

Lutte aux bactéries et résistance au cuivre dans le poivron et la tomate

Christine Villeneuve, agr. MAPAQ St-Rémi

Le cuivre est le bactéricide le plus populaire en agriculture pour lutter contre les maladies du poivron et de la tomate. L'usage répété du cuivre sans l'alternance avec des fongicides appartenant à d'autres groupes chimiques peut favoriser l'apparition de résistance dans les populations de bactéries.

Résistance au cuivre : enquête 2008

Au cours de la saison 2008, le laboratoire de diagnostic du MAPAQ a testé la résistance au cuivre de quelques échantillons prélevés dans les champs.

Poivron

Moucheture bactérienne, *Pseudomonas syringae* identifiée dans 6 échantillons (Montérégie Ouest, Laurentides) : 5 testés résistants et 1 testé moyennement résistant au cuivre.

Tomate

Chancre bactérien, *Clavibacter michiganensis* ssp. *Michiganensis* identifié dans 2 échantillons (Montérégie Ouest) : 1 testé moyennement résistant et 1 test de résistance non réalisable. Le nombre restreint d'échantillon ne permet pas de poser un diagnostic précis mais laisse entrevoir des cas de résistance pour le chancre bactérien. Des tests additionnels devront être réalisés en incluant aussi des échantillons de plants de tomate porteurs de moucheture bactérienne, *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*.

Le Québec n'échappe pas à la tendance générale car la résistance au cuivre est retrouvée un peu partout sur la planète en ce qui concerne les maladies bactériennes du poivron et de la tomate. Selon les phytopathologistes, il est très rare de retrouver des résistances totales au cuivre dans les populations de bactéries. Les chercheurs mentionnent que des plants malades, porteurs de bactéries résistantes au cuivre, vont tout de même être mieux protégés des infections bactériennes par des applications régulières de cuivre en comparaison avec des plants témoins non traités.

L'accumulation du cuivre dans les sols

Le cuivre contenu dans les fongicides et appliqué sur les plantes peut s'accumuler dans les sols au fil des ans. La concentration en cuivre d'un produit n'est pas reliée directement à son pouvoir bactéricide. Les formulations ont évolué au cours des ans permettant de diminuer la concentration en cuivre d'un produit tout en assurant une bonne teneur en cuivre libre Cu^{2+} dans la solution. Ce sont précisément ces Cu^{2+} libres ou insolubles dans l'eau qui ont une activité vis-à-vis des bactéries phytopathogènes. Par ailleurs, plus la mouture du cuivre est fine et moins il en faut pour couvrir la surface foliaire de la plante à protéger.

La formulation commerciale choisie a un impact majeur sur les quantités de cuivre totales qui se retrouvent dans les sols. Par exemple, deux pulvérisations de CUIVRE

53M (2,4 kg/ha concentré à 53% en cuivre) libère autant de cuivre dans l'environnement que sept applications de KOCIDE 2000 (2,52 kg/ha concentré à 35% en cuivre).

Des études ont révélé un impact négatif sur les organismes bénéfiques du sol à partir d'une teneur en cuivre de 53 mg/kg. Plus les sols sont argileux, plus ils sont susceptibles d'accumuler le cuivre. Afin de situer la réalité québécoise par rapport aux accumulations de cuivre, nous avons consulté la teneur en cuivre du sol de quelques fermes conventionnelles qui appliquent régulièrement des pesticides à base d'hydroxyde de cuivre depuis au moins 15 ans.

- Légumes, loam moyen: 9 à 14 mg/kg ou ppm de cuivre
Moyenne de 2,5 applications /an
- Légumes, loam sableux: 7 à 15 mg/kg de cuivre
Moyenne de 4 applications/an
- Légumes, loam argileux : 3 à 5 mg/kg de cuivre
Moyenne de 2 applications/an
- Vigne, loam graveleux : 6 à 9 mg/kg de cuivre
Moyenne de 2 applications/an
- Grandes cultures : 2 à 3 mg/kg de cuivre
Application de lisier de porc

A titre de comparaison, les vignobles européens, incluant ceux qui accumulent des applications de cuivre depuis l'invention de la bouillie bordelaise en 1885, dosent de 130-1280 mg/kg de cuivre. En Australie, les vignobles situés sur des sols qui ont reçu des applications de cuivre depuis au moins 30 ans dosent de 6-160 mg/kg en cuivre.

