

A photograph of a blueberry bush on the left, with its branches and leaves covered in water droplets. To the right, a stream of water flows down a dirt path, illustrating the concept of runoff. The background is a soft-focus view of more greenery.

Impact de la pluie sur le lessivage des insecticides

Christian Lacroix, agronome (MAPAQ)

Stéphanie Patenaude, agr., M. Sc. (MAPAQ)

Journées horticoles de St-Rémi

27 novembre 2024

Québec 

NOTE

- Le contenu de cette présentation provient majoritairement de travaux menés depuis 2006 au *Trevor Nichols Research Center* affilié à la Michigan State University :
 - Simulateur de pluie
 - Plusieurs cultures fruitières : bleuets en corymbe, pomme, vigne, cerisier acide
 - Bio-essais sur divers insectes : drosophile à ailes tachetées (DAT), scarabée japonais (SJ), pyrale des atocas, carpocapse de la pomme, etc.
- De nombreuses publications scientifiques sont accessibles sur le Web (principaux auteurs : **John C. Wise** et ses collègues)
- **Pour en savoir plus :**
 - MSU Extension: [Rainfast characteristics of insecticides on fruit](#)
 - OnFruit: [Pesticides & Rain: Ensuring Strength in Storms](#)

Chambre pour simuler la pluie



MISE EN GARDE

- Les essais présentés dans les dispositifs qui vont suivre ont été conduits aux États-Unis avec des produits que nous connaissons au Canada, mais dont les formulations, doses et usages peuvent différer des nôtres.
- Avant d'utiliser un produit antiparasitaire, bien lire son étiquette. Tout produit antiparasitaire doit être employé conformément à son étiquette, **C'EST LA LOI!**



CONTEXTE

- Problèmes récurrents d'insectes qui causent des dommages significatifs aux cultures (DAT, SJ, Carpocapse et +)
- Usage répandu d'insecticides appliqués à des fréquences parfois élevées
- Précipitations :
 - Abondance ?
 - Prévisibilité ?
 - Coup d'eau ? (saison 2023 et 2024)



Questions soulevées sur le terrain :

- Est-ce que la pluie réduit l'efficacité des insecticides?
- Quel est le délai à respecter entre le traitement et le début de la pluie?
- S'il pleut après un traitement, est-il nécessaire de recommencer?





Quelques facteurs qui influencent l'impact de la pluie sur la performance des insecticides :

1. Temps de séchage du produit?
2. Mode de pénétration du produit dans les tissus de la plante?
3. Quantité de précipitations?
4. L'addition d'un adjuvant tensioactif à la bouillie de pulvérisation (agents « mouillants » et « dispersants »)?

1 - Temps de séchage de la bouillie insecticide avant la pluie

- Peu d'informations sur les étiquettes des insecticides
- Aucune charte (?) de « temps de séchage » pour les insecticides (*rainfast time* ou *rainfast chart*)
- Le temps de séchage est important pour laisser le produit pénétrer/diffuser dans les tissus (feuilles et fruits)
- Temps de séchage adéquat = meilleure résistance au lessivage des matières actives
- Pour la majorité des produits : 2 à 6 heures suffisent
- Pour les néonicotinoïdes : jusqu'à 24 h peuvent être nécessaires pour que le produit pénètre dans les tissus



2 - Mode de pénétration du produit dans les tissus de la plante

Résistance au lessivage

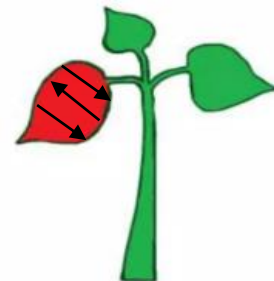
De surface =
Pénétration très
limitée dans les tissus
Ex: organophosphorés



