nbr	Poids/plant (g)		% Nbr	Poids/plant (g)		% Nbr	Poids/plant (g)		% Nbr				
Témoin non traité	447,05	c	356,00	c	56,96	ab	76,81	a	39,36	a	0,91	a	0,24	a	13,32	ab	3,44	ab
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	576,23	a	472,37	a	61,33	a	98,05	a	37,47	a	1,55	a	0,35	a	4,26	b	0,85	b
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	477,13	bc	374,31	bc	56,49	b	78,39	a	37,77	a	0,83	a	0,18	a	23,61	a	5,56	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	551,05	ab	439,93	ab	58,14	ab	96,15	a	39,05	a	1,48	a	0,35	a	13,49	ab	2,47	ab
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3),	484,53	bc	381,97	bc	56,28	b	87,91	a	39,98	a	0,39	a	0,10	a	14,27	ab	3,64	ab
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	519,31	abc	423,13	abc	59,05	ab	91,57	a	39,97	a	1,52	a	0,23	a	3,08	b	0,75	b
Valeur de p	0,0020		0,0004		0,0206		0,0593		0,6347		0,1029		0,0545		0,0250		0,0281	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 8 : Incidence de l'antracnose par récolte (%), à la récolte et après incubation (total de la saison), saison 2021

Traitements	À la récolte		Après incubation	
Témoin non traité	3,44	ab	7,34	ab
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	0,85	b	2,18	b
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	5,56	a	9,52	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	2,47	ab	5,14	ab
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3),	3,64	ab	6,98	ab
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	0,75	b	2,29	b
Valeur de p	0,0281		0,0138	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