Les méthodes de lutte contre les maladies bactériennes

Poivron

Depuis quelques années, les nouveaux cultivars de poivron sont tolérants à la tache bactérienne causée par *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*. C'est probablement pour cette raison que dorénavant on retrouve presque exclusivement la moucheture bactérienne, *Pseudomonas syringae*, qui est beaucoup moins virulente. Elle est favorisée par des conditions météorologiques pluvieuses, venteuses et sous les 25°C. Cette maladie affecte uniquement le feuillage sans avoir d'impact notable sur les rendements.

Le zinc contenu dans le zinèbe possède un effet bactéricide reconnu par les phytopathologistes sur les bactéries du genre *Xanthomonas*. Son efficacité contre les *Pseudomonas* qui s'attaquent aux plantes est peu documenté. Le ZINEB 80W contient 19% de zinc alors que les produits à base de mancozèbe (DITHANE, MANZATE...) ne contiennent que 2% de zinc. Un programme de lutte contre la tache bactérienne dans le poivron devrait tout de même inclure le zinc en rotation avec le cuivre afin de limiter la résistance au cuivre. Veuillez noter que le ZINEB ne sera plus disponible prochainement, la dernière journée de vente a été fixée au 31 décembre 2009, 2010 étant la dernière année d'utilisation au champ. Le Serenade, un fongicide biologique à base de *Bacillus subtilis* homologué dans le poivron contre la brûlure alternarienne et la moisissure grise aurait aussi des propriétés bactéricides mais son efficacité envers les maladies bactériennes du poivron est peu documentée.

Tomate

Le chancre bactérien et la moucheture bactérienne sont les deux maladies qui causent le plus de dommages récurrents dans la tomate au Québec. Pour l'instant, il n'existe pas de variétés de tomate tolérantes à ces deux maladies. L'échantillonnage réalisé en 2008 pour tester la résistance au cuivre dans la tomate s'est limité à deux échantillons mais les résultats préliminaires laissent entrevoir la présence de résistance pour le chancre bactérien. En ce qui concerne la moucheture bactérienne, de nombreux cas de résistance ont été répertoriés ailleurs aux États-Unis, au Mexique et en Ontario.

Voici des résultats obtenus par différents phytopathologistes américains pour lutter contre le chancre bactérien.

Effets de différentes applications de fongicides sur le chancre bactérien de la tomate causé par *Clavibacter michiganensis* ssp. *Michiganensis* Sally Miller, phytopathologiste, Université de l'Ohio, 2005

Traitements ¹ et dose/ha	% de maladie foliaire Chancre bactérien		Rendement #1 T/ha	
	2005	2006	2005	2006
Tanos 560 g+ Manzate ² 2 kg + Kocide 2000 2 kg Alterné avec Manzate 2 kg + Kocide 2000 2 kg	2,8d	47,4b	48,2a	59,8a
Manzate 2 kg + Kocide 2000 2 kg	7,3cd	50,5b	40,0a	41,2a
Serenade Max 1 kg + Kocide 2000 1 kg	14,3ab	58,3a	41,7a	43,7a
Tanos 560 g+ Manzate 2 kg + Kocide 2000 1 kg Alterné avec Manzate 2 kg + Kocide 2000 1 kg	6,1cd	-	41,0a	-
Témoin non-traité	19,0a	72,6a	32,6a	40,51a

¹ 2005 : 10 traitements
2006 : 8 traitements

² mancozèbe

Effets de différentes applications de fongicides sur le chancre bactérien de la tomate causé par *Clavibacter michiganensis* ssp. *Michiganensis* (18 pulvérisations effectuées aux 5 jours), Mary Hausbeck, phytopathologiste, Université du Michigan 2007

Traitements et dose/ha	Symptômes du chancre bactérien	
	% lésion foliaire	% flétrissement
Kocide 2000 2kg alterné avec Kocide 2000 1,5 kg	10,00 b	40,25 b
Tanos 560 g alterné avec Kocide 2000 1,5 kg	21,25 b	18,25 b
Témoin non-traité	30,00 a	69,75 a

Les deux essais démontrent une efficacité intéressante du cuivre en alternance avec le Tanos (famoxadone+ cymoxanil, maximum de 6 applications par saison). Le mancozèbe en mélange avec le cuivre favorise une meilleure disponibilité du cuivre. Dans les essais de Mme Miller, le Serenade n'a pas eu d'impact sur les le chancre bactérien.