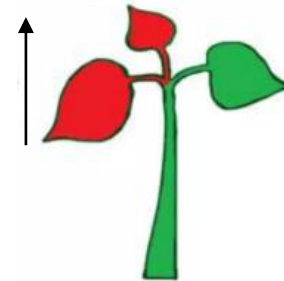
Pénètre dans la cuticule
(premières couches de
cellules de la plante)
Ex: Carbamates,
pyrethroïdes



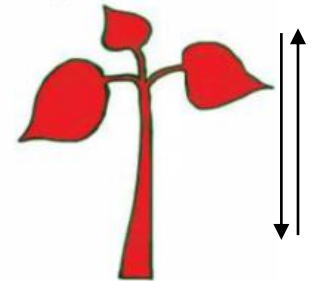
Mouvement translaminaire
dans la feuille
→ systémique local
Ex: Spinosynes, diamides,
avermectines, IGR



Systémique =
se déplace dans la plante
→ systémique ascendant
→ systémique total
Ex: Néonicotinoïdes



Systémique
ascendant



Systémique
total

Caractéristiques de quelques insecticides

Groupe d'insecticides	Mode d'action sur l'ennemi**	Pénétration dans la plante*	Résistance au lessivage par la pluie*
Organophosphorés (1B) ex : Imidan, Malathion	Inhalation, ingestion	Surface	Faible
Carbamates (1A) ex : Sevin	ND	Cuticule	Modérée
Pyréthroïdes (3A) ex: Up-Cyde	Contact, ingestion	Cuticule	Modérée-Élevée
Spinosynes (5) ex: Delegate, Entrust, Success	Contact, ingestion	Translaminare	Modérée-Élevée
Avermectins (6) ex: Agri-Mek	Contact, ingestion	Translaminare	Modérée
Régulateurs de croissance (15 et 18) ex : Rimon	ND	Translaminare	Modérée
Diamides (28) ex: Altacor, Exirel, Harvanta	Contact, ingestion	Translaminare	Modérée-Élevée
Néonicotinoïdes (4A) ex: Assail, Calypso	Contact, ingestion	Translaminare, Systémique ascendant	Modérée

* Source : Michigan State University [Rainfast characteristics of insecticides on fruit - Fruit & Nuts](#)

** Source : SAgE pesticides www.sagepesticides.qc.ca

3 - Résistance au lessivage selon la quantité de pluie

Groupes d'insecticides	pluie de ≤ 12.5 mm (1/2 po)		pluie de ≤ 25 mm (1 po)		pluie de ≤ 50 mm (2 po)	
	Fruit	Feuilles	Fruit	Feuilles	Fruit	Feuilles
Organophosphorés (1B) ex : Imidan, Malathion						
Carbamates (1A) ex.: Sevin						
Pyréthroïdes (3A) ex: Up-Cyde						
Néonicotinoïdes (4A) ex: Assail, Calypso	S	S	S	S	S	S
Spinosynes (5) ex: Delegate, Entrust						
Avermectins (6) ex: Agri-Mek	S	S	S	S		
Régulateurs de croissance (15 et 18) ex : Rimon						
Diamides (28) ex: Altacor, Exirel						



Hautement résistant : ≤ 30% résidus lessivés



Modérément résistant : ≤ 50% résidus lessivés



Faiblement résistant : ≤ 70% résidus lessivés

S : Résidus systémiques restent dans les tissus de la plante



Expérience #1

Essai de la pluie simulée sur l'efficacité des insecticides contre la drosophile à aile tachetées dans le bleuet en corymbe

Bal K. Gautam, Brian A. Little, Milton D. Taylor, James L. Jacobs, William E. Lovett,
Renee M. Holland, Ashfaq A. Sial,
Effect of simulated rainfall on the effectiveness of insecticides against spotted wing
drosophila in blueberries,
Crop Protection, Volume 81, 2016, Pages 122-128, ISSN 0261-2194
<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.12.017>

Essai avec la DAT (Gautam et al . 2016)

Traitement insecticide (avec ou sans adjuvant Nu Film)

- Spinetoram
- Spinosad
- Cyantraniliprole
- Malathion
- Zeta-cypermethrin)

Séchage d'environ 2 h + simulation pluie

0 mm

12,5 mm

25 mm

37,5 mm

1 jour après trait.

