

**ADAPTATION DES STRATÉGIES DE LUTTE EN FONCTION DES CARACTÉRISTIQUES DES FONGICIDES UTILISÉS POUR LUTTER
CONTRE LA TAVELURE DU POMMIER**

20-032-IRDA

DURÉE DU PROJET : NOVEMBRE 2019 / MARS 2023

RAPPORT FINAL

Réalisé par :
Vincent Philion, IRDA

31 octobre 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.

**ADAPTATION DES STRATÉGIES DE LUTTE EN FONCTION DES CARACTÉRISTIQUES DES FONGICIDES UTILISÉS POUR LUTTER
CONTRE LA TAVELURE DU POMMIER**

**20-032-IRDA
(codification IRDA 400-192)**

RÉSUMÉ DU PROJET

Les pomiculteurs appliquent annuellement des traitements fongicides pour réprimer la tavelure du pommier causée par le champignon *Venturia inaequalis*. Ces traitements doivent être renouvelés régulièrement selon les risques d'infection, l'apparition de nouvelles feuilles et le lessivage par la pluie. Les traitements sont généralement positionnés avant les pluies (protection), mais en période de forte croissance ou lors de pluies prolongées, des stratégies de traitements pendant (germination des spores) et après les pluies (post-infection) peuvent être requises pour contrer les infections à risque élevé. Selon Sages Pesticides, plus de 40 produits différents appartenant à une douzaine de catégories distinctes sont homologués au Canada pour lutter contre la tavelure. Le choix du produit à appliquer n'est pas simple, parce qu'aucun tableau ne permet de comparer leur performance réelle pour chaque stratégie d'emploi en fonction de la dose utilisée. Pour pallier ces lacunes, l'objectif de notre projet était de documenter l'efficacité des produits, incluant ceux à moindre risque, pour faciliter leur choix et l'ajustement de la dose selon les besoins. Ce projet fait suite à des travaux sur la croissance du feuillage et le lessivage des fongicides (IRDA-1-16-1809) qui a permis la création d'un premier portrait des outils de lutte. Ce projet s'inscrit dans le cadre d'un programme de recherche appliquée qui vise à maintenir à jour les connaissances sur les fongicides lors de chaque nouvelle homologation et d'intégrer cette information aux stratégies de pulvérisation.

OBJECTIFS ET APERÇU DE LA MÉTHODOLOGIE

Ce projet avait initialement pour but de caractériser 20 fongicides utilisés pour réprimer les infections primaires de tavelure et faciliter l'adoption du produit à moindre risque le plus optimal selon les circonstances au moment du traitement. Pour chaque produit, nous avons établi l'efficacité avec 4 approches décrites par volet expérimental : Dose-Réponse, germination et post-infection courte. Un volet additionnel d'efficacité 48h après l'inoculation (post infection longue) a été ajouté en cours de projet et le nombre de produits testés a été augmenté à 27. Une dose d'efficacité de référence ou discriminante a été établie dans le volet dose-réponse, de sorte que les produits puissent être comparés objectivement dans les autres volets. Le projet visait également à compléter le tableau comparatif de résistance au lessivage et de redistribution, entamé dans le projet Prime-Vert (Volet 4, 2013-2018, IRDA-1-16-1809). Le volet lessivage devait être complété en 2022, mais les résultats ne sont actuellement pas exploitables et des expériences additionnelles seraient nécessaires pour en tirer avantage.

Pour toutes les expériences, les tests ont été réalisés sur des pommiers (cultivar McIntosh) en pots et inoculés avec des ascospores de l'agent pathogène, de sorte que la méthodologie soit aussi proche que possible des conditions naturelles et que les résultats soient directement applicables en verger. Les fongicides testés ont été choisis parmi les produits homologués au Canada à l'exception de deux produits : le dithianon (Delan) utilisé en Europe a été inclus pour faciliter les comparaisons de résultat à l'échelle internationale et l'homologation éventuelle de ce produit au Canada. L'hydroxide de cuivre (Parade) a été inclus en anticipation d'une homologation. Pour le volet principal réalisé en 2020 (relation dose-réponse), les traitements fongicides ont été réalisés sur la face supérieure (adaxiale) des feuilles, 4 heures avant l'inoculation. Pour chaque expérience (inoculation), jusqu'à 5 produits ont été testés simultanément à raison de 8 doses par produit obtenus par une dilution en doublante et l'expérience a été répétée selon un dispositif en blocs aléatoires incomplets jusqu'à l'obtention de résultats pour quelques arbres pour chaque combinaison de dose et produit. La relation Dose-Réponse a été modélisée par régression non

linéaire pour chaque fongicide. À l'issue de ce volet, la dose efficace pour réprimer 50% des symptômes (EC_{50}) a été utilisée comme dose discriminante pour comparer les produits pour leur capacité à inhiber la tavelure pendant la période de germination des spores et 24 h après l'inoculation. La dose efficace pour réprimer 90% des symptômes a été utilisée pour comparer l'efficacité des produits 48h après l'inoculation. Les produits non efficaces 24h après inoculation n'ont pas été inclus dans ce volet du projet. Finalement, l'effet translaminaire des produits a été comparé en appliquant la EC_{50} sur la face inférieure (abaxiale) des feuilles avant l'inoculation de la face supérieure (adaxiale) des feuilles.

