

Compte-rendu d'essai

Pomme 2019

Santé des plantes

Stratégie de luttés alternatives contre l'oïdium du pommier *Podosphaera leucotricha*

Date : décembre 2019

Rédacteur(s) : Bertrand ALISON – CTIFL / SudExpé

Projet région : Evaluation d'outils et de méthodes alternatives de protection contre les bioagresseurs du pommier

Action : Action 2, Stratégie de luttés alternatives contre l'oïdium du pommier *Podosphaera leucotricha*

Porteur du projet : SudExpé

Année de mise en place : 2019



Table des matières

Action 2.1. Suivi épidémiologique monitoring et modélisation	3
Action 2.2. Etude de l'intérêt pratique des stimulateurs des défenses des plantes (SDP) pour diminuer le recours à la lutte chimique contre l'oïdium du pommier et la tavelure du pommier	5
1. Contexte et objectifs de l'essai.....	5
2. Matériel et méthodes.....	5
a. Verger support	5
b. Plan et localisation des essais.....	5
c. Période de l'essai et détail des modalités	7
d. Conditions d'application des traitements	7
e. Variables observées.....	7
f. Traitement statistique et présentation graphique des résultats	8
3. Résultats	8
a. Contexte épidémiologique et météorologique de l'essai	8
b. Calendrier de traitement.....	10
c. Dégâts oïdium sur feuilles	11
d. Efficacité des stratégies oïdium.....	12
e. Dégâts tavelure	12
f. Phytotoxicité.....	14
4. Discussion - conclusion :.....	15
Annexe – échelle empirique de symptômes de phytotoxicité sur feuille	16

Action 2.1. Suivi épidémiologique monitoring et modélisation

Un suivi des pousses oïdiées et feuilles oïdiées a été réalisé en parcelles témoins à SudExpé Marsillargues avec identification de quelques pousses afin de déterminer les étages foliaires à contrôler (cf. méthode CEB 033).

Nous utilisons des bagues de différentes couleurs afin de d'estimer la date de contamination et la confronter au prévision du modèle RIM Pro.



Figure 1 : identification des feuilles oïdiées selon leur date de contamination

Le modèle RIMpro oïdium est disponible depuis 2017 sur la plateforme Sud Agro Météo (SAM). A l'instar du modèle RIMpro tavelure, il s'agit de tester la validité de ce modèle en réalisant des suivis biologiques à la parcelle.

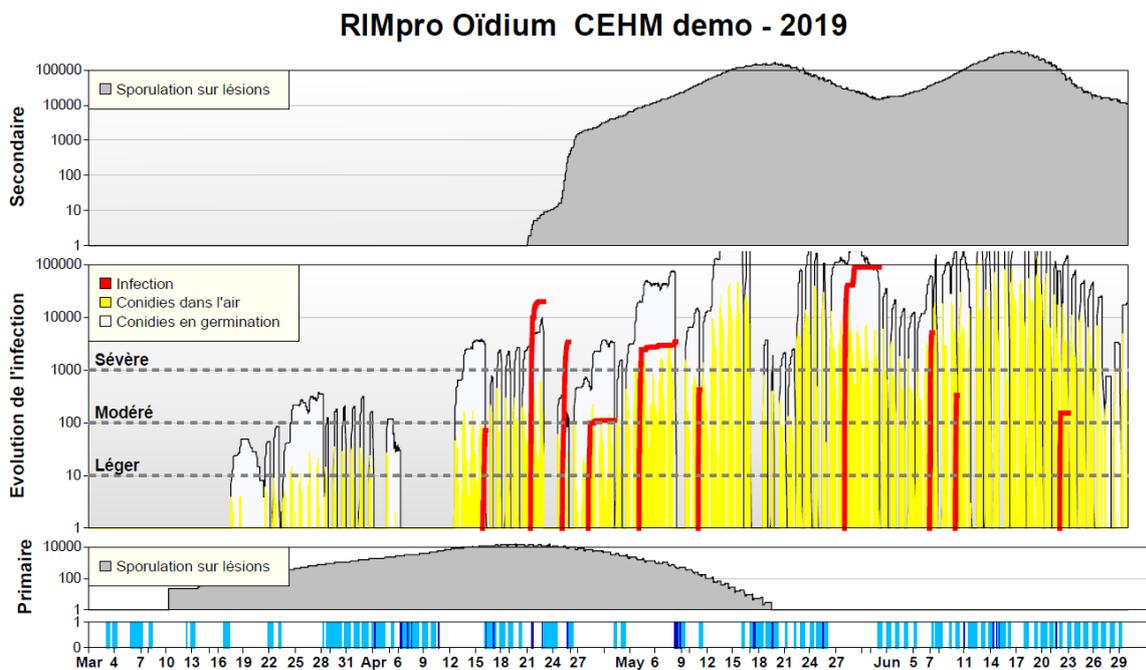


Figure 2 : Capture d'écran des prévisions du modèle RIMpro pendant la période de notation, du 01 mars au 30 juin 2019

La période d'incubation (PI) a été calculée à partir d'une formule définie par Xu, 1996¹. Ainsi les mesures réalisées au champs, pourront être confrontées aux prédictions du modèle.

