

**AFPP – ONZIÈME CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LES MALADIES DES PLANTES
TOURS – 7 AU 9 DÉCEMBRE 2015**

**INTERET D'UNE FORMULATION A BASE DE SOUFRE COMPORTANT DES DERIVES TERPENIQUES EN
ARBORICULTURE FRUITIERE**

F. GIRAUD ⁽¹⁾ et M. RAMOS ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Action Pin, Z.I. de Cazalieu, CS 60030, 40260 Castets, France
francois.giraud@action-pin.fr

RÉSUMÉ

Les dérivés terpéniques issus du pin sont utilisés en protection des plantes soit comme adjuvant extemporané, soit comme coformulants dans des fongicides. Action Pin développe une formulation à base de soufre de type SC, comportant des dérivés du pin parmi ses coformulants. L'efficacité et la sélectivité de cette formulation, en production fruitière, sont évaluées notamment en France, en Italie et en Espagne selon les méthodes CEB ou EPPO correspondantes. Les essais de plein champ montrent que la formulation SC apportant 350 g a.s./hL présente une efficacité au moins équivalente à la référence soufre WG appliqué à 600 g a.s./hL contre l'oïdium du pommier et du pêcher, ainsi que la tavelure du pommier. La formulation SC n'accroît pas de manière significative le russetting sur pommes.

Mots-clés : dérivés du pin, soufre, arboriculture, oïdium, tavelure.

ABSTRACT

INTEREST OF SULPHUR BASED FUNGICIDE CONTAINING TERPENIC COMPOUNDS IN FRUIT PRODUCTION

Pine terpenic compounds are used in crop protection as tank mix adjuvants or as coformulants in fungicide products. Action Pin has developed a SC sulphur based product containing pine compounds coformulants. SC sulphur based fungicide efficacy and selectivity, in fruit crops, were assessed in field trials carried out in France, in Italy and in Spain. These field trials were done as CEB or EPPO guidelines. The SC sulphur based fungicide at 350 g a.s./hL had the same efficacy level than WG standard sulphur based product at 600 g a.s./hL, against apple or peach powdery mildews and against apple scab. The SC formulation did not increase russetting severity or incidence on apples.

Keywords: pine terpenic compounds, sulphur, fruit crops, powdery mildew, apple scab.

INTRODUCTION

Le soufre est un fongicide minérale efficace contre les oïdiums et contre la tavelure, utilisé depuis les années 1850. (Bru, 1997) Avec son mode d'action multisite, le soufre consitue à lui seul le groupe M2 selon la classification du FRAC. Après absorption par les cellules fongiques, il est réduit en sulfure d'hydrogène perturbant de nombreux mécanismes métaboliques de façon irréversible. (PHM, 1991)

La société Action Pin développe une formulation de type SC (Suspension Concentrée) à base de soufre, avec une teneur de 700 g/L, et comportant parmi ses coformulants des dérivés terpéniques issus du pin maritime, *Pinus pinaster*. Ce fongicide est actuellement autorisé contre l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) à la dose de 7,5 L/ha (5250 g a.s./ha) et présente une excellente efficacité comparable à un soufre de type WG à 10000 g a.s./ha, dans la plupart des conditions agro-climatiques.

Un bon niveau d'efficacité avec moins de soufre appliqué contre l'oïdium de la vigne, nous conduit à évaluer l'efficacité de cette formulation SC, avec des doses réduites de soufre par rapport à un soufre WG de référence, contre les oïdiums et la tavelure en arboriculture fruitière.

Cette communication présente les résultats expérimentaux permettant d'évaluer l'intérêt technique de la formulation à base de soufre comportant des dérivés du pin parmi ses coformulants, pour lutter contre l'oïdium du pommier (*Podosphaera leucotricha*), l'oïdium du pêcher (*Sphaerotheca pannosa*) et la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*).

MATERIEL ET MÉTHODE

PRODUITS TESTES

Le fongicide évalué, HELIOSOUFRE S (AMM n°9000222 ; soufre 700 g/L ; suspension concentrée [SC], Action Pin), est appliqué à 0,5 L/hL (350 g a.s./hL) dans tous les essais.