RÉSULTATS SIGNIFICATIFS OBTENUS

Volet Dose-Réponse : La relation dose-réponse pour 27 produits (ou mélanges) appliqués en protection a été établie et les données ont permis de calculer la dose discriminante EC_{50} . Nous avons observé une relation linéaire entre la EC_{50} et la dose homologuée. L'écart entre la dose homologuée et la droite de régression a permis d'élaborer le concept d'une dose équivalente (Tableau 1).

Tableau 1. Caractéristiques des fongicides commerciaux et mélanges testés pour leur efficacité à réprimer la tavelure sur pommiers en pots.

Nom	Ingrédient actif	FRAC ^a	% Actif	Dose maximale ^b (kg ou L/ha)	\$ ^c (par kg ou L)	EC_{50} ^d (ppm)	Dose équivalente ^e (kg ou L/ha)	\$/ha
Allegro 500F	fluazinam	29	50%	1	122	14	0,7	89
Aprovia	benzovindiflupyr	7	10%	0,5	123	1	0,3	32
Bicarbonate de potassium (B2K) ^f	bicarbonate de potassium		100%	4	4	186	4,8	19
B2K + Kumulus DF ^g	bicarbonate de potassium + soufre		80%	4	7	68	2,2	12
Buran	ail		15%	18	7	528	91,5	659
Captan 48SC	captan	M 04	48%	7	12	37	2,0	24
Cevya	mefentrifluconazole	3	40%	0,38	197	5	0,3	68
Cuivre à vaporiser	cuivre (oxychlorure) ^k	M 01	50%	3,2	17	51	2,7	45
Cueva	cuivre (octanoate) ^k	M 01	1,80%	19	14	78	112,7	1577
Excalia	inpyrfluxame	7	31,2%	0,22	545	7	0,6	309
Flint WG	trifloxystrobin	11	50%	0,18	688	3	0,2	111
Folpan 80 WDG	folpet	M 04	80%	3,75	32	81	2,6	84
Fontelis	penthiopyrade	7	20%	1,5	72	10	1,3	91

Inspire Super ^h	difenoconazole + cyprodinil	3 + 9	8,60%	0,84	116	2	0,5	53
Kumuluf DF	soufre	M 02	80%	22	3	469	15,2	41
Bouillie soufrée ⁱ	soufre (polysulfite de calcium)	M 02	22,3%	26	11	76	8,9	97
Oxidate 2.0 ^j	peroxyde d'hydrogène+ acide peracétique		27%	28	13	545	52,5	682
Parasol WG	cuivre (hydroxyde) ^k	M 01	50%	1,4	19	50	2,6	49
Pencozeb raincoat 75DF	mancozeb	M 03	75%	5,6	9	57	2,0	18
Phostrol	phosphonates	P 07	53,6%	4,4	14	118	5,7	80
Scala SC	pyrimethanil	9	40%	1	68	25	1,6	111
Sercadis	fluxapyroxad	7	30%	0,33	218	3	0,3	62
Serenade Opti	<i>Bacillus subtilis</i>	BM 02	100%	3,3	81	490	12,7	1032
Soufre en poudre	soufre	M 02	92%	18	3	395	11,2	32
Syllit 400FL	dodine	U 12	40%	3.65	32	48	3,1	100

^a Fungicide resistance action committee (FRAC 2022).

^b Dose maximale homologuée

^c Prix obtenu en 2021

^d EC50: Concentration de l'ingrédient actif requise pour réprimer 50% des taches sur pommiers en pots

^e Dose pour une efficacité égale entre produits. Les cases en rouge indiquent une dose supérieure à celle homologuée. Les cases en vert indiquent une dose moindre que celle homologuée. Le coût à l'hectare est calculé avec cette dose.

^f B2K: Bicarbonate de potassium alimentaire

^g B2K + Kumulus mélange 1:1. Ingrédient actif et valeur de EC₅₀ calculés pour le soufre.

^h Ingrédient actif et valeur de EC₅₀ calculés pour le difénoconazole.