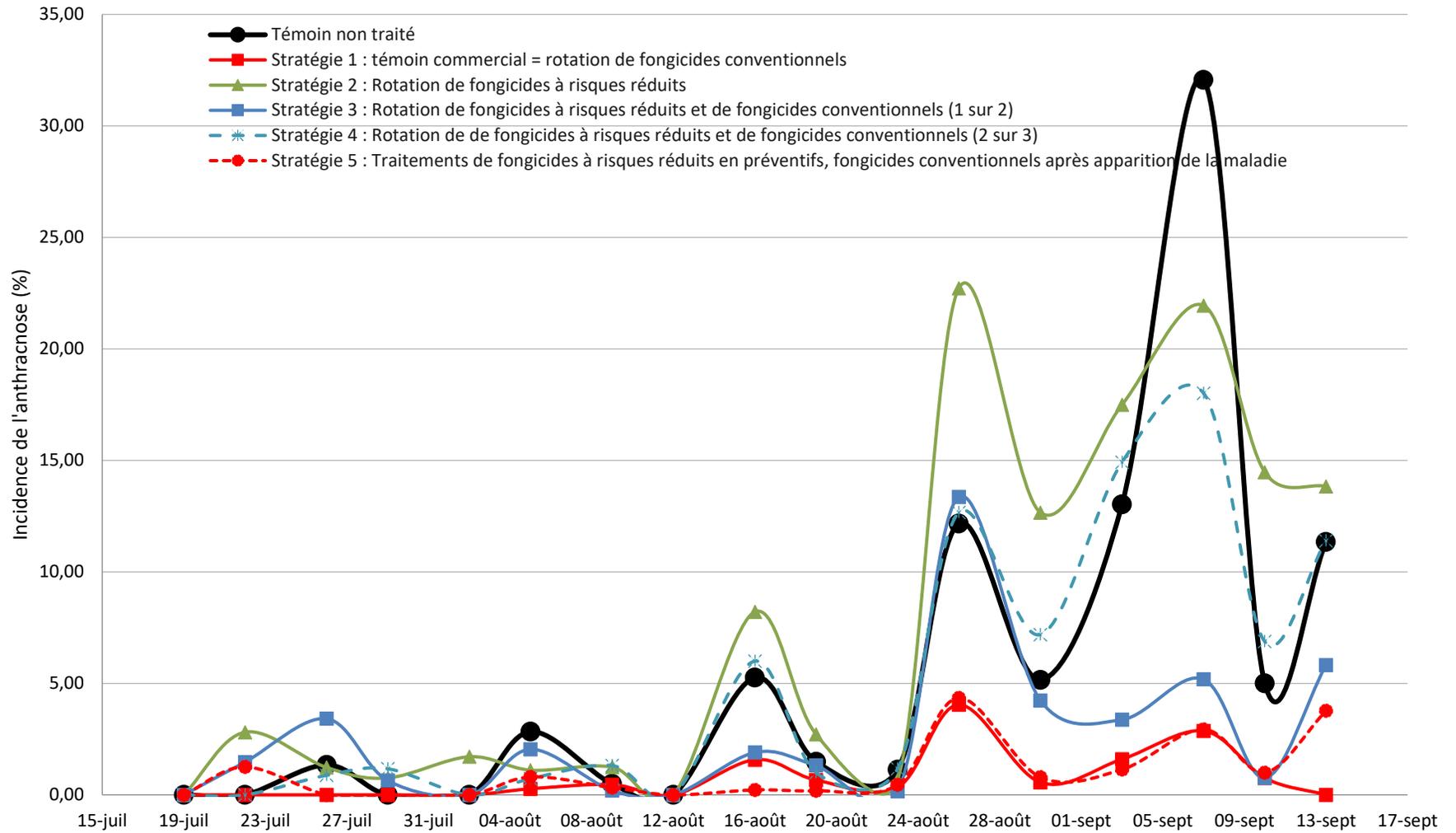


Figure 1 : Incidence de l'antracnose (% du nombre de fruits atteint) en fonction des traitements, à la récolte, détails de la saison 2021

Tableau 9 : Incidence de l'antracnose (% du nombre de fruits atteint) en fonction des traitements, à la récolte, détails de la saison 2021

Traitements	Anthracnose										
	Incidence (%) à la récolte										
	Du 19-juil au 23-août	26-août		30-août	03-sept		07-sept		10-sept		13-sept
Témoin non traité	a	12,17	ab	a	13,03	ab	32,07	a	5,00	ab	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels	a	4,04	b	a	1,60	b	2,87	b	0,76	b	a
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	a	22,72	a	a	17,49	a	21,95	ab	14,47	a	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	a	13,36	ab	a	3,37	ab	5,19	ab	0,76	b	a
(S4) : Rotation de de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	a	12,67	ab	a	14,92	ab	18,01	ab	6,88	ab	a
(S5) Traitements de fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	a	4,35	b	a	1,14	b	2,94	b	1,00	b	a
<i>Valeur de p</i>	<i>>0,05</i>	<i>0.02769</i>		<i>>0,05</i>	<i>0.00725</i>		<i>0.0149</i>		<i>0.0171</i>		<i>>0,05</i>