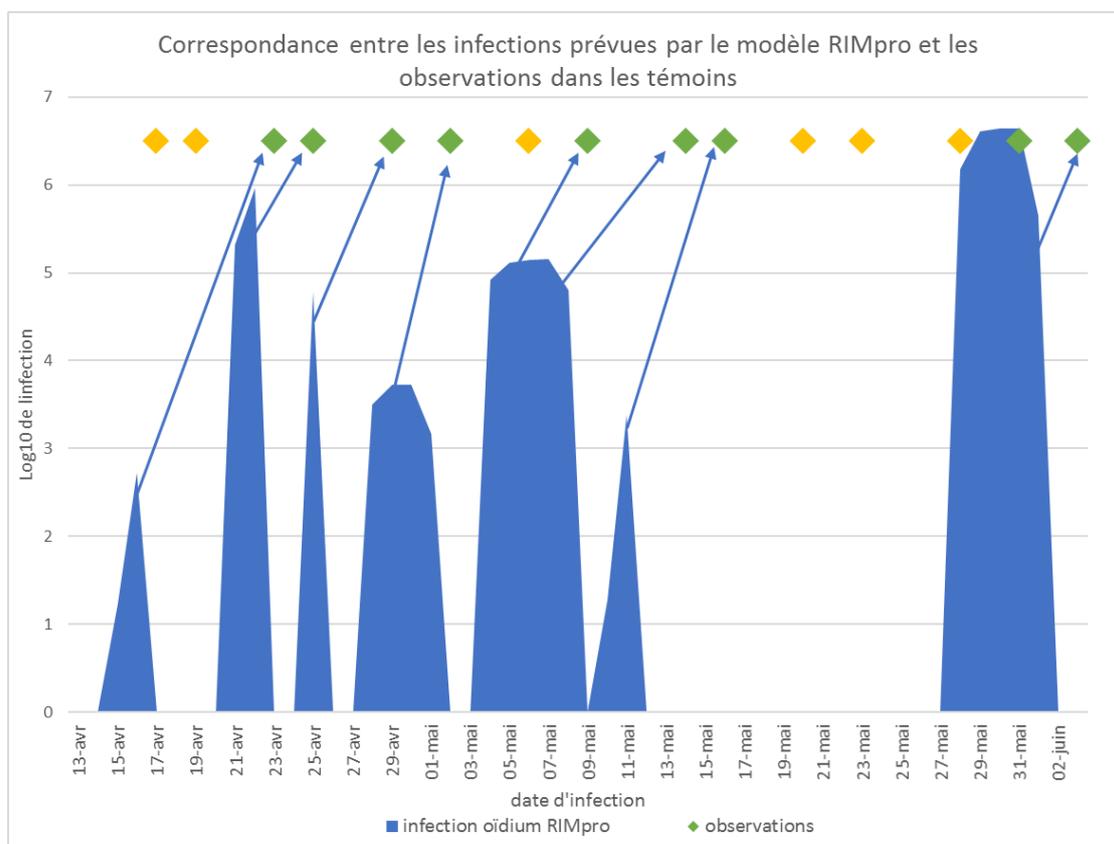


Figure 3 : Correspondance entre les prévisions du modèle et les dates de contamination calculée suite aux observations biologiques dans les témoins

La figure ci-dessous (figure 3) représente les prévisions du modèle confrontée aux dates calculées à partir des observations dans le terrain. Les Points verts représentent les dates pour lesquelles le modèle à bien estimé les contaminations. Les points oranges représentent des dates pour lesquels le modèle n'a pas estimé de contaminations. En particulier durant la période sèche du 12 au 24 mai, où le modèle n'a pas prévu de contamination mais où les observations ont montré de nouvelles contaminations. De la même façon qu'en 2018, le modèle ne semble pas suffisamment précis pour effectuer un suivi épidémiologique détaillés.

¹ Xu X. 1996. The effect of constant and fluctuating temperatures on the length of the incubation period of apple powdery mildew. Plant Pathologie. n°45.

Action 2.2. Etude de l'intérêt pratique des stimulateurs des défenses des plantes (SDP) pour diminuer le recours à la lutte chimique contre l'oïdium du pommier et la tavelure du pommier

1. Contexte et objectifs de l'essai

Cet essai fait s'inscrire dans un programme de deux ans et fait suite à une première campagne de tests réalisés en 2018. Ces essais ont montré qu'une spécialité de phosphonate de potassium (KHP) associé à une fréquence d'application du soufre à 10 jours est aussi efficace que du soufre appliqué tous les 7 jours. En 2019, nous testons à nouveau des modalités de soufre appliqué tous les 10 jours avec l'adjonction de 2 stimulateurs des défenses des plante (respectivement *Bacillus amyloliquefacens* et des terpène d'oranges amères) comparé à une référence d'application du soufre tous les 7 jours. Par ailleurs nous testerons aussi une modalité de soufre appliqué en fonction des prévisions du modèle RIMpro. En deuxième lieu, l'essai teste l'effet des SDP pour alléger les traitements contre la tavelure du pommier. Pour cela, nous nous basons sur le protocole mis en place dans le cadre du projet CASDAR PEPS (2015-2017) : une impasse est effectuée sur une contamination tavelure prévue par le modèle RIM Pro.

2. Matériel et méthodes

a. Verger support

L'essai est mis en place sur un verger de Galaval / Pajam 2, implanté en 2015 sur le site de SudExpé à Marsillargues (Hérault), sensible à l'oïdium et à la tavelure du pommier. La densité est de 1 m x 4 m soit 2500 arbres par hectare.

b. Plan et localisation des essais

L'essai se situe sur la parcelle I du site expérimental à SudExpé Marsillargues (Hérault).

