

Essai de biofungicides contre le blanc dans le melon miel

*Isabelle Couture, agr., M.Sc. MAPAQ Montérégie-Est, Sophie Guimont, agr., Club BioAction
Yveline Martin, agr., Club BioAction, en collaboration avec Mikael Guillou, agr., M.Sc., MAPAQ*

Le blanc des cucurbitacées, maladie causée par deux champignons *Podosphaera xanthii* et *Erysiphe cichoracearum*, est une maladie qui revient année après année. Ces agents pathogènes sont très répandus partout où il se produit des cucurbitacées. L'inoculum primaire arrive par les vents des États américains qui produisent leurs cucurbitacées plus tôt en saison.

Une forte pression de la maladie et une infection hâtive peuvent provoquer la mort prématuée du feuillage, le fruit peut subir des coups de soleil, aussi, le contenu en sucre peut être plus faible que la maturité se fait de façon prématuée et incomplète. La taille et/ou le nombre de fruits peut être réduit. Dans le cas de la citrouille, le pédoncule peut être de moindre qualité. De plus, le blanc peut prédisposer la plante à d'autres maladies comme la pourriture noire.

Jusqu'à il y a peu de temps, les producteurs biologiques n'avaient pas accès à des produits contre le blanc autorisés en agriculture biologique. Depuis cinq ans, plusieurs biofungicides sont apparus sur le marché. Malheureusement, ces produits à risque réduit pour la santé et l'environnement sont peu connus et peuvent être mal utilisés. Le but de ce projet est d'évaluer l'efficacité des nouveaux biofungicides sur le blanc des cucurbitacées.

Un autre objectif de l'essai est de faire connaître les biofungicides auprès des producteurs conventionnels pour tenter de réduire l'usage de fongicides dont les indices de risque pour la santé (IRS) et pour l'environnement (IRE) sont plus élevés que ceux des biofungicides.

Matériel et méthodes

Dans ce projet, sept traitements ont été comparés, dont un témoin «eau». Les traitements étaient :

T1= eau

T2= Tivano (m.a. acide citrique 10,73 g/L et acide lactique 21,37 g/L)

T3= Buran (m.a. Poudre d'ail 15%)

T4= Actinovate® SP (*Streptomyces lydicus* 0,0371%)

T5= Serenade® Opti MC (Bacillus subtilis, $1,31 \times 10^{10}$ CFU/g)

T6= Kumulus MD DF (m.a. : Soufre, 80%)

T7= StorOx (m.a. : Peroxyde d'hydrogène, 27%)

Les traitements étaient répétés 4 fois selon un plan entièrement aléatoire. Les parcelles faisaient 5 mètres de longueur, et 0,76 m de largeur.

Les pulvérisations ont débuté préventivement 2 jours après avoir dépisté les premières taches sur les feuilles, dans le champ de melon, hors des parcelles d'essai. Au moment de la première pulvérisation, il n'y avait pas de symptôme de blanc dans aucune des 28 parcelles.

Un volume d'eau équivalent à 700 L/ha a été utilisé pour chacune des parcelles de 5 mètre de longueur. L'eau utilisée pour les pulvérisations provenait de l'aqueduc de la municipalité de St-Pie. Le pH de l'eau était très proche de la neutralité (pH entre 6,9 et 7,0).

Un pulvérisateur dorsal à moteur de marque ECHO®, modèle SHR-210 (Echo Inc., Lake Zurich, IL, USA) a été utilisé. Il était muni d'une rampe droite à deux buses espacées de 70 cm. Les buses TeeJet étaient à jet conique plein avec pastille et divergent. La pression de pulvérisation était de 80 PSI (voir annexe 1).

Avant l'apparition des premiers symptômes, des quadras de 1 m*0,50 m ont été installés dans chacune des parcelles. Les quadras ont été délimités à l'aide de ficelle, au-dessus du feuillage, dans un secteur représentatif de la parcelle de 5 m (voir annexe 2).

Les dates de pulvérisation ont été : le 7 août, le 13 août et le 24 août.

Les observations ont été faites dans les quadras de chacune des 28 parcelles, le 7 août, 13 août, le 18 août, 28 août et le 3 septembre, correspondant aux jours 1, 7, 12, 22 et 28. Il s'agit d'un plan à mesures répétées sur le temps, à espacements inégaux.

Les variables dépendantes mesurées étaient :

- PFI = Proportion de feuilles infectées par le blanc (%)
- SFIB = Surface foliaire infectée par le blanc. Échelle Horsfall-Barratt

La proportion de feuilles infectées par le blanc et la surface foliaire infectée par le blanc ont été évaluées 4 fois au cours de l'essai. Les observations se faisaient généralement entre 4 et 8 jours après une pulvérisation.