Dans les essais oïdium, la référence est une formulation WG à base de soufre titrant à 800 g/kg, appliquée à sa dose autorisée soit 600 g a.s./hL.

Dans les essais tavelure, la formulation soufre SC est comparée à un fongicide de référence à base de captane (formulation type WG titrant à 800 g/kg) appliqué à la dose de 152 g a.s./hL.

DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Oïdium du pommier (*Podosphaera leucotricha*)

L'évaluation d'efficacité est réalisée avec la mise en place de 11 essais de plein champ en France, en Espagne, en Italie et au Portugal. Tous les essais BPE sont conduits selon la méthode CEB N°33 en France ou selon la méthode EPPO PP 1/69 dans les autres pays. Chaque essai comporte 4 blocs de Fisher. La taille de parcelle élémentaire va de 16 à 43 m². Les témoins non traités sont inclus dans le dispositif.

Oïdium du pêcher (*Sphaerotheca pannosa*)

L'efficacité est évaluée avec la mise en place de 7 essais de plein champ en France et en Espagne. Les essais BPE sont conduit selon la méthode CEB MG02 et en s'inspirant de la méthode CEB N°33 en France ou bien selon la méthode EPPO PP 1/104 en Espagne. Chaque essai comporte 4 blocs de Fisher. La taille des parcelles élémentaire va de 40 à 83 m². Les témoins non traités sont inclus dans le dispositif.

Tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*)

L'efficacité contre la tavelure est évaluée avec la mise en place de 6 essais de plein champ en France et en Italie. Les essais BPE sont conduits selon la méthode CEB N°14 en France ou selon la méthode EPPO PP 1/ 5 en Italie. Chaque essai comporte 4 blocs de Fisher. La taille de la parcelle élémentaire va de 16 à 43 m². Les témoins non traités sont exclus du dispositif.

APPLICATIONS

Les applications sont réalisées au moyen d'un pulvérisateur pneumatique d'expérimentation, sur toute la hauteur des arbres fruitiers. Le volume de bouillie est compris entre 400 et 1000 L/ha selon le volume de végétation à traiter. Entre chaque modalité, l'appareil de pulvérisation est rincé.

Contre l'oïdium du pommier et l'oïdium du pêcher, la cadence d'application est de 7-10 jours. Contre la tavelure, les applications sont effectuées selon les risques épidémiologiques déterminés par modélisation.

OBSERVATIONS

Oïdium du pommier (*Podosphaera leucotricha*)

L'efficacité sur les foyers primaires est évaluée en mesurant la fréquence d'attaque sur les pousses. L'efficacité sur les foyers secondaires est évaluée d'après la fréquence de la maladie sur les feuilles. Cette dernière est mesurée, dans chaque parcelle élémentaire, sur un échantillon représentatif de 100 feuilles provenant d'au moins 15 rameaux des arbres centraux. L'efficacité est ensuite calculée selon la formule de Abbott.

Oïdium du pêcher (*Sphaerotheca pannosa*)

Sur pêcher, l'efficacité est évaluée sur feuilles et sur fruits. La fréquence d'attaque sur feuilles est mesurée sur un échantillon représentatif de 100 feuilles issues d'au moins 15 rameaux des arbres centraux, pour chaque parcelle élémentaire. Sur fruits, la fréquence d'attaque est mesurée sur un échantillon de 100 fruits par parcelle élémentaire. L'efficacité sur feuilles ou sur fruits est ensuite calculée selon la formule de Abbott.

Tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*)

L'efficacité est évaluée d'après la fréquence sur feuilles et sur fruits. Les fréquences d'attaque sont mesurées sur un échantillon de 200 feuilles ou de 200 fruits par parcelle élémentaire. Les efficacités sont ensuite calculées selon la formule de Abbott.

Observation du russetting sur pommier

Dans les essais pommier, une notation complémentaire du russetting est réalisée au moment de la récolte sur un échantillon de 100 pommes par parcelle élémentaire. Les modalités traitées sont comparées au témoin afin d'y déterminer l'impact du fongicide.

TRAITEMENT STATISTIQUE

Les données efficacité et russetting font l'objet d'analyses de variance avec un risque alpha de 5%, avec utilisation du test de Neumann-Keuls pour comparer les moyennes.