ⁱ Ingrédient actif et valeur de EC₅₀ calculés pour le soufre.

^j Ingrédient actif et valeur de EC₅₀ calculés pour le peroxyde d'hydrogène.

^k Teneur en cuivre métallique

Ce travail constitue le tout premier portrait global de l'efficacité des fongicides homologués pour réprimer la tavelure. C'est également la première fois que l'efficacité des molécules est utilisée pour prédire une dose équivalente entre les produits. En principe, les recommandations à la dose « équivalente » entre matières actives devrait donner une efficacité similaire sur la terrain. Selon cette recommandation, les produits homologués à des doses très élevées offrent la possibilité d'un ajustement à la baisse (dose proposée en vert). À l'inverse, l'approche prévoit qu'une efficacité équivalente est impossible si la dose homologuée est trop faible. Les résultats de notre méthodologie confirment que le Captan est plus efficace

que le mancozèbe à dose égale et révèlent que le Folpan est moins efficace que le Captan. Comme le Folpan risque d'être utilisé plus fréquemment à l'avenir, ce nouveau résultat aura des conséquences immédiates : les ajustements de dose du Folpan devront en tenir compte. Par ailleurs, la relation dose-réponse pour les fongicides SDHI (groupe 7) correspond aux résultats attendus : le principe actif de Aprovia est plus efficace que celui de Fontelis alors que Sercadis est intermédiaire. Comme la dose homologuée suit déjà cette logique, les ajustements seront mineurs. Comme ces molécules sont d'efficacité équivalente après ajustement de dose, le projet a permis de confirmer que le choix du produit pouvait reposer sur le prix en vigueur pour ces trois produits. À l'inverse, nos résultats démontrent que la dose homologuée pour le fongicide Excalia n'est pas suffisante pour obtenir une efficacité égale à celle des autres produits du groupe 7. Le même constat s'applique au fongicide Scala (groupe 9); la dose homologuée est insuffisante pour atteindre l'efficacité des autres produits.

Pour les molécules à moindre risque pour la santé, le projet a démontré que la combinaison B2K et Kumulus est synergique; c'est-à-dire que le mélange est plus efficace que l'action additive des produits en mélange. Ce résultat pourra être utilisé pour optimiser l'usage du mélange pour les traitements en post infection. Cependant, l'efficacité obtenue en protection dans le cadre de ce projet n'est pas applicable en pratique : l'éjection naturelle des spores est graduelle et le mélange serait délavé avant l'arrivée des spores. Les résultats étaient moins prometteurs pour les autres produits. Les différentes formulations de cuivre testées n'avaient aucun impact sur l'efficacité. De plus, la dose de cuivre requise pour atteindre le seuil d'efficacité équivalente est nettement plus élevée que celle anticipée à partir des résultats européens. Ce résultat est décevant, mais sera utile pour les recommandations futures. Il est possible que d'autres formulations de cuivre disponibles en Europe pourraient permettre d'abaisser la dose. Malheureusement, notre projet a aussi permis de confirmer que les produits moins usuels comme le Serenade Opti, phostrol, Oxidate 2.0 et Buran sont peu efficaces contre la tavelure lorsqu'utilisés en protection. Dans le cas du Buran, même une dose excessive de produit équivalente à plus du double de la dose homologuée ne permettrait pas une répression de la tavelure équivalente à celle obtenue avec les autres produits.

Volet germination : L'efficacité des fongicides appliqués pendant la période de germination des spores (traitements durant la pluie) a été comparée entre produits (Figure 1) à celle attendue lorsque le traitement est appliqué en protection. Comme les produits étaient utilisés à la dose discriminante (EC_{50}) en protection, une répression des symptômes de 50% était attendue en germination pour une efficacité égale et donc une différence de zéro. La plupart des fongicides testés ont démontré une efficacité supérieure en germination. Seuls les produits « alternatifs » (Buran, Oxidate, Phostrol, Serenade Opti, urée) et le soufre n'étaient pas plus efficaces. Comme la dose EC_{50} en protection était très élevée et a dû être estimée pour les produits les moins efficaces, il est possible que cette incertitude ait pu affecter nos résultats.