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

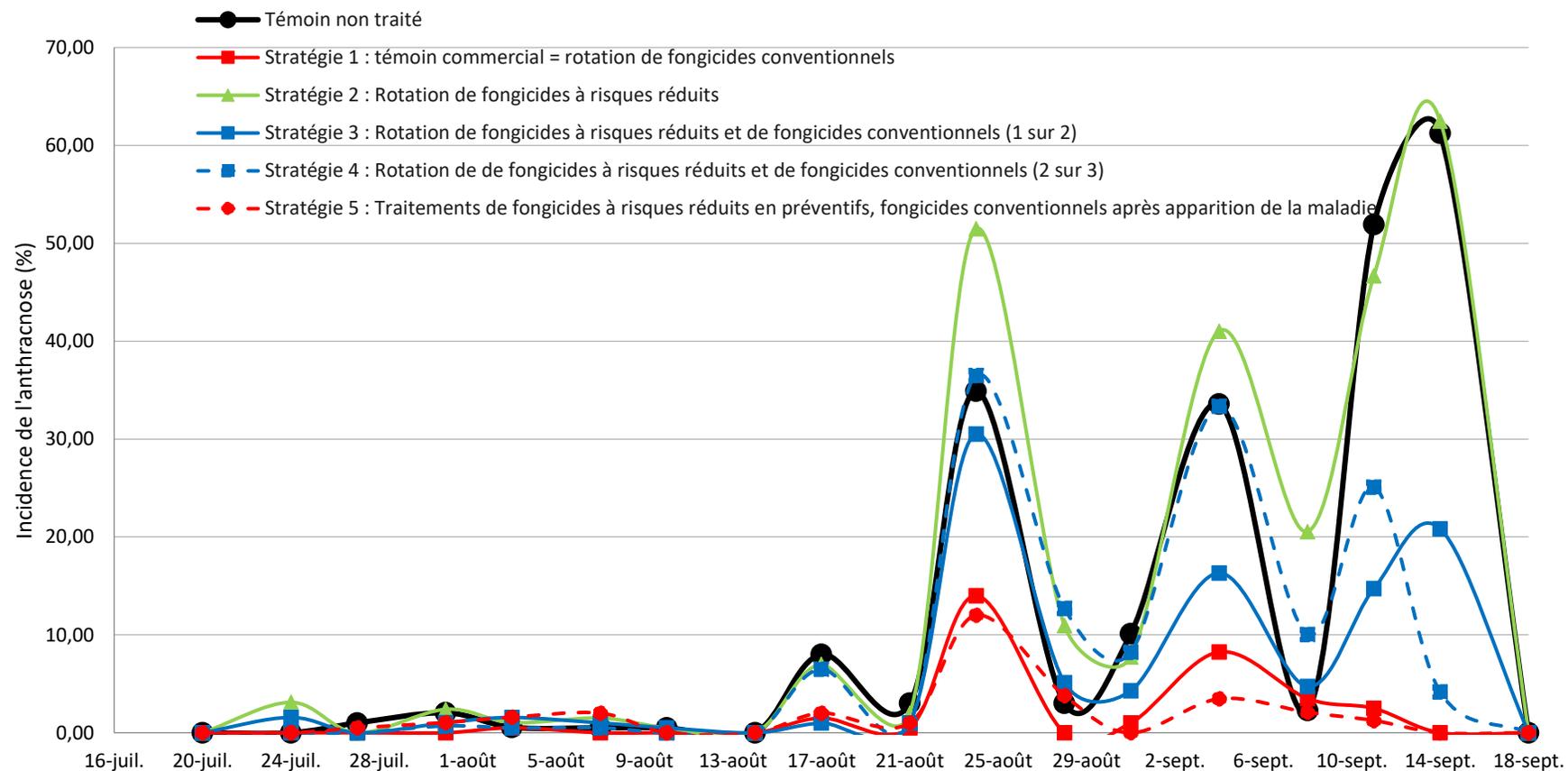


Figure 2 : Incidence de l'antracnose (% du nombre de fruits atteint) en fonction des traitements, après incubation, détails de la saison 2021

Tableau 10 : Incidence de l'antracnose (% du nombre de fruits atteint) en fonction des traitements, après incubation, détails de la saison 2021

Traitements	Anthracnose										
	Incidence (%) après l'incubation										
	Du 19-juil au 19- août	23-août		26 et 30- août	03-sept		07-sept		10-sept	13-sept	
Témoin non traité	a	34,90	ab	a	33,55	ab	2,28	b	a	61,25	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels	a	14,00	b	a	8,25	ab	3,50	ab	a	0,00	b
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	a	51,50	a	a	41,03	a	20,58	a	a	62,50	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	a	30,50	ab	a	16,30	ab	4,73	ab	a	20,83	ab
(S4) : Rotation de de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	a	36,50	ab	a	33,35	ab	10,05	ab	a	6,68	ab
(S5) Traitements de fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	a	12,00	b	a	3,48	b	2,08	b	a	0,00	b
<i>Valeur de p</i>	<i>>0,05</i>	<i>0.02121</i>		<i>>0,05</i>	<i>0.01267</i>		<i>0.02877</i>		<i>0.02378</i>		<i>0.006871</i>

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 11 : Sévérité de l'antracnose sur les fruits atteints à la récolte et après incubation, en pourcentage de tissus atteints, total de la saison, saison 2021

Traitements	À la récolte		Après incubation	
Témoin non traité	18,50	a	20,17	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	13,46	a	9,18	b
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	19,15	a	16,67	ab
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	14,28	a	10,76	b
(S4) Rotation de de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	16,45	a	12,43	ab
(S5) Traitements de fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	19,62	a	11,38	ab
<i>Valeur de p</i>	0,7876		0,2059	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 12 : Rendement commercialisable et non commercialisable total en fonction des traitements, en g/plant et en pourcentage, total de la saison 2022 (16 récoltes)

Traitements	TOTAL		Commercialisable			Déclassé: < 6 g et autre				Déclassé: MG		Anthracnose						
	Poids/plant (g)		Poids/plant (g)	% Nbr		Poids/plant (g)	% Nbr		Poids/plant (g)	% Nbr	Poids/plant (g)	% Nbr						
Témoin non traité	165,02	a	91,61	a	21,45	a	33,76	a	69,52	a	0,54	a	0,23	a	39,11	a	8,80	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	81,02	a	37,63	a	15,64	a	42,02	a	83,84	a	0,00	a	0,00	a	1,38	a	0,52	a
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	198,96	a	111,70	a	22,86	a	50,36	a	68,48	a	0,96	a	0,41	a	35,93	a	8,24	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	145,10	a	82,14	a	22,62	a	54,56	a	75,30	a	0,10	a	0,05	a	8,29	a	2,02	a
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	130,55	a	71,57	a	22,75	a	47,42	a	73,24	a	0,31	a	0,12	a	11,25	a	3,89	a
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	186,32	a	120,41	a	24,58	a	39,33	a	67,32	a	0,56	a	0,30	a	26,01	a	7,80	a
(S6) : rotation de fongicides conventionnels aux 14 jours	234,62	a	123,71	a	23,33	a	61,57	a	70,24	a	0,65	a	0,19	a	48,69	a	6,24	a
<i>Valeur de p</i>	0,8544		0,8851		0,9855		0,8511		0,9227		0,3686		0,1241		0,4234		0,4770	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 13 : Vigueur des plants (échelle de 0 à 5 où 0 = mort et 5 = normalement vigoureux), saison 2022