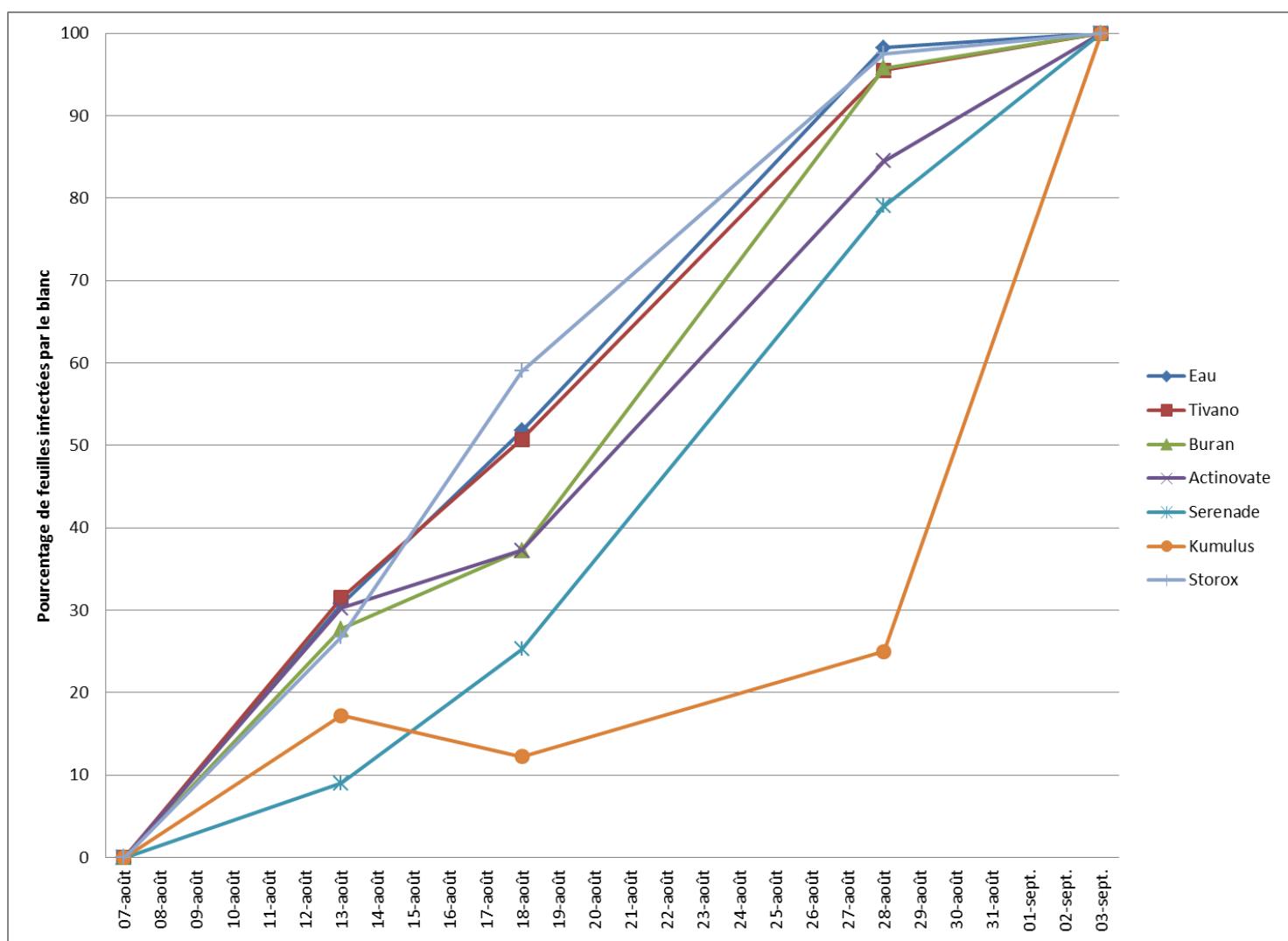
Pour trouver la proportion de feuilles infectée par le blanc, on dénombrait d'abord le nombre total de feuilles à la surface du quadra de 1m*0,5m. Dans un deuxième temps, on comptait le nombre de feuille à la surface du quadra avec symptôme de blanc, peu importe l'intensité du symptôme. Le rapport [«nombre de feuilles avec symptôme de blanc»]/«nombre total de feuilles dans le quadra»]*100, nous donnait le pourcentage de feuilles infectées par le blanc.

Pour trouver la valeur de la surface foliaire infectée par le blanc, nous devions estimer le % de tissus affecté par le blanc dans notre quadra de 0,5 m². Pour nous aider dans notre évaluation, nous nous sommes servis de l'échelle Horsfall-Barratt (Horsfall and Barratt 1945) (voir annexe 3). Par la suite, pour calculer l'aire sous la courbe d'évolution de la maladie (AUDPC), les valeurs de l'échelle Horsfall-Barratt ont été converties selon les tables de conversion Elanco pour obtenir la valeur du pourcentage médian pour chacun des intervalles d'indice de maladie.