3 jours après trait.

7 jours après trait.

Attente 5 jours

% de mortalité

Bal K. Gautam, Brian A. Little, Milton D. Taylor, James L. Jacobs, William E. Lovett, Renee M. Holland, Ashfaq A. Sial, Effect of simulated rainfall on the effectiveness of insecticides against spotted wing drosophila in blueberries, Crop Protection, Volume 81, 20 %16, Pages 122-128, ISSN 0261-2194, <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.12.017>

Images: BioRender.com, Shutterstock

Pourcentage de mortalité de la drosophile à ailes tachetées (adultes)							
Insecticides	Pluie (mm)	1 jour après trait.		3 jours après trait.		7 jours après trait.	
		Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant
Spinosad (5)	0	99		65		24	
	12,5	82		67		47	
	25	92		70		37	
	37,5	80		55		15	
Spinetoram (5)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Cyantraniliprole (28)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Malathion (1B)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Zeta-cypermethrin (3A)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						



Expérience #1 - Conclusions

Efficacité des insecticides et leur activité résiduelle

- Un jour après traitement, sans pluie, le % de mortalité de la drosophile dépasse 80 %, et est souvent près de 100 %
- Les traitements insecticides ont un effet significatif sur le % de mortalité de la drosophile
- L'efficacité des insecticides decline rapidement au fil des jours, même en absence de pluie
- 7 jours après les traitements, le % de mortalité de la drosophile est faible pour tous les insecticides (moins de 35 %), sauf pour zeta-cypermethrin

Pourcentage de mortalité des drosophiles à ailes tachetées							
Insecticides	Pluie (mm)	1 jour après trait.		3 jours après trait.		7 jours après trait.	
		Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant
Spinosad (5)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Spinetoram (5)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Cyantraniliprole (28)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Malathion (1B)	0	100		73		12	
	12,5	60		50		23	
	25	55		49		25	
	37,5	50		32		22	
Zeta-cypermethrin (3A)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						



Expérience #1 - Conclusions

Effet la pluie sur l'efficacité des insecticides

- Même une petite quantité de pluie peut réduire significativement l'efficacité des insecticides
- L'efficacité des insecticides est réduite en fonction de la quantité de pluie simulée, mais d'une façon plus ou moins importante selon le type d'insecticide

Pourcentage de mortalité des drosophiles à ailes tachetées							
Insecticides	Pluie (mm)	1 jour après trait.		3 jours après trait.		7 jours après trait.	
		Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant
Spinosad (5)	0	99	100	65	70	24	37
	12,5	82	97	67	50	47	24
	25	92	87	70	65	37	44
	37,5	80	80	55	65	15	29
Spinetoram (5)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Cyantraniliprole (28)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Malathion (1B)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						
Zeta-cypermethrin (3A)	0						
	12,5						
	25						
	37,5						



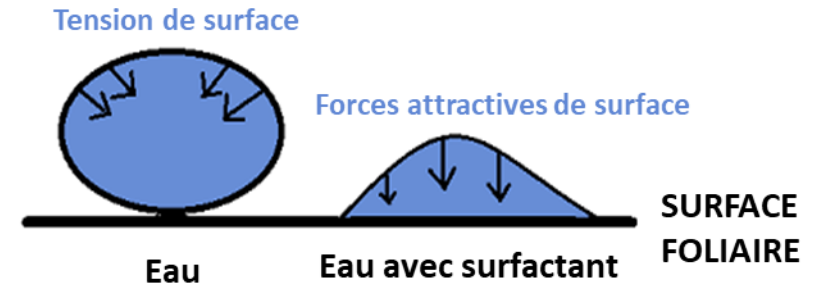
Expérience #1 - Conclusions

Effet de l'adjuvant sur la resistance des insecticides
au lessivage par la pluie

- En absence de pluie, l'ajout d'un adjuvant à la bouillie n'a pas eu d'effet significatif sur l'activité résiduelle des insecticides
- En présence de pluie, l'ajout d'un adjuvant à la bouillie peut avoir un effet significatif sur l'activité résiduelle des insecticides, mais surtout pour les quantités élevées de pluie