Tomate : Exemple de cédule de pulvérisation pour prévenir la résistance au cuivre

Juin et Juillet (Protection surtout contre les bactéries, moucheture et chancre)

Traitement 1 : Hydroxyde de cuivre + mancozèbe

Traitement 2 : Tanos + hydroxyde de cuivre + mancozèbe

A répéter dans l'ordre aux 5 à 10 jours selon la pluviométrie

Aout et septembre (Protection contre les bactéries et champignons et limites des délais avant la récolte)

Traitement 1 : Bravo+ hydroxyde de cuivre

Traitement 3 : Tanos + hydroxyde de cuivre

Le Lance sera utilisé en présence de moisissure grise

Tomate : Exemple de cédule de pulvérisation en présence d'un début de résistance au cuivre pour le chancre ou/et la moucheture

Juin et Juillet (Protection surtout contre les bactéries, moucheture et chancre)

Traitement 1 : Hydroxyde de cuivre + mancozèbe

Traitement 3 : Tanos

A répéter dans l'ordre aux 5 à 10 jours selon la pluviométrie

Aout et septembre (Protection contre les bactéries et champignons et limites des délais avant la récolte)

Traitement 1 : Bravo+ hydroxyde de cuivre

Traitement 3 : Tanos

Le Lance sera utilisé en présence de moisissure grise

Afin de bien prévenir les problèmes de résistance au cuivre dans la tomate, nous vous recommandons d'acheminer deux échantillons par année au laboratoire de diagnostic du MAPAQ, un pour le chancre bactérien et l'autre pour la moucheture.

<http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/Protectiondescultures/diagnostic/>

La prévention, incontournable

- Une rotation de deux ans sans culture de tomate ou de poivron est suffisante selon plusieurs chercheurs.
- Pour l'instant, certains cultivars de poivron possèdent une bonne tolérance à plusieurs races de *Xanthomonas campestris* pv *vesicatoria*
- Ne pas planter au champ des transplants porteurs de maladies bactériennes
- Désinfecter les tuteurs, les cabarets et les tables en serre avec un désinfectant reconnu pour l'équipement de serre.
- Faites une application préventive à l'hydroxyde de cuivre sur les transplants en serre.
- Éviter de se débarrasser des légumes déclassés par la maladie près de champs qui seront en culture de poivron ou de tomate l'année suivante.
- Bien nettoyer la machinerie qui a circulé dans un champ infecté.
- On ne le répètera jamais assez souvent, n'effectuez aucune manipulation des plants lorsque le feuillage est mouillé! Cette remarque est particulièrement importante lorsque vous enlevez les drageons. Advenant le cas où les conditions météorologiques ne favorisent pas l'assèchement du feuillage et que les drageons atteignent la taille maximale de 4 po (10cm) recommandée pour le drageonnage, remettez tout de même cette opération à plus tard lorsque le feuillage sera asséché.

Le traitement des semences à l'eau chaude

- Les semences peuvent être porteuses de maladies bactériennes en dépit des efforts menés par les grainetiers qui proposent des traitements à l'hypochlorite de sodium et à l'acide hydrochlorique ce qui stérilise la semence en surface seulement. Le traitement des semences à l'eau chaude est jusqu'à présent la seule méthode permettant d'atteindre les bactéries présentes à l'intérieur de la semence. C'est une méthode de désinfection encore préconisée par plusieurs phytopathologistes. A cet effet, un atelier sur le traitement des semences à l'eau chaude a été présenté en Janvier 2008 dans le cadre des Journées Horticoles du New Jersey. En 2005, l'Université de l'Ohio a produit un feuillet technique sur le traitement des semences à l'eau chaude. Les indications pour obtenir ce document sont fournies en fin de texte.

Certaines entreprises spécialisées dans la production de transplants offrent le traitement des semences à l'eau chaude pour leur clientèle.

Résultats d'un traitement de semence à l'eau chaude (50° C durant 25 minutes) sur le rendement et l'incidence des maladies bactériennes* en production biologique de tomate, Ferme commerciale, Sally Miller, phytopathologiste, Université de l'Ohio, 2003

Traitement Semence	% maladies foliaires	Fruits atteints Bactéries T/ha	Rendement commercialisable T/ha	Rendement fruits verts T/ha
Eau chaude	2,4 a	2,2 a	57,6 a	26,2 a
Non traitée	66,6 b	5,9 b	41,2 b	2,2 b

- Le chancre bactérien était prédominant à ce site
- Le maraîcher biologique a effectué sa régie habituelle de fongicides au cours de la saison

Pourcentage de maladies foliaires causé par le chancre et la moucheture sur plants de tomate, Sally Miller, Station de recherche de l'Ohio, 2003

Variété	Semence traitée Eau chaude 50° C 25 min.	Semence non-traitée
S1	0,7 a	22,2 b
S2	0,0 a	40,0 b
S3	0,0 a	48,3 ab
S4	0,0 a	75,3 a
S5	0,0 a	25,3 b

- S1 : semence commerciale tomate de marché frais
- S2, S3 : semences commerciales, 2 variétés tomate de transformation
- S4, S5 : semences de différentes variétés récoltées en 2002 dans des champs affectés par les maladies bactériennes.