Pour chaque variable, l'analyse de l'aire sous la courbe d'évolution de la maladie (AUDPC = area under the disease progress curve) a été fait. Cette donnée prend en compte l'évolution des maladies sur l'ensemble de la période de mesure (cumul de toutes les dates de mesure).

Résultats

La progression dans le temps du nombre de feuilles affectées par le blanc selon les traitements est illustrée au graphique 1. Le biofongicide KUMULUS est le seul produit qui a maintenu à moins de 25% la proportion de feuilles affectées par le blanc encore au 28 août. La différence est hautement significative (tableau 1). À la même date, les autres biofongicides se situaient entre 79% et 97,5% de feuilles avec symptômes de blanc alors que le témoin eau avait 98% des feuilles atteint par le blanc.



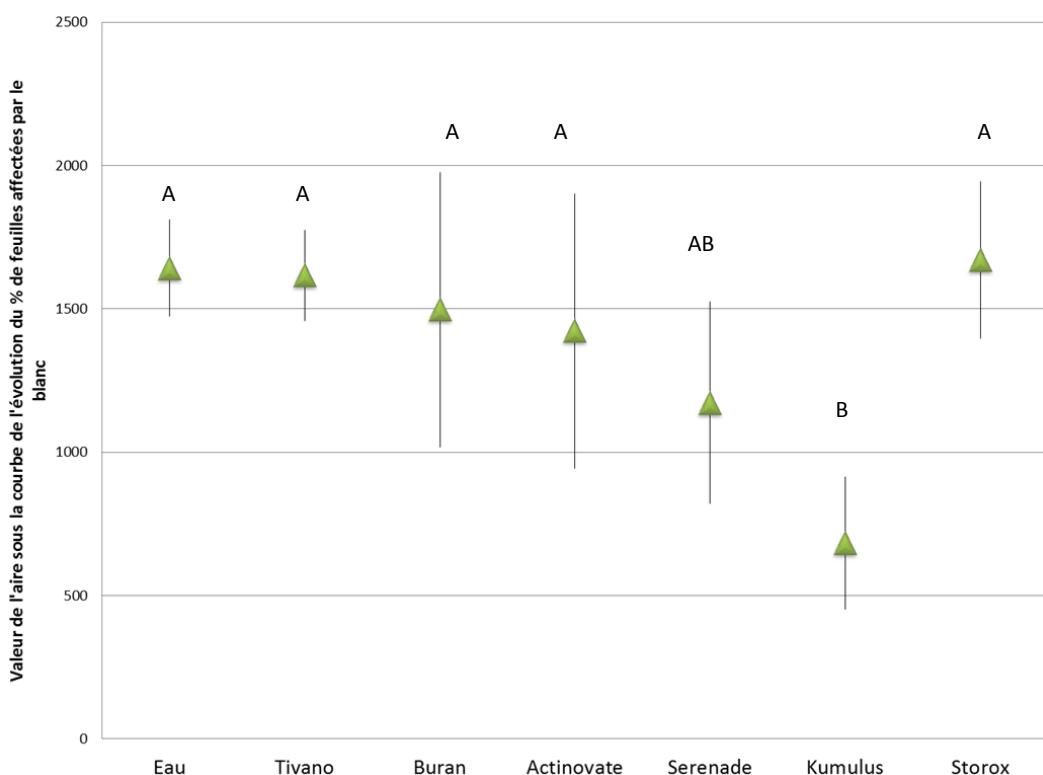
Graphique 1. : Progression du nombre de feuilles infectées par le blanc dans le temps

Tableau 1. Pourcentage de feuille avec blanc, dans le quadra de 0,5 m², au 28 août 2015

Traitement	Dose/ha	% de feuilles avec blanc dans le quadra de 0,5 m ² au 28 août*	
EAU		98	a
TIVANO	14,0 L	96	a
BURAN	20,0 L	96	a
ACTINOVATE	450 g	85	a
SERENADE OPTI	2,5 L	79	a
KUMULUS	2,5 Kg	25	b
STOROX	7,0 L	98	a

Les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes (P≤0,05) selon le test de Tukey