Pour les fongicides de contact, la stratégie de germination est reconnue depuis des décennies (Mills 1944). Notre hypothèse était que la vulnérabilité des spores exposées aux fongicides pendant la période de germination serait accentuée et que la dose efficace à 50% en protection aurait en général une efficacité plus grande pendant cette fenêtre d'application. Cependant, comme le temps d'exposition des spores en germination pendant la pluie est plus court en raison du lessivage et qu'il est généralement admis que les produits systémiques nécessitent un temps d'absorption pour maximiser leur effet fongicide, notre hypothèse était que les produits facilement lessivables ou mal absorbés seraient désavantagés. Autrement dit, comme l'efficacité pendant la germination est la résultante de différentes facettes des produits et reflète à la fois la toxicité aiguë au moment de l'exposition, la vitesse d'absorption et la vitesse de lessivage, notre hypothèse était que la toxicité aiguë des fongicides usuels de contact aurait avantagé cette catégorie de produit, alors que le lessivage rapide immédiatement après l'application des produits de nature systémique aurait fortement diminué leur efficacité. Pour accentuer le clivage entre les produits, les traitements de germination étaient immédiatement suivis d'un remouillage et à une exposition rapide à l'action de lessivage des gicleurs de la chambre d'infection. Malgré cette approche expérimentale

favorisant les fongicides de contact, les résultats suggèrent que même dans les pires conditions d'utilisation, l'ensemble des produits tuent rapidement les spores en croissance, avant que le lessivage ou l'absorption ait lieu.

Nous émettons deux hypothèses pour expliquer la grande efficacité des traitements de germination, toutes molécules confondues. D'une part, les traitements systémiques appliqués avant les pluies sont en partie absorbés par la cuticule et il est donc possible que la quantité qui reste soit alors moindre à la surface lors de l'arrivée des spores. Lors d'un traitement en germination, les spores sont exposées aux fongicides à la pleine concentration, avant que l'absorption ait lieu. Cependant, cette hypothèse n'explique pas la plus grande efficacité des traitements de contact lors de la germination, puisque les spores sont exposées à la même dose que le produit soit appliqué avant ou après l'arrivée des spores.

L'hypothèse la plus réaliste est que la germination des spores et la croissance du mycélium du champignon augmentent considérablement la surface exposée aux fongicides. La dose appliquée par unité de surface du champignon ou la probabilité qu'une particule fongicide atteigne l'organisme après germination est donc supérieure. Lors d'un traitement avant l'inoculation, le fongicide est plus sujet à partiellement disparaître de la surface avant que la spore et le mycélium atteignent la même taille que celle atteinte après 4 heures de germination.

En pratique, nos résultats viennent appuyer les recommandations qui visent des traitements pendant la pluie. Par contre, même si toutes les molécules sont plus efficaces pendant cette période d'autres considérations favorisent quelques produits. Par exemple, les traitements de germination ne font pas le meilleur usage des propriétés des fongicides systémiques. En définitive, cette fenêtre de traitement est parfaitement adaptée au bicarbonate de potassium, de préférence en mélange avec Kumulus.

Volet Post infection courte : La comparaison d'efficacité entre les traitements appliqués 24h après inoculation et celle obtenue en protection a révélé un plus grand contraste entre produits (Figure 1). Tous les fongicides de contact ont démontré à la dose discriminante une légère efficacité en post infection, mais moins élevée qu'en protection à l'exception du fluazinam (Allegro) qui a maintenu une efficacité égale. Le dithianon (Delan) et le Captan étaient plus efficaces que le mancozèbe (Penncozeb) ou le folpet (Folpan) pendant cette période.

Tous les produits de nature systémique étaient aussi efficaces après l'infection des spores qu'en protection. Le cuivre et le soufre incluant la bouillie soufrée ont montré très peu d'efficacité en post infection, alors que le bicarbonate de potassium (B2K) et notamment le mélange B2K et Kumulus ont maintenu leur efficacité en post infection. Les produits déjà moins efficaces pendant la germination (urée, Serenade, Oxidate, Buran) ont montré peu ou pas d'efficacité en post infection. Le Scala et le Phostrol ont démontré une efficacité égale à la dose discriminante, mais comme la dose équivalente de ces produits dépasse la dose permise par l'ARLA, la dose maximale autorisée serait moins efficace que les autres produits.

L'utilisation d'une dose discriminante a mis en lumière la perte d'efficacité de la bouillie soufrée en post infection, ce qui confirme les observations publiées (Philion and Joubert 2015) à l'effet que la dose requise pour cet usage est supérieure à celle nécessaire lorsque le produit est appliqué en protection ou pendant la pluie. L'efficacité du mélange de B2K et de soufre malgré une concentration plus faible de bicarbonate dans le mélange confirme que la combinaison participe à l'effet en post infection, même si le soufre seul n'a pas d'efficacité à cette période.