Adjuvants

- Aide la **réten**tion, à la **pénétration** ou à la **dispersion** produits
- Un composé ou une substance qui n'est pas un ingrédient d'un pesticide, mais qui est utilisé avec un pesticide pour améliorer ou modifier ses caractéristiques physiques ou chimiques est un produit antiparasitaire (*Loi sur les produits antiparasitaires et Règlement sur les produits antiparasitaires*).
- Pour qu'un mélange en cuve soit permis, les étiquettes doivent comporter :
 - Une mention explicite que le mélange en cuve est permis
 - ou
 - Un énoncé général qui permet le mélange en cuve.
- Plus d'une cinquantaine (50) d'adjuvants répertoriés dans [SAgE Pesticides](#)
- Très peu sont homologués pour un usage avec des insecticides
 - Ex.: huile horticoles comme adjuvant avec Agri-mek
 - Ex.: Up-cyde + Dipel + agent mouillant contre l'arpen



Pourcentage de mortalité des drosophiles à ailes tachetées							
Insecticides	Pluie (mm)	1 jour après trait.		3 jours après trait.		7 jours après trait.	
		Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant	Sans adjuvant	Avec adjuvant
Spinosad (5)	0	99	100	65	70	24	37
	12,5	82	97	67	50	47	24
	25	92	87	70	65	37	44
	37,5	80	80	55	65	15	29
Spinetoram (5)	0	84	94	64	70	25	20
	12,5	55	82	44	57	35	37
	25	52	60	44	32	15	35
	37,5	70	43	32	42	12	15
Cyantraniliprole (28)	0	95	82	84	80	35	23
	12,5	83	65	57	47	37	27
	25	69	59	42	68	20	33
	37,5	47	50	47	57	18	24
Malathion (1B)	0	100	99	73	59	12	13
	12,5	60	74	50	45	23	29
	25	55	80	49	42	25	37
	37,5	50	72	32	35	22	20
Zeta-cypermethrin (3A)	0	100	99	79	75	55	49
	12,5	79	79	74	65	47	49
	25	64	82	59	57	35	52
	37,5	64	65	64	55	39	38