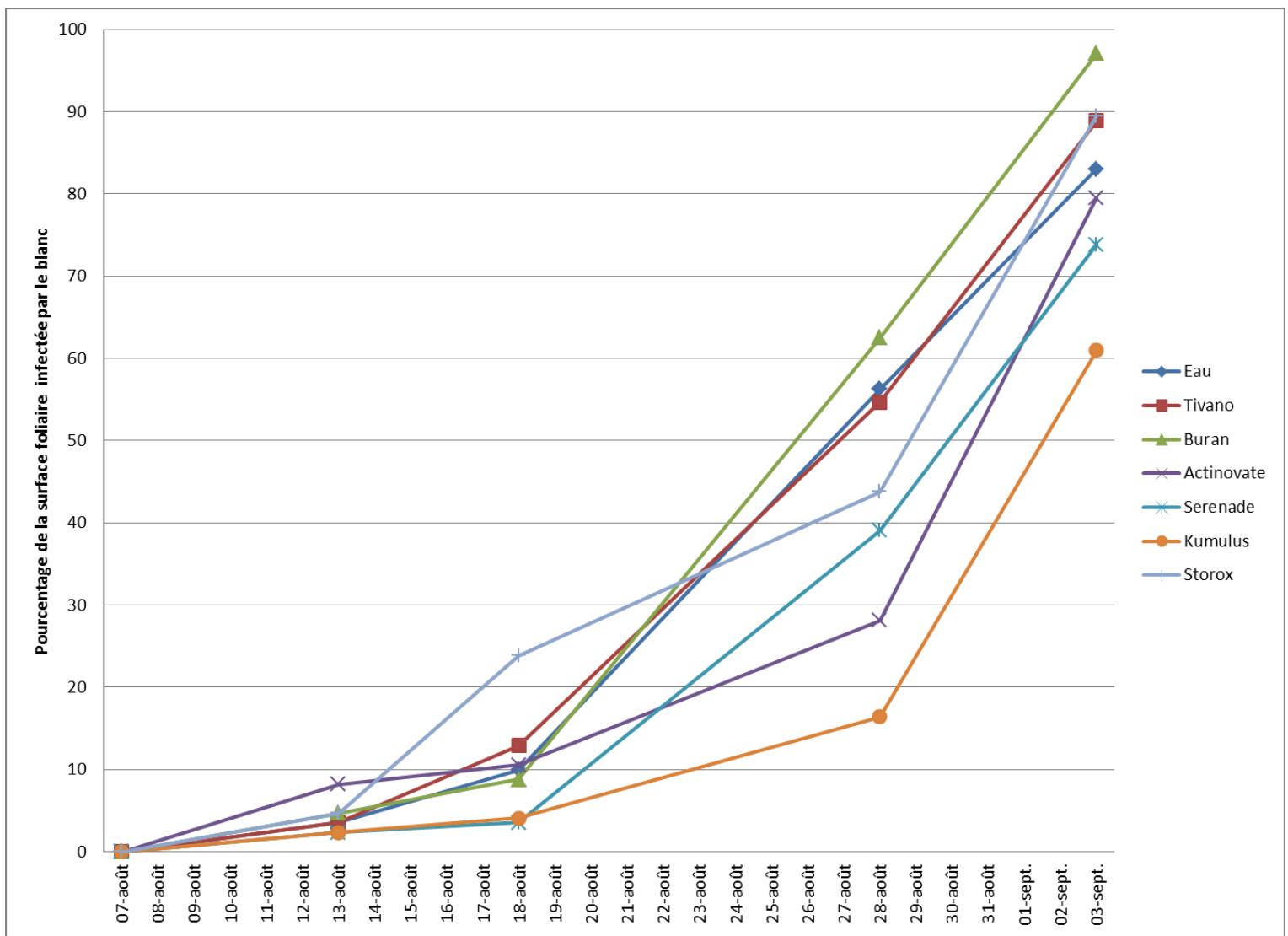
Le calcul de l'aire sous la courbe de l'évolution du nombre de feuilles touchées par le blanc dans le temps a été fait pour tous les traitements (graphique 2). Cette donnée prend en compte l'évolution du pourcentage de feuilles affectée sur l'ensemble de la période de mesure (cumul de toutes les dates de mesure).



Graphique 2. Valeur de l'aire sous la courbe de l'évolution de la proportion de feuilles affectées par le blanc, pour chacun des traitements. ANOVA très significative (***). F=5,66 Prob>F 0,0013. Levene = NS donc données non transformées.

Selon l'analyse statistique, la valeur de l'aire sous la courbe pour le traitement KUMULUS est significativement plus faible que pour tous les autres traitements à l'exception du SERENADE dont la valeur de l'aire sous la courbe se situe à mi-chemin entre celle du KUMULUS et des 5 autres traitements à l'étude. Ces résultats indiquent que les pulvérisations de KUMULUS ont maintenu un plus grand nombre de feuilles saines dans le temps par rapport aux autres traitements. Les applications de SERENADE ont un effet semblable à celles du KUMULUS.

La progression dans le temps de la surface foliaire affectées par le blanc dans les quadras de 0,5 m², selon les traitements, est illustrée au graphique 3.