En pratique, plusieurs produits peuvent être recommandés dans la fenêtre d'intervention de la post infection courte. Dans les cas où la pluie est terminée et qu'aucune autre infection n'est prévue, la combinaison B2K et Kumulus est optimale. Dans les cas où une protection pour la prochaine pluie serait souhaitée en plus de l'action post infection, tous les fongicides systémiques abordables pourraient être

utilisés à leur dose équivalente respective (Cevya, Inspire Super, Aprovia, Sercadis). Selon le prix, d'autres produits comme Allegro, Fontelis, Flint et Syllit pourraient s'ajouter à la liste.

Volet Post infection longue : Pour les traitements appliqués 48h après l'inoculation, la dose EC₉₀ en protection était beaucoup moins efficace pour tous les fongicides testés. Les produits de contacts, le cuivre, le soufre et la bouillie soufrée n'ont montré aucune efficacité dans cette stratégie d'intervention. Le Phostrol, le bicarbonate et le mélange B2K et soufre étaient légèrement plus efficaces que le témoin. Tous les produits réputés systémiques ont montré une sévérité relative entre 40 et 75% de celle observée dans le témoin non traité.

En pratique, la chute marquée de l'efficacité de tous les produits à mesure que l'agent pathogène colonise l'espace sous cuticulaire démontre l'importance de traiter le plus tôt possible pendant le cycle d'infection. Alors que certains produits demeurent entièrement efficaces après une période d'humectation de 24h (336 degrés-heures (DH)), aucun n'est recommandable 48h (672 DH) après inoculation. Même si l'efficacité des traitements tardifs peut sembler à court terme suffisante en conditions commerciales, les résultats suggèrent qu'une fraction plus grande des spores pourrait échapper à l'action fongicide. À l'échelle d'un verger et au cours du temps, les taches échappées par les traitements facilitent l'implantation de souches plus tolérantes aux fongicides. À moins que les doses d'emplois soient ajustées selon le moment de l'application, les résultats suggèrent soit que la dose d'emploi en protection est excessive ou que la dose est prévue pour des traitements non ciblés et donc parfois appliqués en post infection tardive. Les résultats nous incitent à émettre les recommandations suivantes :

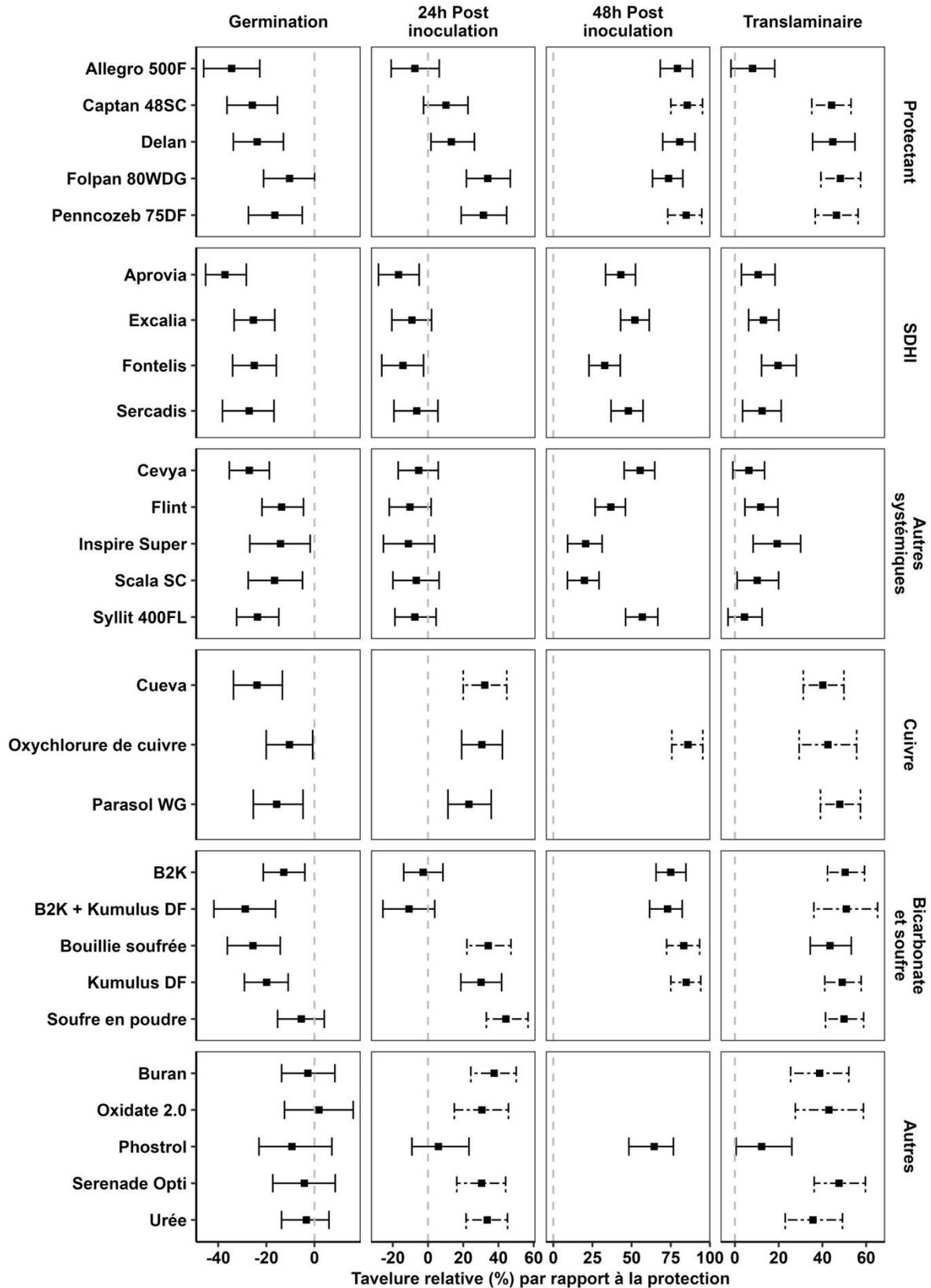
Protection, germination et post infection courte : Le produit choisi peut être appliqué à la dose équivalente suggérée dans le tableau 1. Les traitements effectués en post infection courte pendant la période d'efficacité maximale des produits sont aussi efficaces que ceux appliqués en protection et ne sont pas davantage sujets au développement de résistance.