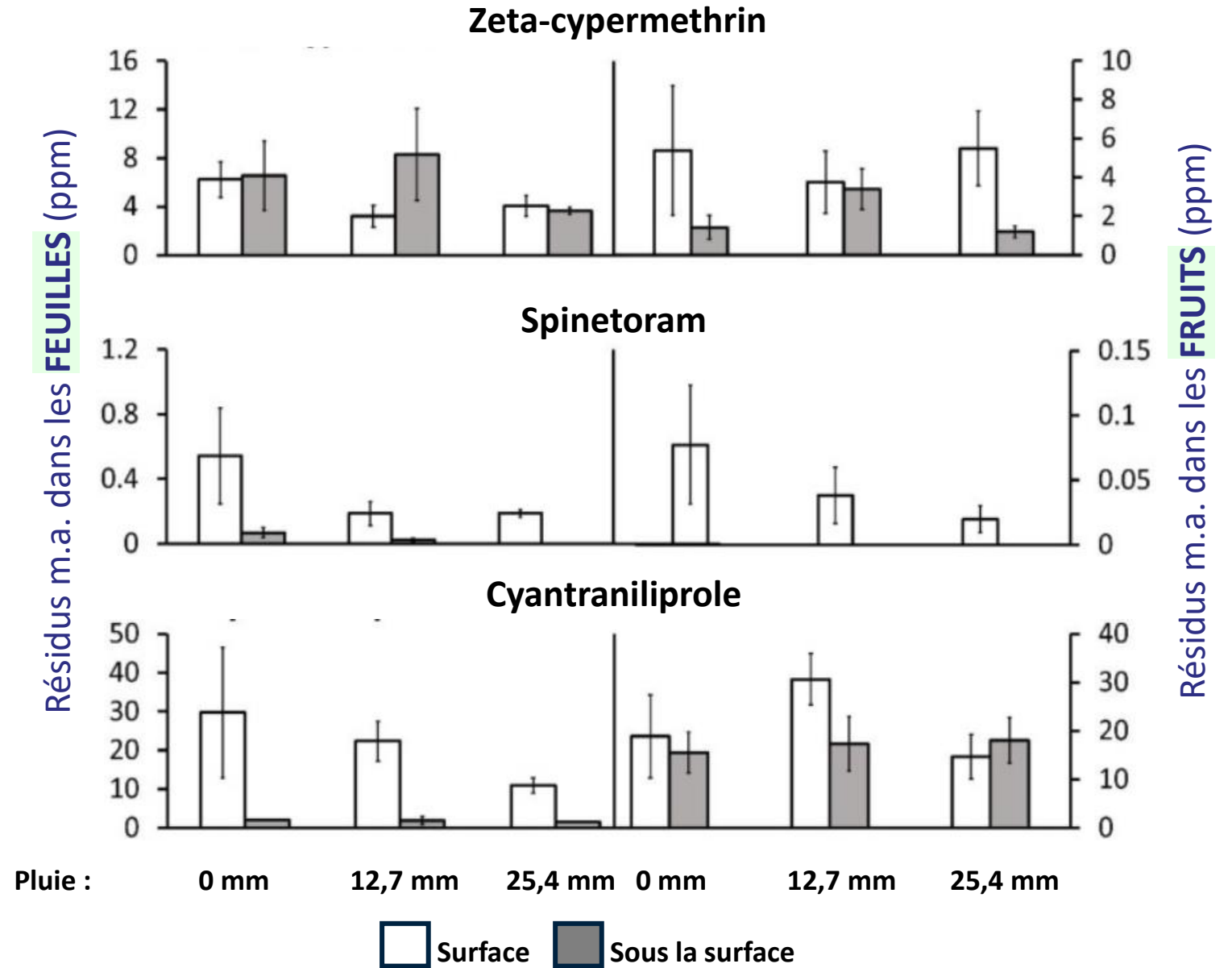
Expérience #2

Résistance au lessivage par la pluie des insecticides utilisés contre la drosophile à ailes tachetées dans la cerise acide.

Ignatius P. Andika, Christine Vandervoort et John C. Wise,
Rainfastness of Insecticides Used to Control Spotted-Wing Drosophila in Tart Cherry Production
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6681543/#sec5-insects-10-00203>