Graphique 3. : Progression de la surface foliaire infectée par le blanc dans le temps

Des analyses ANOVA par dates de mesure ont été faites au niveau du pourcentage de la surface foliaire infectée par le blanc pour déceler d'éventuelles différences significatives entre les traitements. Seule l'ANOVA faite le 28 août est significative et le test de Tukey a été réalisé avec un niveau de signification de 0,05. Les données sont présentées dans le tableau 2.

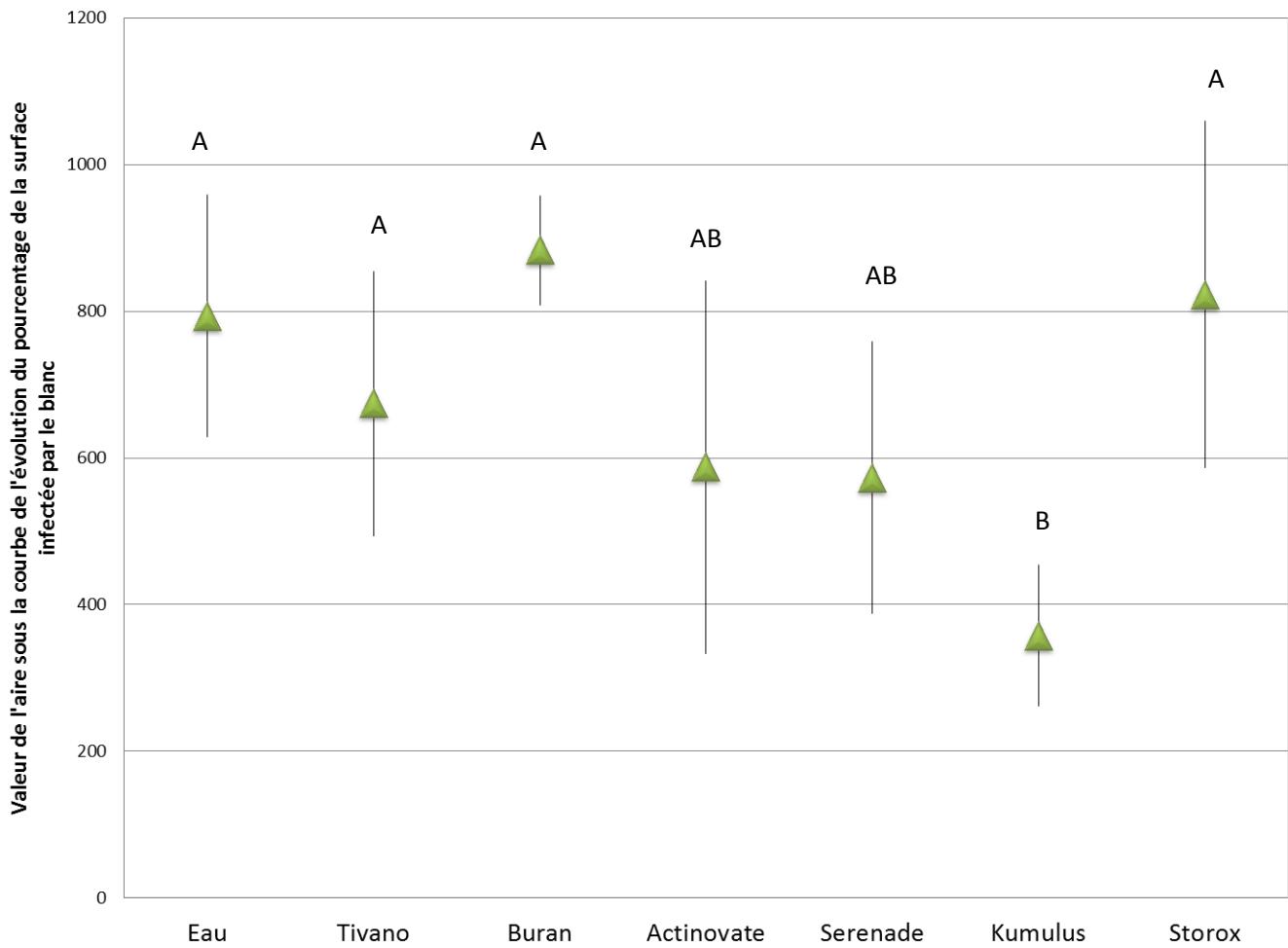
Tableau 2. Pourcentage de tissus affecté par le blanc, dans le quadra de 0,5 m², au 28 août 2015

Traitement	Dose/ha	Sévérité du blanc au 28 août*		
			a	b
EAU		56,3	a	b
TIVANO	14,0 L	54,7	a	b
BURAN	20,0 L	62,5	a	
ACTINOVATE	450 g	28,1	b	c
SERENADE OPTI	2,5 L	39,1	a	b
KUMULUS	2,5 Kg	16,4		c
STOROX	7,0 L	43,8	a	b