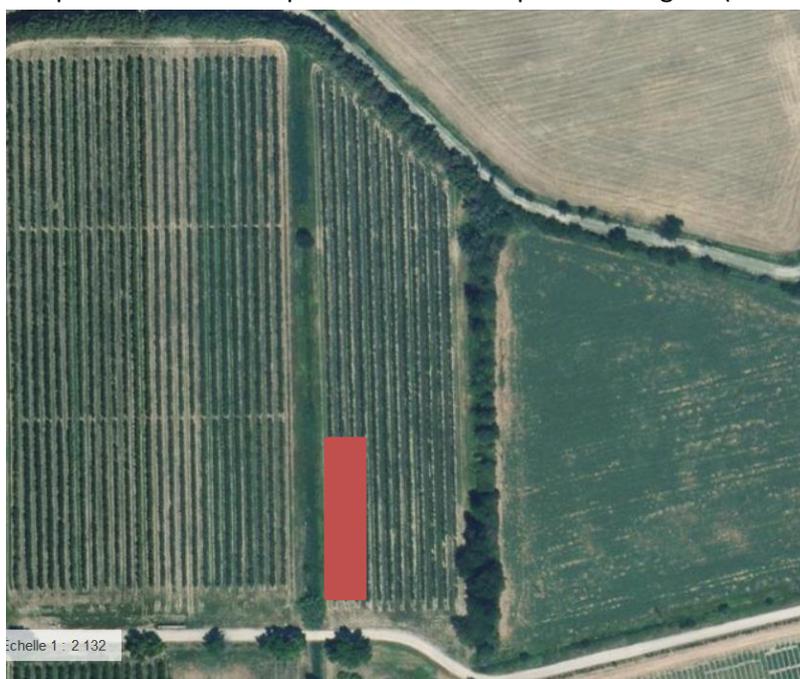


Figure 2 : Localisation de la parcelle expérimentale

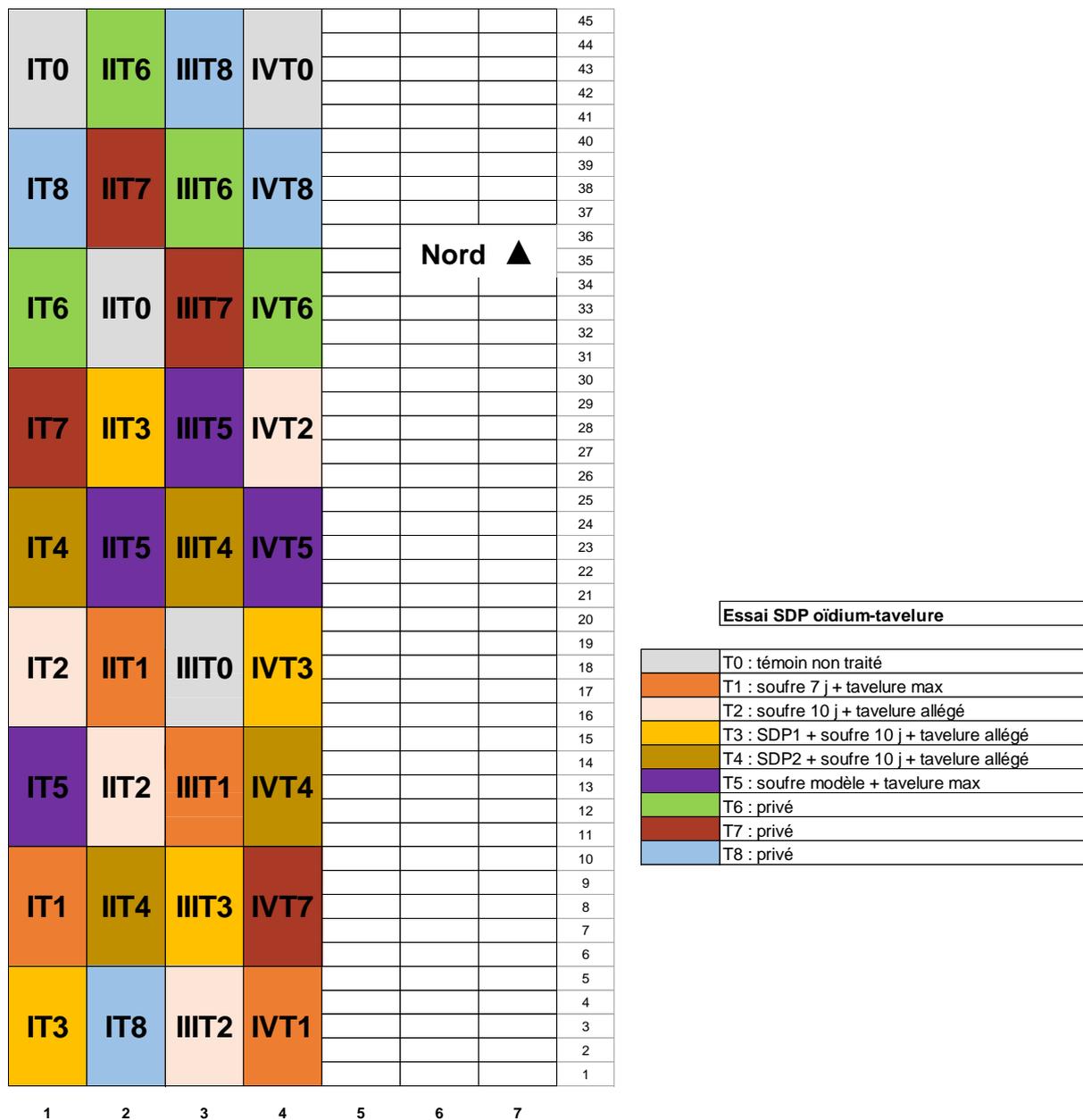


Figure 3 : Dispositif expérimental (les parcelles blanches correspondent à des modalités non subventionnées dans cet essai)

Le dispositif est en randomisation totale, chaque modalité contient 4 répétitions et 5 arbres par parcelles élémentaire. Les 3 centraux servent pour les observations. Les trois modalités T6, T7 et T8 font l'objet d'un contrat privé.

c. Période de l'essai et détail des modalités

L'essai se déroule du stade C (BBCH 53) à la fin de la période de sensibilité à l'oïdium (fin juin).

N°	Modalité	Traitement oïdium	Traitements tavelure
T0	Témoin	-	Programme régional (anti-tavelure strict) – 1 à 2 impasses
T1	Référence 7 j	soufre liquide 5 L/ha appliqué tous les 7 jours	Programme régional (anti-tavelure strict)
T2	Référence 10 j	soufre liquide 5 L/ha appliqué tous les 10 jours	Programme régional (anti-tavelure strict) – 1 à 2 impasses
T3	SDP 1 + référence 10 j	Amylo-X (2,5 kg/ha) + soufre liquide 5 L/ha tous les 10 jours	Programme régional (anti-tavelure strict) – 1 à 2 impasses
T4	SDP 2 + référence 10 j	Cultigrow (0,5 ml/L) + soufre liquide 5 L/ha stade G-H puis 28j plus tard	Programme régional (anti-tavelure strict) – 1 à 2 impasses
T5	Modèle	soufre liquide 5 L/ha appliqué avant chaque contamination prévue par le modèle	Programme régional (anti-tavelure strict)

Tableau 2 : Détail des modalités de l'essai

Cas des traitements anti-tavelure :

L'essai n'étant pas prioritairement dirigé sur la tavelure, il n'y a pas de témoin non-traité tavelure inclus au dispositif. Les modalités T1 et T5 sont pilotées selon les pratiques régionale en fonction des prévisions du modèle RIM Pro avec des fongicides anti-tavelure stricts (Mancozèbe, Dithianon, Captane).

Une à deux impasses sont effectuées sur les modalités T0, T2, T3 et T4 afin de mettre en évidence un effet éventuel des SDP.

d. Conditions d'application des traitements

Les parcelles d'expérimentation sont traitées avec un pulvérisateur à dos Solo® avec un débit de buse à 1.72L/mn et à un mouillage de 600L/ha. Une marge d'erreur de 20 % est ajoutée à ce mouillage et prise en compte dans le calcul de la dose de produit. Les reliquats sont mesurés à chaque passage et doivent être compris entre ± 15 % de la dose.

e. Variables observées

Pour l'oïdium, la méthode CEB n°33 fait figure de référence : 3 observations sur 200 feuilles minimum par répétition, la première observation se situe environ 15 jours après l'observation des pousses oïdiées primaires puis suivant les évolutions de la maladie dans le témoin. Evaluation de présence ou d'absence de symptômes.