Rendement commercialisable et fruits affectés par les maladies bactériennes dans des parcelles conventionnelles de tomate, Sally Miller, Station de recherche de l'Ohio, 2003 *

Variété	Fruits atteints Bactéries		Rendement commercialisable	
	T/ha		T/ha	
	Semence		Semence	
	Non-traitée	Traitée eau chaude	Non-traitée	Traitée eau chaude
S1	5,19 a	0,0 a	62,0 a	102,5 a
S2	0,99 bc	0,91 a	83,5 a	98,8 b
S3	0,89 bc	0,12 a	70,39 a	101,5 ab
S4	3,29 b	0,30 a	21,98 b	70,4 b
S5	2,05 bc	0,12 a	89,91 a	101,3 ab

- Les parcelles ont été pulvérisées avec uniquement Quadris et Bravo qui n'ont pas d'effet sur les bactéries.

En ce qui concerne le taux et la vigueur de germination, il a été de l'ordre de plus de 90% six jours après le semis et ce pour les quatre échantillons de tomate traités ou non à l'eau chaude. Par contre, la germination d'un des quatre échantillon traité à l'eau chaude a été plus inégale mais ces semences provenaient d'un mélange de variétés qui avaient été récoltées en 2002 dans des champs affectés par les maladies bactériennes (Semences S4 et S5).

Selon les travaux réalisés en Ohio par la phytopathologiste Sally Miller, **le traitement des semences de tomate à l'eau chaude diminue l'incidence des maladies bactériennes au champ ce qui se traduit par des rendements commercialisables plus élevés. L'incidence du traitement à l'eau chaude sur la vigueur germinative est rarement un facteur de risque si vous respectez la bonne technique et prenez les précautions suivantes.**

- Débuter avec un petit échantillon (25 à 50 graines) et testez la germination suite au traitement à l'eau chaude (à répéter pour des variétés et des lots différents). Les vieilles semences et les variétés dont la germination n'est pas bonne au départ sont à risque.
- Vérifier auprès de votre grainetier si un traitement à l'eau chaude a déjà été réalisé car un deuxième traitement serait néfaste pour la semence
- Faites le traitement dans un délai très rapproché du semis, idéalement dans la même semaine.

Le traitement des semences à l'eau chaude peut se faire à l'aide d'un thermos et d'un thermomètre de précision ou bien avec un appareil plus performant tel le bain à l'eau « water bath » mentionnés plus bas dans le feuillet de l'université de l'Ohio.

Le traitement des semences à l'eau chaude

Attention ! Ce traitement ne détruit pas 100 % des bactéries !! « Tester la technique sur un échantillon de semences. »

- Placer les semences dans un tissu de type « coton à fromage ». Les graines ne doivent pas être tassées, mais espacées afin d'uniformiser le traitement de chaleur.
- Préchauffer les semences pendant 10 minutes dans une eau à 37 °C.
- Déposer ensuite les semences dans un thermos de bonne qualité, dans de l'eau chaude :
 - **poivron** : 50 °C pendant 25 minutes

- **tomate** : 51,5 °C pendant 20 minutes ou 50 °C pendant 25 minutes.
Surveiller constamment la température avec un thermomètre de précision et ajouter un peu d'eau plus chaude (52 °C) au besoin.
- Refroidir immédiatement les semences sous l'eau froide pendant 5 minutes.
- Faire sécher et semer dans la même semaine afin de limiter l'impact du traitement sur la germination.

Procurez-vous le feuillet de l'Université de l'Ohio sur le traitement des semences à l'eau chaude : **Hot water treatment of vegetable seeds to eradicate bacterial plant pathogens in organic production systems, Sally A. Miller, Melanie L. Lewis Ivey, The Ohio State University, 2005**
<http://www.oardc.ohio-state.edu/millerlab/Extension/factsheets/organicseedtrt.pdf>

Christine Villeneuve, agronome
118, rue Lemieux
Saint-Rémi (Qc) J0L 2L0
Téléphone: 450-454-2210, poste 231
Télécopieur: 450-454-7959