Les valeurs suivies par une même lettre ne sont pas significativement différentes ($P \leq 0,05$) selon le test de Tukey

Contrairement au pourcentage de feuille avec blanc, les résultats pour le pourcentage de tissus affecté par le blanc au 28 août sont très semblables d'un biofungicide à un autre. Selon les résultats du tableau 2, au 28 août, la sévérité du blanc était significativement moindre avec KUMULUS qu'avec le témoin EAU et les traitements TIVANO et BURAN. Aussi, le contrôle du blanc à cette date était similaire pour les traitements KUMULUS, ACTINOVATE, SERENADE ET STOROX. Au 28 août, la sévérité du blanc était significativement moindre avec le traitement ACTINOVATE qu'avec le BURAN. Le témoin EAU, le TIVANO, BURAN, SERENADE et STOROX, avaient une sévérité de blanc similaire au 28 août.

Le calcul de l'aire sous la courbe de l'évolution du pourcentage de tissus affecté par le blanc dans le temps (AUDPC), a été fait pour tous les traitements (graphique 4). Cette donnée prend en compte l'évolution du pourcentage de tissus affecté par le blanc dans le quadra de 0,5 m² sur l'ensemble de la période de mesure (cumul de toutes les dates de mesure). Selon l'analyse statistique, la valeur de l'aire sous la courbe pour le traitement KUMULUS est significativement plus faible que pour les traitements EAU, TIVANO, BURAN et STOROX. Les valeurs sous la courbe des traitements ACTINOVATE et SERENADE ne sont pas significativement différentes de celle du KUMULUS ni de celles des 4 autres fongicides.



Graphique 4. Valeur de l'aire sous la courbe de l'évolution de la sévérité du blanc, pour chacun des traitements. ANOVA significative (**) $F=4,41$ Prob>F 0,0049 Levene = NS donc données non transformées.

Discussion

Le blanc est généralement dépisté d'abord dans les vieux plants de courgette, vers la 3^{ème} semaine de juillet. Au début août, le blanc fait son apparition dans l'ensemble des cucurbitacées. L'intensité du blanc et le nombre de feuilles atteintes peuvent varier en fonction du stade phénologique de la plante, des variétés et des conditions climatiques. Dans notre essai, les premiers signes de blanc ont été dépistés dans le melon miel, hors parcelles d'essai, le 5 août. Le blanc n'a cessé de croître jusqu'au 3 septembre, où on dénombrait la totalité des feuilles avec blanc.

Il est normal d'observer un accroissement du blanc et une sénescence naturelle du plant, plus les fruits approchent de la maturité. Dans le cas du melon miel, l'objectif des pulvérisations est de maintenir le plus grand nombre de feuilles capables de faire de la photosynthèse jusqu'à l'atteinte de la maturité des premiers fruits, qui se situe vers la fin août. La maturité du melon miel est souvent difficile à évaluer puisqu'il n'y a aucune couche d'abscission distincte de la tige, et ce, peu importe le degré de maturité de la culture. On détermine généralement le degré de maturité par le changement de couleur de la peau, qui passe de vert à crème. Des études ont démontré qu'on ne compromet pas la saveur du melon miel lorsqu'on le récolte plus tôt cependant.

Si on considère les valeurs de l'aire sous la courbe pour le pourcentage de feuilles avec présence de blanc et celles du pourcentage de tissus affectés par le blanc, il apparaît que les biofungicides KUMULUS et SERENADE OPTI ont significativement mieux contrôlé la présence de blanc que les autres biofungicides testés.

Au 28 août, il y avait significativement moins de feuilles atteintes par le blanc avec le traitement KUMULUS qu'avec les autres traitements. À cette date toutefois, l'intensité du blanc, était semblable entre les traitements, sauf pour le BURAN, le TIVANO et le témoin EAU où la proportion de tissus affecté dans le quadra de 0,5 m² était supérieure à celle obtenue avec le KUMULUS.

Malgré l'utilisation de l'échelle Horsfall-Barratt, il est plus difficile d'évaluer l'intensité du blanc que le pourcentage de feuilles avec présence de blanc. Il est possible que nous ayons surestimé ou sous-estimé le pourcentage de tissus affecté par le blanc, expliquant ainsi le peu de différence entre les traitements pour cette variable.

On ne recommande pas de faire des applications répétées d'un même fongicide, même s'il s'agit de biofungicides. Dans une stratégie de lutte raisonnée, il faut alterner les produits et les familles de fongicides. Un produit qui a moins bien performé dans cet essai pourrait cependant bien s'insérer dans une séquence de différents traitements et avoir un effet significatif par le fait même du changement de mode d'action de suppression du blanc.