Pour la tavelure, la méthode CEB n°14, sert de référence, observations sur 200 feuilles par répétition à partir de l'apparition de symptôme dans les témoins non traités (hors dispositif d'essai). Puis observation tous les 15 jours en fonction de l'évolution des dégâts jusqu'à la fin des contaminations primaires. Une observation sur 100 fruits par répétition est également réalisée à la fin des contaminations primaires. La modalité T5 (modèle oïdium) n'est pas suivie pour la tavelure.

Enfin une observation secondaire de sélectivité des produits a été effectuée suite à l'apparition de symptômes de phytotoxicité.

f. Traitement statistique et présentation graphique des résultats

Quand le dispositif le permet, le traitement statistique est réalisé à partir du logiciel Expé-R. Une analyse de variance (ANOVA) est réalisée après chaque notation sur les variables.

Le test d'appariement des moyennes pour constituer les groupes statistiques est le test HSD de Tukey avec un risque $\alpha = 5\%$.

Les résultats sont présentés sous la forme d'histogramme de moyenne de proportion par modalité avec un intervalle de confiance de : $\pm 1,96 \times SE$

SE = standard error

N = nombre d'individu (répétitions)

3. Résultats

a. Contexte épidémiologique et météorologique de l'essai

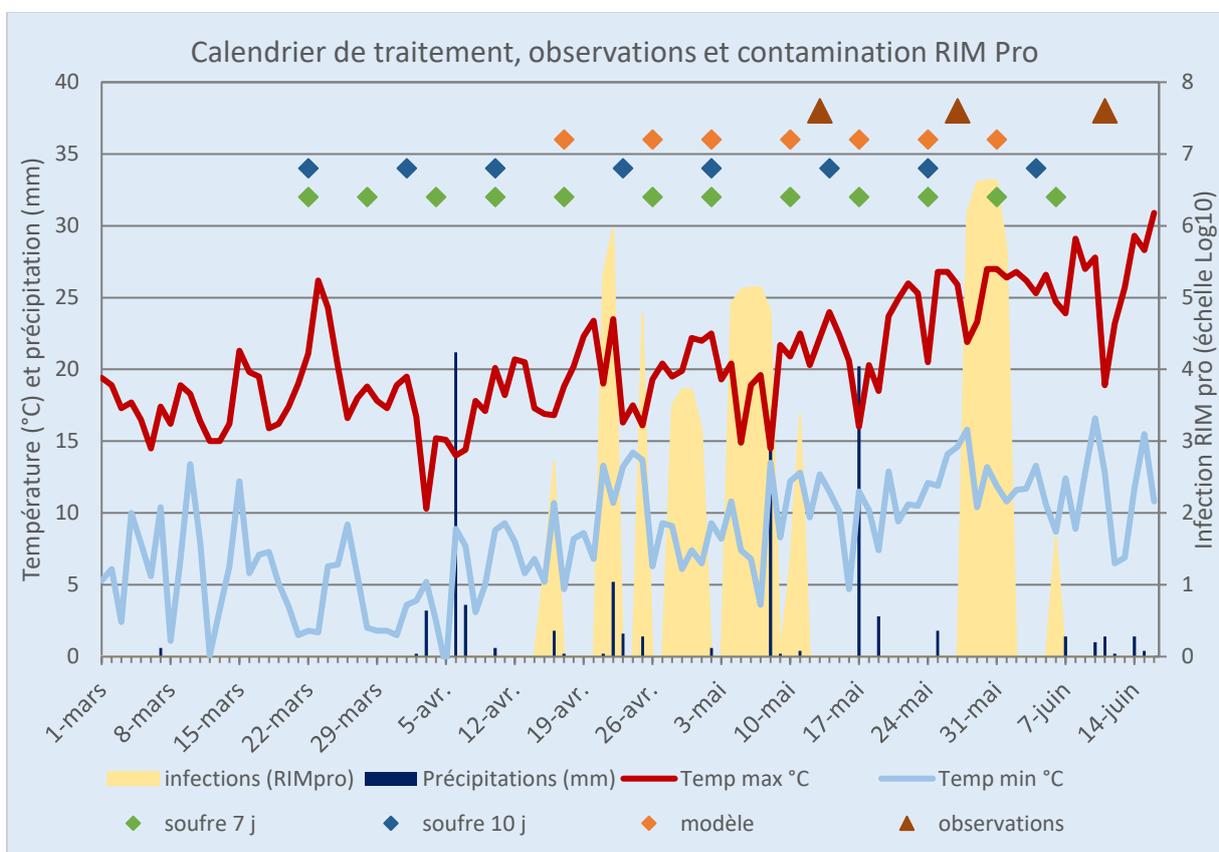


Figure 4 : Contexte météorologique et épidémiologique pour l'oïdium, les traitements et observations sont positionnés sur le calendrier

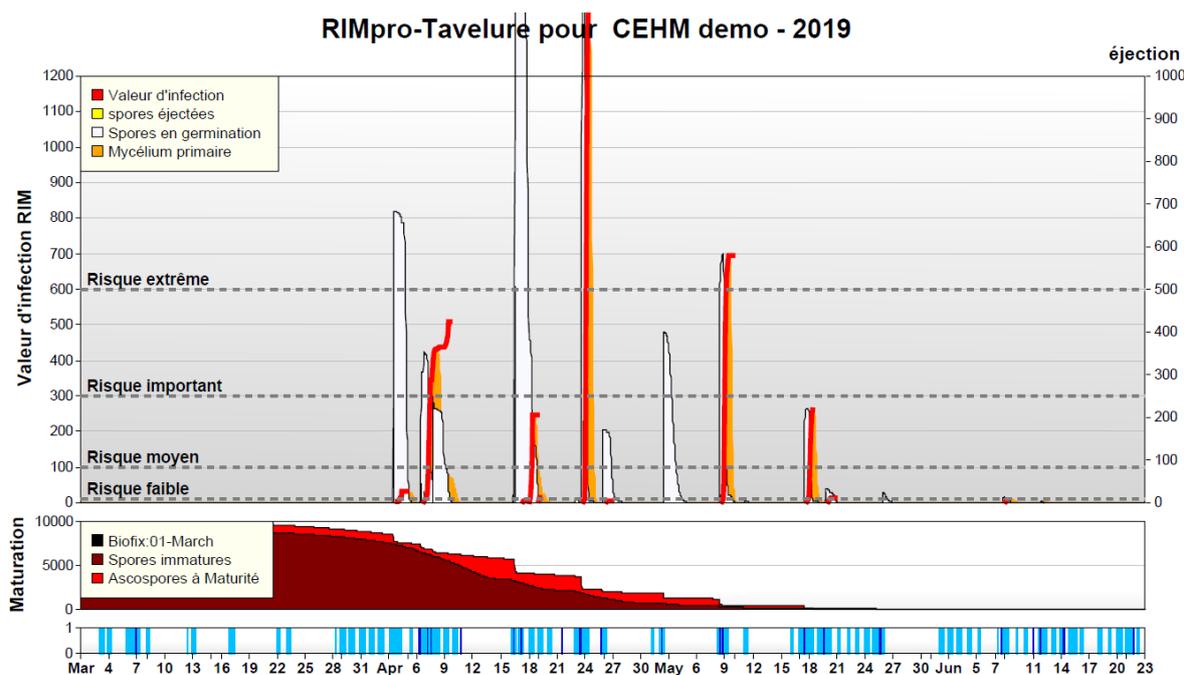


Figure 5 : Bilan des risques de contaminations primaires par le modèle RIM Pro pour le site de Marsillargues en 2019