Traitements	Vigueur des plants							
	01-août		17-août		30-août		15-sept	
Témoin non traité	2,86	a	1,58	a	1,54	a	1,23	a
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	2,69	a	1,58	a	1,55	a	1,29	a
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	2,90	a	2,04	a	1,88	a	1,75	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	2,76	a	1,70	a	1,49	a	1,33	a
(S4) : Rotation de de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	2,85	a	1,68	a	1,59	a	1,44	a
(S5) Traitements de fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	3,19	a	2,02	a	1,93	a	1,71	a
(S6) Fongicides conventionnels aux 14 jours	2,94	a	1,78	a	1,62	a	1,35	a
Valeur de p	0,6084		0,7655		0,8212		0,7032	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 14 : Incidence de l'antracnose par récolte (%), à la récolte et après incubation (moyenne par récolte), saison 2022

Traitements	À la récolte		Après incubation	
	Témoin non traité	31,30	a	28,68
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	2,08	c	7,37	c
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	26,82	a	36,76	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	9,52	bc	13,09	bc
(S4) : Rotation de de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	18,60	ab	22,18	ab
(S5) Traitements de fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	29,35	a	24,76	ab
(S6) Fongicides conventionnels aux 14 jours	21,70	a	20,83	abc
Valeur de p	< 0,001		0,0005	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 15 : Sévérité de l'antracnose sur les fruits atteints à la récolte et après incubation, en pourcentage de tissus atteints, moyenne par récolte, saison 2022

Traitements	À la récolte		Après incubation	
	Témoin non traité	29,48	ab	16,45
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	8,75	c	7,83	b
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	25,88	ab	16,75	a
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	11,28	bc	15,91	ab
(S4) : Rotation de de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	20,32	bc	14,30	ab
(S5) Traitements de fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	23,61	ab	13,35	ab
(S6) Fongicides conventionnels aux 14 jours	25,62	a	12,80	ab
Valeur de p	0,0205		0,0252	

* Les moyennes suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % selon le test de Tukey (P>0,05).

Tableau 16 : Évaluation agro-économique et calcul des indices de risques pour la santé et l'environnement (IRS et IRE) des différentes stratégies selon les années

Traitements	2020			2021			2022		
	\$/ha	IRS	IRE	\$/ha	IRS	IRE	\$/ha	IRS	IRE
(S1) Rotation de fongicides conventionnels aux 7 jours = témoin commercial	1684,32	839	1136	1565,95	545	1365	1492,49	471	1206
(S2) Rotation de fongicides à risques réduits	2024,5	40	14	1859,37	35	13	1631,37	30	12
(S3) Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (1 sur 2)	1918,38	563	493	1636,76	312	711	1408,76	307	710
(S4) : Rotation de fongicides à risques réduits et de fongicides conventionnels (2 sur 3)	2199,9	135	352	1868,5	169	396	1640,5	164	395
(S5) Fongicides à risques réduits en préventifs, fongicides conventionnels après apparition de la maladie	1749,51	706	808	1636,76	312	711	1565,9	134	282
(S6) : rotation de fongicides conventionnels aux 14 jours	-	-	-	-	-	-	699,84	292	705

Quadris Top® = 73,46\$/ha, IRS = 74, IRE = 159
 Pristine^{MD} WG = 185,51\$/ha, IRS = 72, IRE = 136
 Evito^{MD} 480 SC = 131,58\$/ha, IRS = 6, IRE = 8
 Switch® 65.5SG = 239,73\$/ha IRS = 35, IRE = 114
 Cabrio^{MD} EG = 149,78\$/ha, IRS= 35, IRE = 75
 Luna Sensation^(MC) = 124,2, IRS = 395, IRE = 152
 Botector® = 228\$/ha, IRS = 5, IRE = 1
 Actinovate® AG = 165,13\$/ha, IRS = 5, IRS = 1
 Diplomat® 5SC = 150,66\$/ha, IRS = ND, IRE = 2