Les pulvérisations ont eu lieu le 7 août, le 13 et le 24 août. À la lumière des résultats, il aurait pu être avantageux de respecter un délai de 7 jours entre les pulvérisations pour éviter que le blanc ne se multiplie trop et ne devienne encore plus difficile à réprimer.

Conclusion

KUMULUS^{MD} DF (m.a. : Soufre, 80%) suivi de SERENADE[®] Opti ^{MC} (Bacillus subtilis, $1,31 \times 10^{10}$ CFU/g) ont démontré leur potentiel à diminuer le nombre de feuilles infectées par le blanc et l'intensité de la maladie.

Les produits soufrés sont homologués au Canada contre divers pathogènes dans plusieurs cultures. Paradoxalement, le soufre n'est pas homologué dans les cucurbitacées alors qu'il est d'usage courant dans ce groupe de culture aux États-Unis et en Europe.

Les données générées cette année dans le cadre de ce projet pourront contribuer à faire avancer le processus d'homologation des produits à base de soufre dans les cucurbitacées au Canada. En effet, les données d'efficacité du soufre contre le blanc sont très intéressantes en plus d'avoir un indice pour la santé (**IRS=15**, IRE =81, pour une dose de 2,5 kg/ha) nettement moins élevé qu'un fongicide à large spectre comme le chlorothalonil (**IRS=614**, IRE= 56), largement utilisé dans les cucurbitacées pour lutter contre le blanc.

Aussi, il est important de refaire l'essai l'an prochain pour s'assurer de la constance des résultats. Peut-être qu'entre temps, nous aurons des informations supplémentaires quant à la manière d'optimiser l'utilisation des biofungicides à l'essai.

Essai suivi par:

Sophie Guimont, agr., Club BioAction

Yveline Martin, agr., Club BioAction

Isabelle Couture, agr., M.Sc., MAPAQ

Analyses statistiques faites par :

Mikael Guillou, agr., M.Sc., MAPAQ

Un grand merci à Réal et Gabriel Samson de la Ferme Samson et fils pour nous avoir permis de faire le suivi chez eux et pour leur précieuse collaboration.

Ce projet a été possible grâce à l'aide financière du PADAAR de la Montérégie-Est