L'année commence par un début de saison classique, le débourrement étant dans la moyenne au début du mois de mars. Du 15 février au 4 avril, les conditions ont été particulièrement sèche et favorables à la pousse (températures plutôt douces et ensoleillement important). Quasiment aucune précipitation n'a été mesurée (< 1mm) pendant cette période. En témoigne les figure 4 et 5, qui montre un démarrage des risques oïdium et tavelure selon le modèle RIM Pro, très tardif (le 4 avril pour la tavelure et le 15 avril pour l'oïdium). Par ailleurs concernant la tavelure, il est probable que les premières contaminations annoncées par le modèle, n'aient eu dans la réalité qu'un faible potentiel infectieux. En période sèche prolongée, les ascospores avortent et perdent ainsi leur pouvoir contaminant.

b. Calendrier de traitement

N°	Modalité	22/03/2019	28/03/2019	01/04/2019	04/04/2019	10/04/2019	17/04/2019	23/04/2019	26/04/2019
T0	TNT	-	-	-	-	-	-	-	-
T1	soufre 7j	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha
T2	soufre 10j	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-
T3	SDP 1 + soufre 10 j	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-
T4	SDP 2 + soufre 10 j	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + Cultigrow 0,3 l/ha	-
T5	modèle	-	-	-	-	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha
N°	Modalité	02/05/2019	10/05/2019	14/05/2019	17/05/2019	24/05/2019	31/05/2019	04/06/2019	06/06/2019
T0	TNT	-	-	-	-	-	-	-	-
T1	soufre 7j	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha
T2	soufre 10j	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-
T3	SDP 1 + soufre 10 j	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + AmyloX 2,5 kg/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-
T4	SDP 2 + soufre 10 j	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha + Cultigrow 0,3 l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	-
T5	modèle	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	-	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	Héliosoufre 5l/ha	-	-

Tableau 2 : Calendrier de traitement oïdium

Dates	T1	T0, T2, T3, T4
03/04/2019	Dithane néotec 2 kg/ha	Dithane néotec 2 kg/ha
08/04/2019	Syllit max 1,25 l/ha	Syllit max 1,25 l/ha
15/04/2019	Dithane néotec 2 kg/ha	Dithane néotec 2 kg/ha
22/04/2019	Merpan 80 WDG 1,9 kg/ha	Merpan 80 WDG 1,9 kg/ha
26/04/2019	Merpan 80 WDG 1,9 kg/ha	Impasse
07/05/2019	Merpan 80 WDG 1,9 kg/ha	Impasse
20/05/2019	Difcor 250 EC 0,15 l/ha	Difcor 250 EC 0,15 l/ha

Tableau 3 : Calendrier de traitement tavelure et impasses

Concernant l'oïdium, les applications ont été réalisées en cadence de 7 ou 10 jours pendant toute la période de sensibilité. On remarque que la première application pilotée par le modèle a été effectuée le 17 avril seulement. Par ailleurs, douze passages ont été effectués pour la modalité en cadence à 7 jours, huit passages pour la modalité en cadence à 10 jours et sept passages pour la modalité pilotée par le modèle.

Concernant la tavelure, les pics majeurs ont été encadrés selon les pratiques régionales. Deux impasses ont été appliquées sur les modalités T0, T2, T3 et T4. La première sur un traitement en rattrapage d'une contamination majeure (celle du 24 avril) et l'une en préventif sur la contamination du 9 mai.

c. Dégâts oïdium sur feuilles

Le comptage des pousses touchées a été réalisées sur 200 feuilles minimum par parcelle élémentaire, les moyennes de dégâts selon les traitements sont exprimées en pourcentage de feuilles touchées. Les observations ont été réalisées les 13 mai, 27 mai et 11 juin 2019.

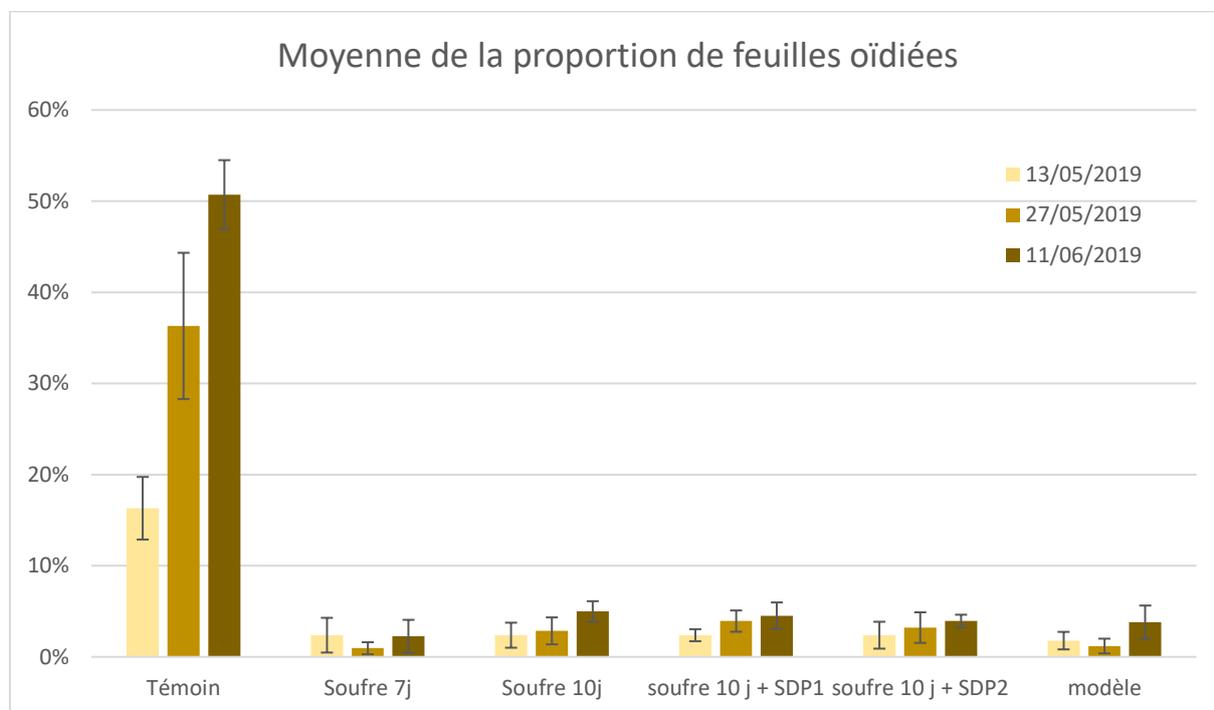


Figure 6 : Moyenne des proportions de feuilles touchées par l'oïdium au cours du temps et selon les différentes modalités de traitements (IC barre d'erreur = 1,96 x SE)