RESULTATS

EFFICACITE CONTRE L'OÏDIUM DU POMMIER (*PODOSPHAERA LEUCOTRICH*)

La synthèse des résultats d'efficacité sur foyers primaires et sur foyers secondaires sont présentés dans le tableau I ci-dessous. L'évaluation sur les foyers primaires a pu être réalisée sur 4 essais, avec une moyenne de 56.6 % des pousses attaquées dans les témoins non traités. Concernant l'efficacité sur les foyers secondaires, la fréquence moyenne sur feuilles est de 47.1 % dans les témoins non traités.

Tableau I : Efficacité moyenne contre l'oïdium du pommier (*Podosphaera leucotricha*)
Powdery mildew of apple (*Podosphaera leucotrica*) mean control

	Nombre d'essais	Fréquence dans les témoins (%)	Efficacité de Abbott (%)	
			Formulation soufre SC	Formulation soufre WG (=référence)
			350 g a.s./hL	600 g a.s./hL
Efficacité sur foyers primaires	4	56.6 sur pousses	53.5 a	42.1 a
Efficacité sur foyers secondaires	11	47.1 sur feuilles	60.4 a	55.7 a

Avec un apport de soufre réduit de près de 40%, et malgré une absence de différence statistique significative, la formulation soufre SC se montre légèrement plus efficace que la formulation WG de référence aussi bien contre les foyers primaires que les foyers secondaires.

EFFICACITE CONTRE L'OÏDIUM DU PECHER (*SPHAEROTHECA PANNOSA*)

Les résultats sur feuilles et sur fruits sont présentés dans le tableau II, ci-dessous. Sur feuilles la fréquence moyenne d'attaque est de 51.6 % dans les témoins non traités.

La notation sur fruits a pu être réalisée sur deux essais, ainsi ces résultats n'ont qu'une valeur indicative. La fréquence moyenne sur fruit est de 55.6 %.

Tableau II : Efficacité moyenne contre l'oïdium du pêcher (*Sphaerotheca pannosa*)
Powdery mildew of peach (*Sphaerotheca pannosa*) mean control

	Nombre d'essais	Fréquence dans les témoins (%)	Efficacité de Abbott (%)	
			Formulation soufre SC	Formulation soufre WG (=référence)
			350 g a.s./hL	600 g a.s./hL
Efficacité sur feuilles	7	51.6	69.6 a	61.5 a
Efficacité sur fruits	2	55.6	49.6	18.3

Sur feuilles, la formulation soufre SC avec 350 g a.s./hL montre une efficacité légèrement plus élevée que celle de la formulation soufre WG de référence à 600 g a.s./hL malgré l'absence de différence significative au niveau du test statistique. Sur fruits, la formulation soufre SC semble plus performante que la formulation soufre WG de référence.

EFFICACITE CONTRE LA TAVELURE (*VENTURIA INAEQUALIS*)

Les résultats sur feuilles et sur fruits sont présentés dans le tableau III. Sur feuilles, la fréquence moyenne d'attaque est de 37.6 % dans les témoins non traités.

La notation sur fruits a pu être réalisée dans deux essais, ainsi ces résultats n'ont qu'une valeur indicative. La fréquence moyenne des fruits atteints est de 66.7% dans les témoins.

Dans un essai, la formulation soufre SC est également comparée à la formulation soufre WG de référence à la dose de 600 g a.s./hL.

Tableau III : Efficacité moyenne contre la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*)
Apple scab (*Venturia inaequalis*) mean control

	Nombre d'essais	Fréquence dans les témoins (%)	Efficacité de Abbott (%)		
			Formulation soufre SC	Captane	Formulation soufre WG (=référence)
			350 g a.s./hL	152 g a.s./hL	600 g a.s./hL
Efficacité sur feuilles	6	37.6	58.8 a	62.0 a	-
	1	86.3	23.6	39.6	30.0
Efficacité sur fruits	2	66.7	84.7	86.8	-
	1	81.3	95.9	98.6	96.2

Sur feuilles et sur fruits, la formulation soufre SC à 350 g a.s./hL se montre aussi efficace que le fongicide à base de captane appliqué à 152 g a.s./hL et que la formulation soufre WG à 600 g a.s./hL. Le résultat comparatif avec la formulation soufre WG semble aller dans le même sens que les résultats concernant les usage oïdium en dépit du nombre restreint d'essais.