Annexes

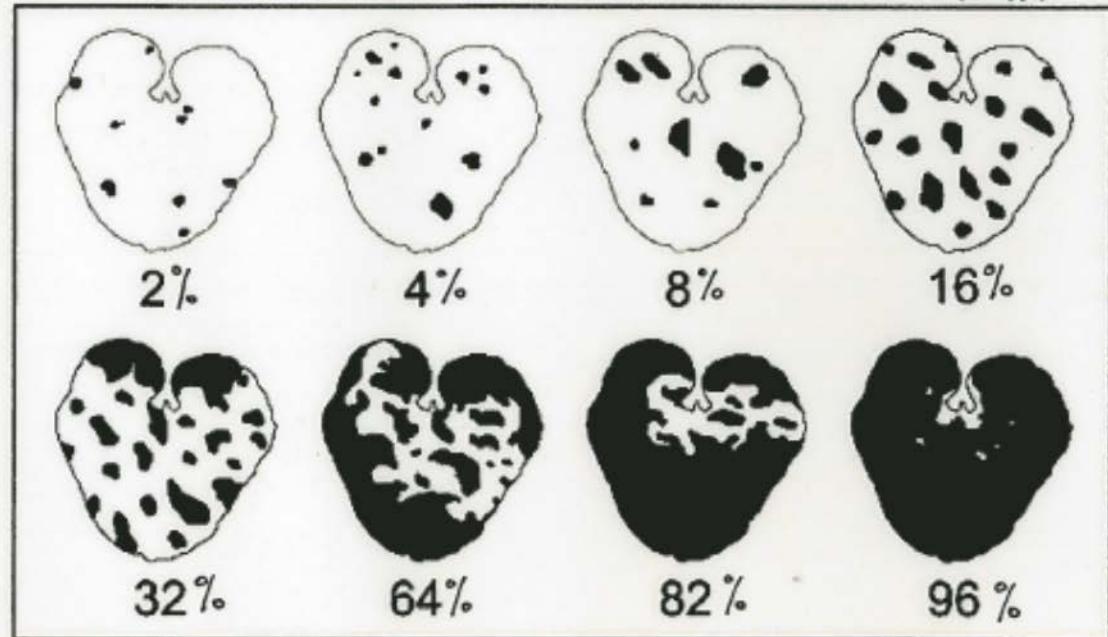


Annexe 1 : Photo où l'on voit le pulvérisateur et la rampe



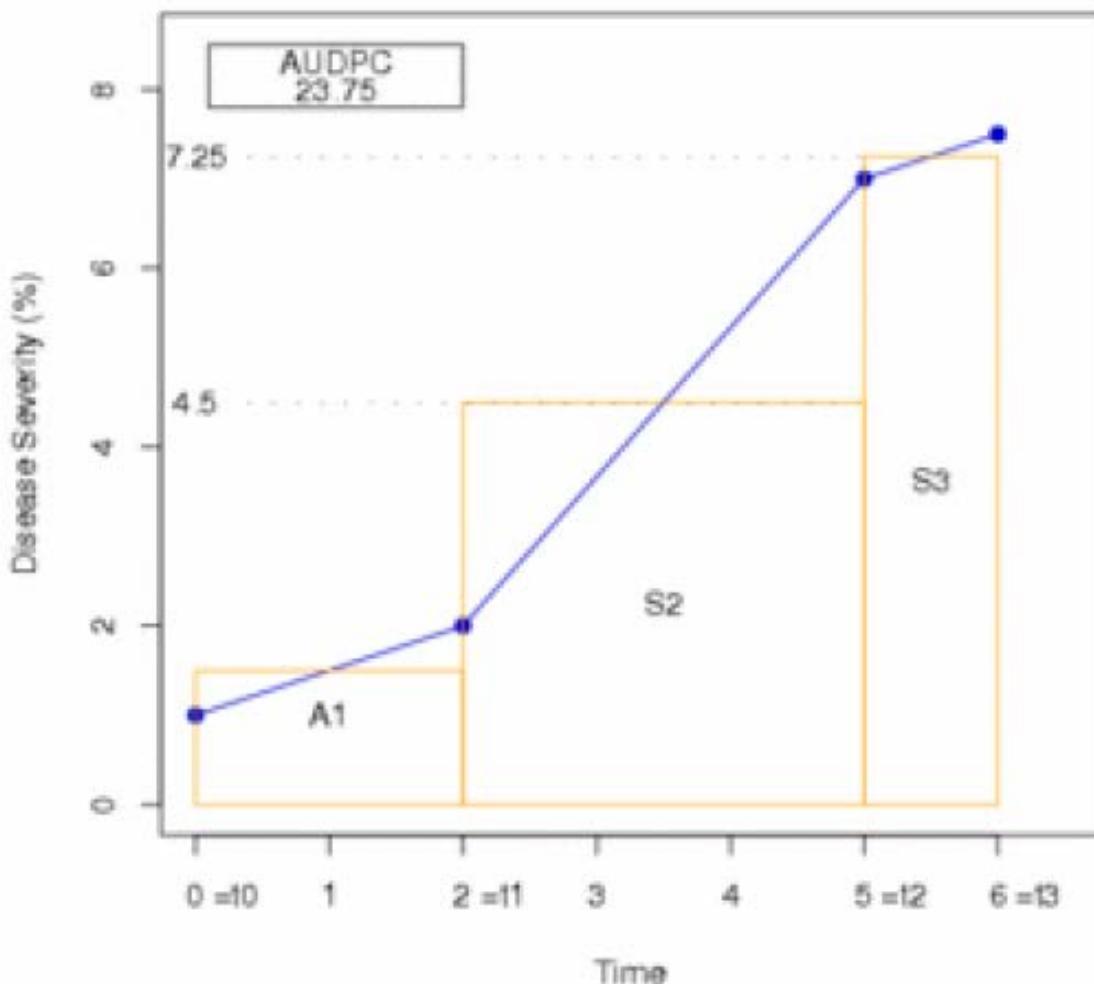
Annexe 2 : Photo d'un quadra de 1,0 m*0,5 m installée dans une des 28 parcelles de 5 m de longueur

Échelle Horsfall - Baratt: 0 = 0 % 2 = 4-6 % 4 = 13-25 % 6 = 51-75 % 8 = 89-94 % 10 = 98-100 %
1 = 0-3 % 3 = 7-12 % 5 = 26-50 % 7 = 76-88 % 9 = 95-97 %



Annexe 3 : Échelle du % d'infection des tissus selon l'échelle Horsfall-Baratt

Illustration of AUDPC Calculation



Annexe 4 : Illustration du calcul de l'aire sous la courbe de progression de la maladie

l'ARLA désigne certains pesticides comme des biopesticides. La définition de biopesticide englobe :

- un agent microbien, c'est-à-dire un microorganisme (bactérie, champignon, virus, protozoaire ou algue) trouvé à l'état naturel ou génétiquement modifié;
- un pesticide biochimique, c'est-à-dire une substance naturelle ou synthétique fonctionnellement identifiée, qui lutte contre les parasites à l'aide de mécanismes non toxiques. Les pesticides biochimiques comprennent, sans toutefois s'y limiter, les économes (dont les phéromones) et les extraits de plante.

Annexe 5 : définition d'un biopesticide