Post infection longue : Les applications plus de 672 degrés-heures après le début de l'arrivée des spores devraient être évitées. Dans les cas où ces traitements sont inévitables, les produits avec la plus grande efficacité et avec la meilleure marge entre la dose équivalente et la dose homologuée devraient être privilégiés et appliqués à la dose maximale homologuée. Dans la liste des produits testés, seuls Inspire Super et Aprovia rencontrent ces critères.

Volet translaminaire : Pour les traitements appliqués sur la face opposée de celle inoculée, seuls les produits reconnus systémiques ont montré une efficacité translaminaire. Dans tous les cas, l'efficacité était légèrement moindre que celle attendue pour les feuilles inoculées du même côté que les traitements.

En pratique, l'efficacité translaminaire permet de compenser en partie pour une mauvaise qualité de pulvérisation. La difficulté d'atteindre le dessus des feuilles (où la majorité des spores sont déposées) est moins décisive quand le traitement peut migrer au travers de la lame de la feuille. Malheureusement, aucun des produits homologués en production biologique ou réputés à risques réduits n'a cette capacité. De plus, la plupart des produits avec action translaminaire sont sujets à la résistance. Le fluazinam (Allegro) (classé rouge) et le Phostrol (qui s'accumule dans l'arbre) sont à la fois translaminaires et peu sujets à la résistance.

Figure 1. Différence d'efficacité des traitements utilisés pour lutter contre la tavelure du pommier lorsqu'appliqués à une dose discriminante pendant la germination des spores, après l'inoculation, ou sur la face des feuilles opposée à l'inoculation en comparaison avec des traitements usuels appliqués en protection.



Références

Mills, W. D. 1944. Efficient use of sulfur dusts and sprays during rain to control apple scab. Cornell Ext Bull. 630:4 pp.

Philion, V., and Joubert, V. 2015. Use pattern and limits of potassium bicarbonate for apple scab control in Quebec orchards. IOBC-WPRS Bull. 110:199–212.

DIFFUSION DES RÉSULTATS

Les résultats préliminaires ont été présentés à la réunion annuelle du comité des maladies du pommier à chaque année du projet. Ce comité issu du groupe d'experts en protection des pommiers réunit les conseillers pomicoles publics et privés. Le comité a également participé à la sélection des produits testés. Les résultats ont également été présentés aux journées de la recherche en pomiculture (JARIT) organisées par l'IRDA en 2021 (version préliminaire) et en 2022 pour toutes les molécules testées. Une présentation auprès des producteurs a eu lieu lors de la journée pomicole du MAPAQ à Saint-Rémi (2022) et lors des rencontres régionales du MAPAQ et du Club Producteurs Sud-Ouest (Franklin 2022 et 2023) et en dehors du Québec. Les fiches du guide PFI sont graduellement mises à jour. Les avertissements du RAP font dorénavant référence à la dose équivalente et un tableau de référence a été mis en ligne (<https://reseaupommier.irda.qc.ca/wp-content/uploads/2014/11/Tableau-fongicide-2023.pdf>). Les caractéristiques des fongicides ont été adaptées dans le logiciel RIMpro. Un article scientifique a été publié dans Plant Disease (2023) (<https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/PDIS-11-22-2758-RE?journalCode=pdis>)