Modalité	13/05/2019			27/05/2019			11/06/2019		
	moyenne % feuilles oïdiées	écart-type	groupes statistiques	moyenne % feuilles oïdiées	écart-type	groupes statistiques	moyenne % feuilles oïdiées	écart-type	groupes statistiques
Témoin	16,3%	3,5%	a	36,3%	8,2%	a	50,7%	3,9%	a
Soufre 7j	2,4%	1,9%	b	1,0%	0,7%	b	2,3%	1,8%	b
Soufre 10j	2,4%	1,4%	b	2,9%	1,5%	b	5,0%	1,1%	b
soufre 10 j + SDP1	2,4%	0,7%	b	3,9%	1,2%	b	4,5%	1,5%	b
soufre 10 j + SDP2	2,4%	1,5%	b	3,2%	1,7%	b	3,9%	0,7%	b
modèle	1,8%	1,0%	b	1,2%	0,8%	b	3,8%	1,9%	b
P-value	0,00000006			0			0		
Test Tukey	***			***			***		

Tableau 4 : Détail des résultats sur feuilles et groupes statistiques (Les lettres NS signifient que le test de Tukey est non significatif, * = significatif, ** = hautement significatif et *** = très hautement significatif ($\alpha=5\%$)).

On observe une différence très hautement significative entre le témoin non traité et les modalités traitées. L'analyse de variance ne met en revanche pas en évidence de différence significative entre les différents traitements. Tout au plus on observe une tendance avec moins de symptômes pour la modalité traitée en cadence tout le 7 jours que celle traitée en cadence tous les 10 jours, ce qui semble assez logique. Aucun effet positif des SDP n'est mis en évidence même en tendance. En revanche la satisfaction peut être tirée de la modalité pilotée par le modèle en tendance présentant moins de

symptômes que les modalités traitées en cadence de 10 jours avec au total un traitement de moins effectué.

d. Efficacité des stratégies oïdium

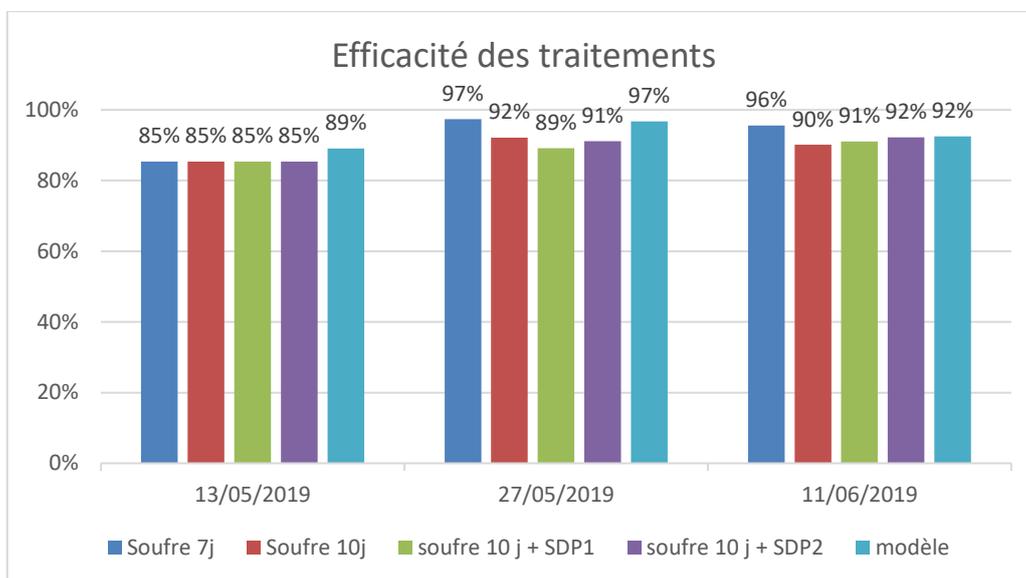


Figure 7 : pourcentage d'efficacité sur feuilles pour chaque modalité

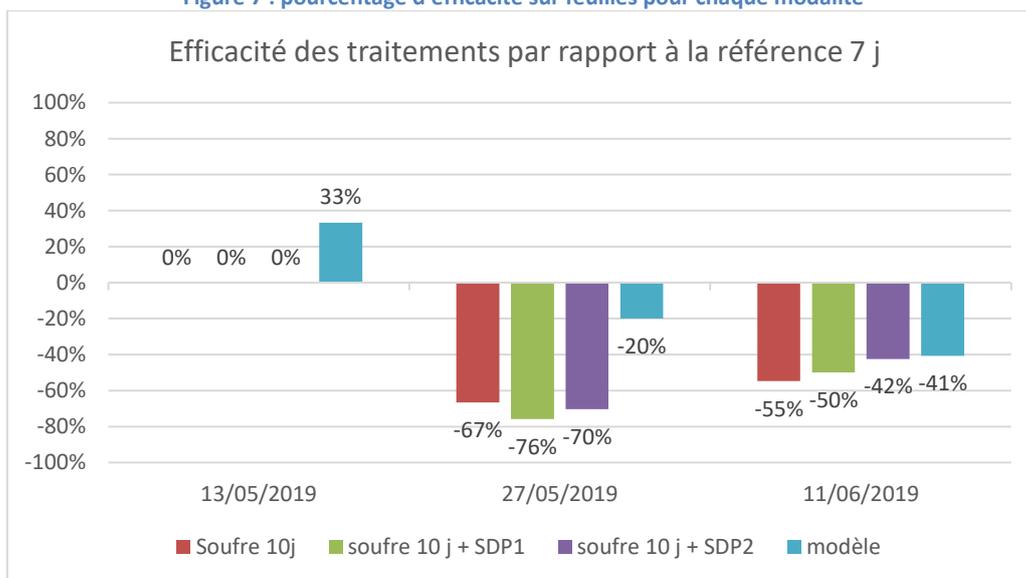


Figure 8 : pourcentage d'efficacité sur feuilles pour chaque modalité par rapport à la modalité 7 jours (hors témoin)