IMPACT SUR LE RUSSETING

L'impact de la formulation soufre SC sur le russeting est évalué dans 7 essais sur pommier. Le pourcentage moyen de fruits présentant des symptômes est de 33.5 % dans les témoins et de 37.5 % pour la modalité formule soufre SC. Il n'existe aucune différence significative.

La formulation soufre SC ne présente pas d'impact négatif sur le russeting des pommes à la récolte.

DISCUSSION

Contre les oïdiums du pommier et du pêcher, la formulation soufre SC avec une réduction de près de 40% de soufre apporté présente une efficacité au moins équivalente à la référence soufre WG. Ces résultats sont similaires à ceux obtenus contre l'oïdium de la vigne avec le même ratio de réduction de dose de soufre. Ces champignons ont tous des biologies assez proches. Il est alors raisonnable d'envisager que la formulation soufre SC agissent sur les stades de développement de ces oïdiums comme cela avait été démontré sur l'oïdium de la vigne. (Giraud et al., 2009)

Contre la tavelure, la formulation soufre SC présente des performances intéressantes en comparaison avec la référence à base de captane. Les résultats obtenus en comparaison avec la formulation soufre WG semblent proches de ceux obtenus pour les oïdiums. Cependant des essais complémentaires seront nécessaires pour le confirmer.

Ces performances peuvent s'expliquer par les propriétés physico-chimiques des composés terpéniques qui permettent une meilleure répartition de la substance active dans le volume végétal. Les dérivés terpéniques accroissent la rétention en provoquant une chute très rapide de la tension de surface dynamique, elle passe de 72.8 mN/m à de 40 mN/m en moins de 10 ms. Cette propriété se traduit d'un point de vue macroscopique par un effet anti-rebond. (Cabanne et al., 2001 ; Gauvrit et Cabanne, 2008)

CONCLUSION

Pour lutter contre les oïdiums du pommier et du pêcher, la formulation soufre SC à 350 g a.s./hL présente une efficacité au moins équivalente à une formulation soufre WG de référence appliquée à 600 g a.s./hL. Contre la tavelure, la formulation soufre SC à 350 g a.s./hL se montre équivalente à la référence captane à 152 g a.s./hL et semble aussi efficace que le soufre WG de référence à 600 g a.s./hL. Ce dernier résultat sera à confirmer par la mise en place d'essais complémentaires. Les dérivés terpéniques par leurs propriétés physico-chimiques expliquent ces performances.

Par ailleurs, le fongicide ne présente pas d'impact négatif sur le russeting.

La formulation soufre SC bénéficie depuis 2015 d'une extension d'autorisation de mise sur le marché pour usages oïdiums des arbres fruitiers, des cultures légumières et ornementales, pour l'usage tavelure des pommier et pour les usages érinose de la vigne et acariens de la tomate.

Des études sont actuellement en cours pour demander des extensions pour plusieurs usages eriophyes en arboriculture et en cultures légumières.

BIBLIOGRAPHIE

Anonyme, 1991 – Le soufre, un fongicide moderne, *PHM – Revue Horticole*, 321, 27-31

Bru, 1997 – le soufre centenaire, *Fruits et Légumes*, 136

Cabanne F, Lucotte T, Dufau G, Querrioux A, 2001 – Rétention et alcools monoterpéniques utilisés en tank-mix – *Dix-huitième Conférence du COLUMA Journée Internationale sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes*, 353-360

Gauvrit C, Cabanne F, 2008 – Huiles végétales et monoterpènes en formulation phytosanitaire – *In Biopesticides d'origine végétale, 2^e édition*. Editions Lavoisier, France, 433-449

Giraud F, Querrioux A, Ramos M, 2009 – Action d'une formulation associant soufre et composés terpéniques sur l'oïdium de la vigne (*Erysiphe necator*) à différents stades de son développement – *Neuvième Conférence Internationale sur les Maladies des Plantes*