APPLICATIONS POSSIBLES POUR L'INDUSTRIE

Les doses équivalentes vont permettre à l'industrie d'utiliser des doses plus faibles sans mettre en péril l'efficacité des traitements. Cette stratégie va aussi permettre d'écarter les produits les moins efficaces ou plus coûteux à efficacité égale. Le projet a aussi permis d'élaborer une stratégie de traitement en post infection

PERSONNE-RESSOURCE POUR INFORMATION

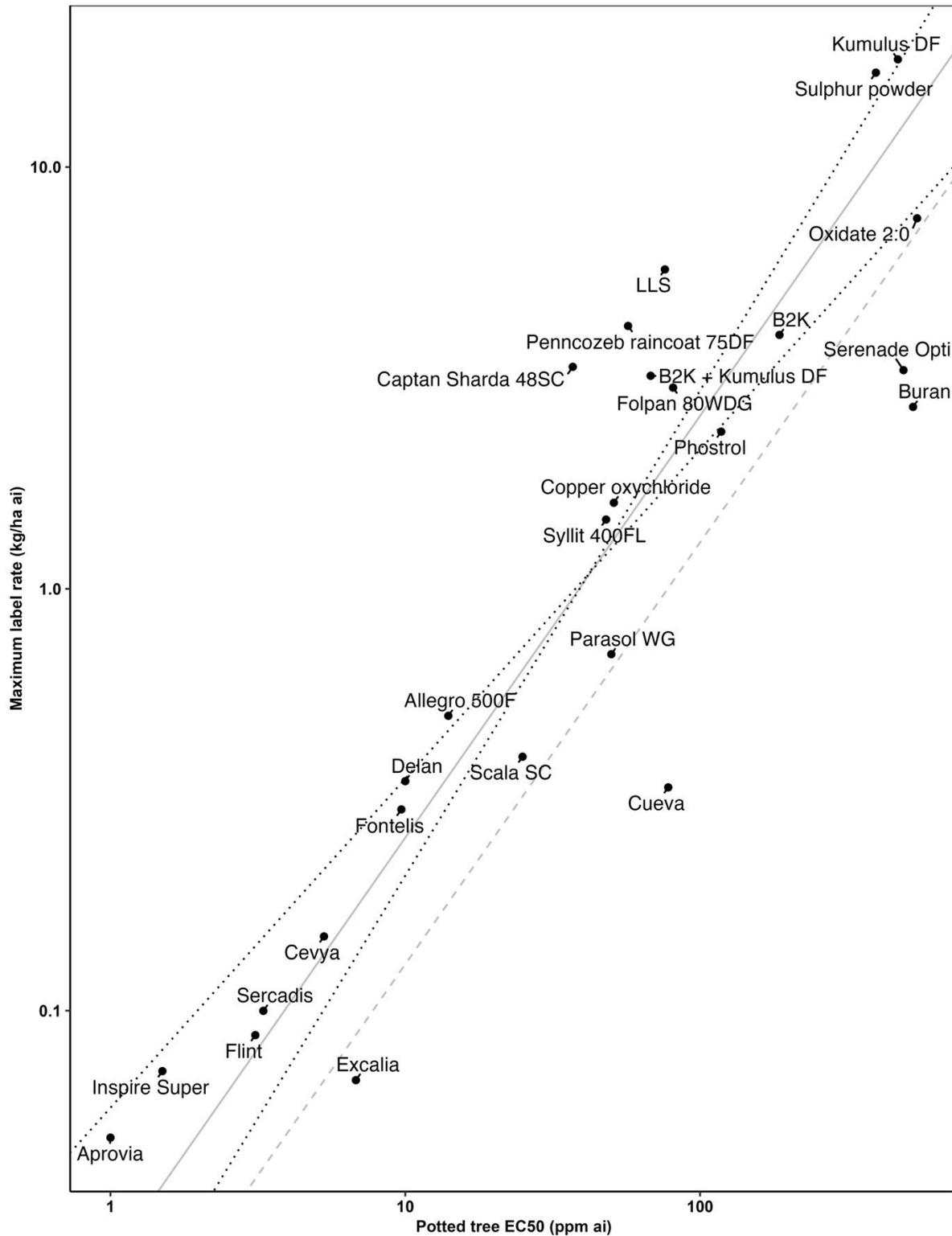
Vincent Philion, agr.
450-653-7368 poste 350
Vincent.philion@irda.qc.ca

REMERCIEMENTS AUX PARTENAIRES FINANCIERS

Ce projet a été réalisé à l'IRDA dans le cadre du programme Prime-Vert – Appui au développement et au transfert de 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)