Les mesure d'efficacité des traitements montrent bien les faibles différences entre eux. En tendance l'effet des SDP, ne ressort pas vraiment par rapport à la modalité traitée tous les dix jours sans SDP. La modalité pilotée par le modèle apparaît en tendance plus efficace que les modalités en cadence de dix jours.

e. Dégâts tavelure

Le comptage des feuilles touchées a été réalisées sur 200 feuilles minimum par parcelle élémentaire, les moyennes de dégâts selon les traitements sont exprimées en pourcentage de feuilles touchées. Les

observations ont été réalisées les 13 mai, 27 mai 2019. Etant donné les très faibles niveaux de contamination, il n'a pas été réalisé de troisième notation.

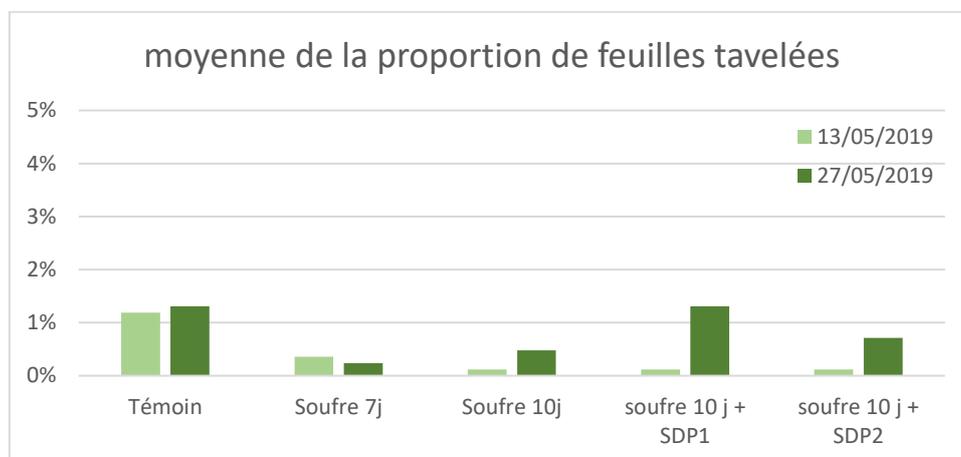


Figure 9 : Moyenne des proportions de pousses touchées par l'oïdium au cours du temps et selon les différentes modalités de traitements

Modalité	moyenne % feuilles tavelées	écart-type	groupes statistiques	moyenne % feuilles tavelées	écart-type	groupes statistiques
Témoin	1,2%	0,8%		1,3%	1,7%	
Soufre 7j	0,4%	0,5%		0,2%	0,5%	
Soufre 10j	0,1%	0,2%		0,5%	0,7%	
soufre 10 j + SDP1	0,1%	0,2%		1,3%	1,7%	
soufre 10 j + SDP2	0,1%	0,2%		0,7%	0,6%	

Tableau 5 : Détail des résultats sur pousses et groupes statistiques

Etant donné le très faible niveau de symptôme de tavelure sur feuille aucune conclusion ne peut être tirée de ces observations.

Nous avons réalisé aussi une mesure sur les fruits le 11 juillet 2019 ; 100 fruits minimum par répétition ont été observés.

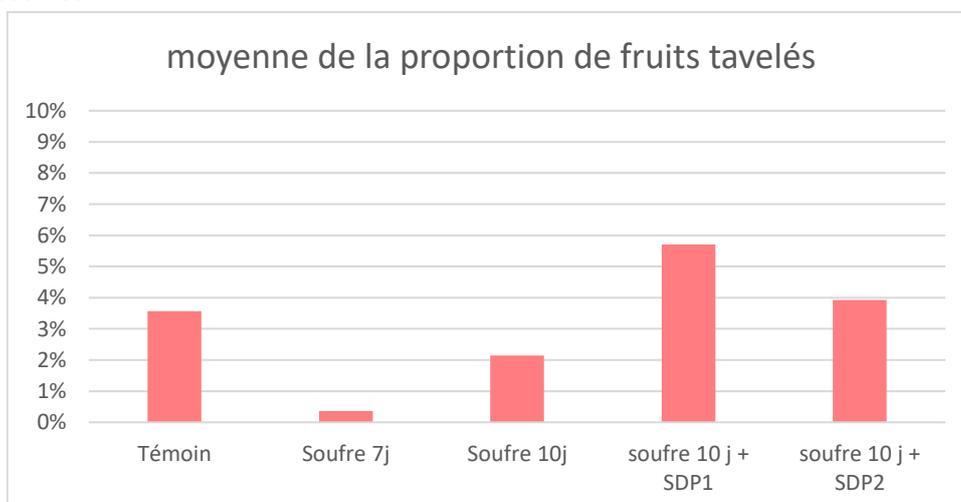


Figure 10 : moyenne des proportions de fruits tavelés à la fin des contaminations primaires

De la même façon que pour les feuilles, le très faible niveau de fruits tavelé ne permet pas de trancher sur l'efficacité de tel ou tel traitement. Nous pouvons toutefois décrire les tendances, ainsi nous observons logiquement une meilleure efficacité de la modalité sans impasse (T1 : soufre 7 j) par rapport à la modalité soufre 10 j avec impasse et par rapport au témoin avec impasse mais sans traitement de soufre. Le soufre montre ici un léger effet positif par rapport au témoin non traité en soufre. Quant aux modalités avec SDP, il ne semble pas y avoir d'effet positif d'amélioration des défenses des plantes.

f. Phytotoxicité

A partir de la deuxième quinzaine de mai est apparu sur de nombreuses feuilles des symptômes visibles de phytotoxicité. Nous avons donc décidé de mesurer cette phytotoxicité en fréquence (proportion de feuilles touchée) et en intensité selon une échelle de classification empirique (voir annexe 1).