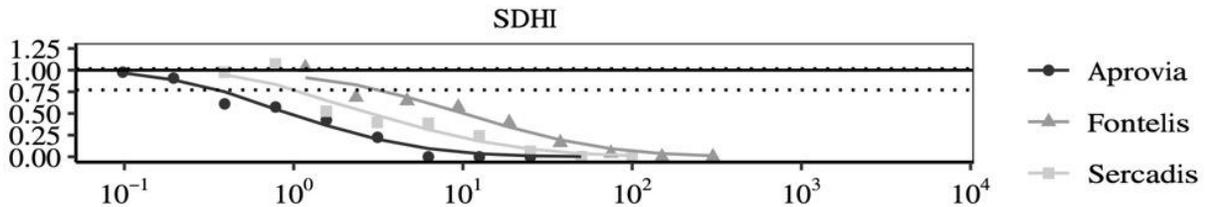
Relation entre la dose discriminante permettant d'inhiber 50% des symptômes lors des traitements en protection (EC_{50}) et la dose maximale homologuée. (Extrait de l'article publié dans Plant Disease)



Extraits de la présentation des résultats faite lors de la journée JARIT virtuelle en 2021 et 2022.

Le projet a mis en lumière que pour les 3 molécules les plus populaires des SDHI (groupe 7), la dose homologuée correspond assez bien à une efficacité égale entre produits. Toutes choses étant égales par ailleurs, il est donc possible de choisir en fonction du prix. Ce type de comparaison n'était pas possible avant la réalisation de ce projet.

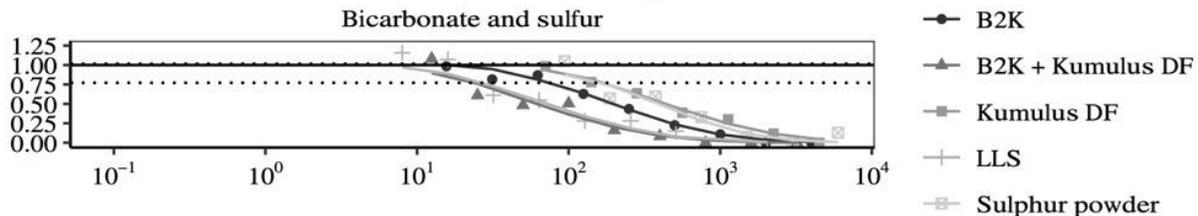
Dose utile en prévention



- Aprovia (10% et 500 ml/ha) = 50 ml actif
- Sercadis (30% et 333 ml/ha) = 100 ml actif
- Fontelis (20% et 1.5 L/ha) = 300 ml actif
- Dose optimale à suivre
- Efficacité par \$ dépensé...

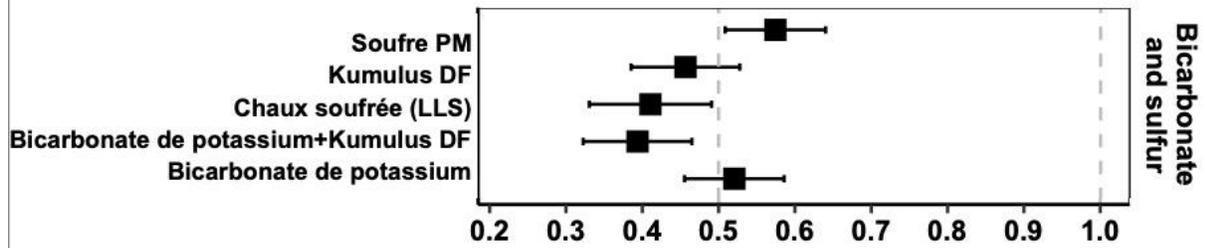
Les tests ont permis d'établir que pour des conditions identiques d'application le mélange de bicarbonate et de soufre donnait de meilleurs résultats que le soufre seul. Même si ce mélange ne serait pas recommandé pour des traitements préventifs à cause du lessivage rapide du bicarbonate, les résultats montrent que les deux ingrédients travaillent ensemble mieux que chaque ingrédient appliqué seul. Ce résultat confirme les résultats obtenus en verger dans des projets précédents, mais la technique sur petits pommiers permet facilement d'étendre la comparaison à d'autres produits.

Dose utile en prévention



- Kumulus ou soufre seul « moins efficaces »
- Bicarbonate seul (sans lessivage)
- Bouillie soufrée et le mélange bicarbonate et soufre sont similaires
- B2K en mélange mieux que chaque ingrédient seul

GERMINATION 6H



- Pour une dose EQUIVALENTE en protection
- Mélange B2K + Soufre mieux en germination