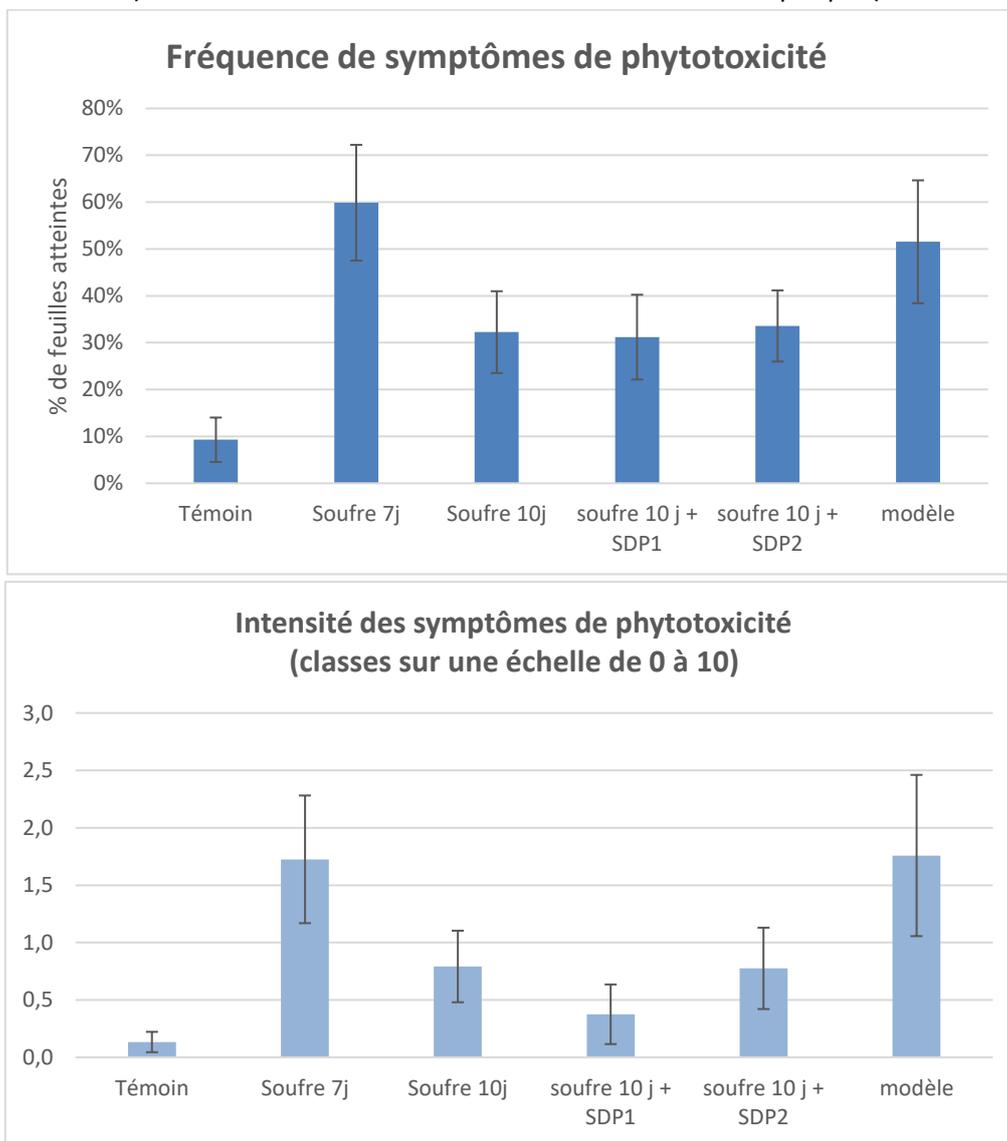


Figure 11 et 12 : Fréquence et intensité des symptômes de phytotoxicité selon les modalités le 27 mai 2019

Modalité	moyenne % feuilles phytotox	écart-type	groupes statistiques	classes phytotox	écart-type	groupes statistiques
Témoin	9,3%	4,7%	a	0,13	0,09	a
Soufre 7j	59,9%	12,4%	c	1,73	0,56	cd
Soufre 10j	32,3%	8,7%	b	0,79	0,31	b
soufre 10 j + SDP1	31,2%	9,1%	b	0,38	0,26	ab
soufre 10 j + SDP2	33,6%	7,6%	b	0,78	0,35	b
modèle	51,5%	13,1%	c	1,76	0,70	d
P-value		0			0	
Test Tukey		***			***	

Tableau 6 : Détail des résultats sur feuilles et groupes statistiques (Les lettres NS signifient que le test de Tukey est non significatif, * = significatif, ** = hautement significatif et *** = très hautement significatif ($\alpha=5\%$)).

Les résultats présentés font suite à une observation effectuée le 27 mai 2019, deux semaines plus tard aucun nouveau symptôme n'a été observé. On remarque, que les modalités à cadence de 7 jours et modèle avec une fréquence d'intervention pour le mois mai identique sont les deux modalités les plus impactées par des symptômes de phytotoxicité en fréquence et en intensité. L'intensité des symptômes est toutefois faible, les classes les plus représentées étant en moyenne entre les classes 1 et 2 sur une échelle de 10.

4. Discussion - conclusion :

L'essai a été réalisé dans des conditions de pression d'oïdium moyennes à élevées, et les applications ont été positionnées correctement par rapport à la sensibilité des plantes à la maladie.

Aucune différence significative n'a été observée entre les traitements testés, qui ont tous satisfait les objectifs en terme de dégâts sur feuilles. En tendance, une légère différence est observée entre la cadence soufre à 7 jours (plus efficace) et la cadence soufre tous les dix jours (moins efficace), ce qui est assez logique. L'ajout de SDP n'a pas permis d'améliorer l'efficacité de la cadence tous les dix jours. En revanche il est intéressant de constater que la modalité pilotée par le modèle s'est avérée très efficace pour maîtriser le parasite et présente en tendance une efficacité très proche de la cadence de soufre tous les 7 jours. Le pilotage par le modèle a ainsi permis d'économiser 5 traitements par rapport à la stratégie en cadence de 7 jours et 1 traitement par rapport à la stratégie en cadence de 10 jours. L'utilisation du modèle RIM pro oïdium est donc une piste intéressante pour piloter la protection et limiter le nombre de passages surtout en année sèche.

Concernant la tavelure les conditions de pression faible à très faible ne permettent pas de conclure quant à l'efficacité réelle de telle ou telle stratégie.

Annexe – échelle empirique de symptômes de phytotoxicité sur feuille

(photos prises sur galaval, essai oïdium, mai 2019)



0 : Pas de symptôme



1 : Petites taches nécrosées,
peu nombreuses



2 : Petite taches nécrosées,
réparties sur toute la surface



3 : Apparition de larges taches nécrosées



4 : Petites et larges taches nécrosées, sur l'ensemble de la surface de la surface



5 : Grandes zones du limbe entièrement nécrosées