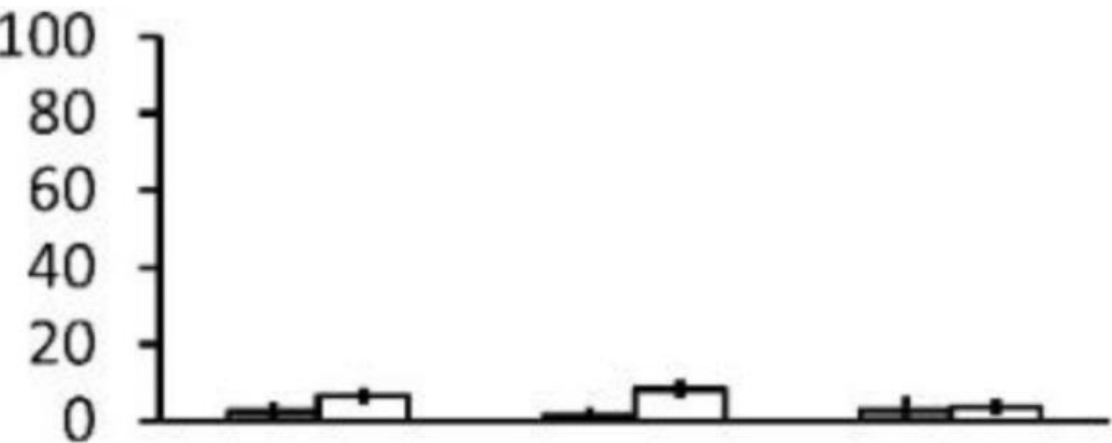


Analyse des résidus d'insecticides

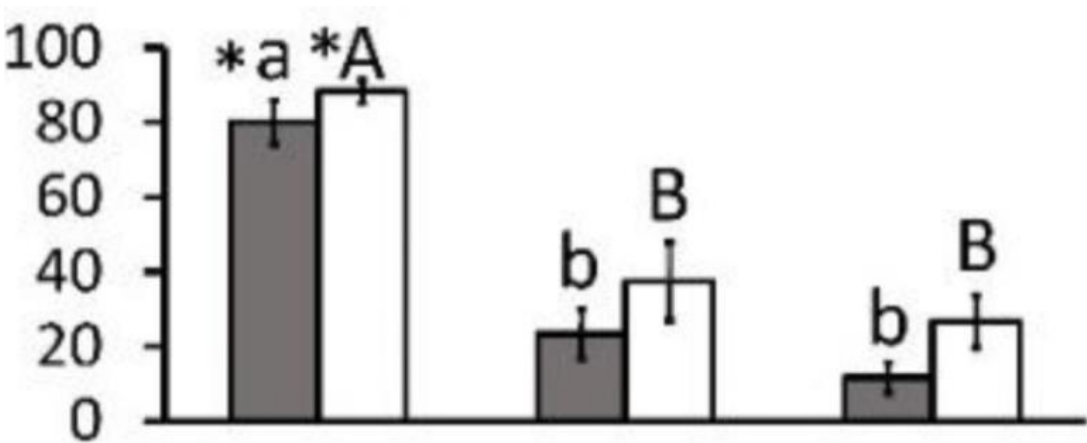


Évaluation du % de mortalité des DAT adultes

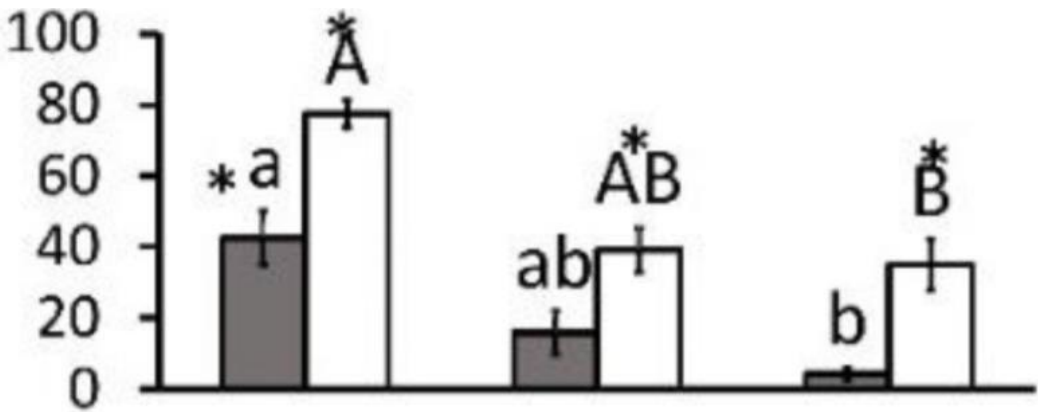
Témoin non traité



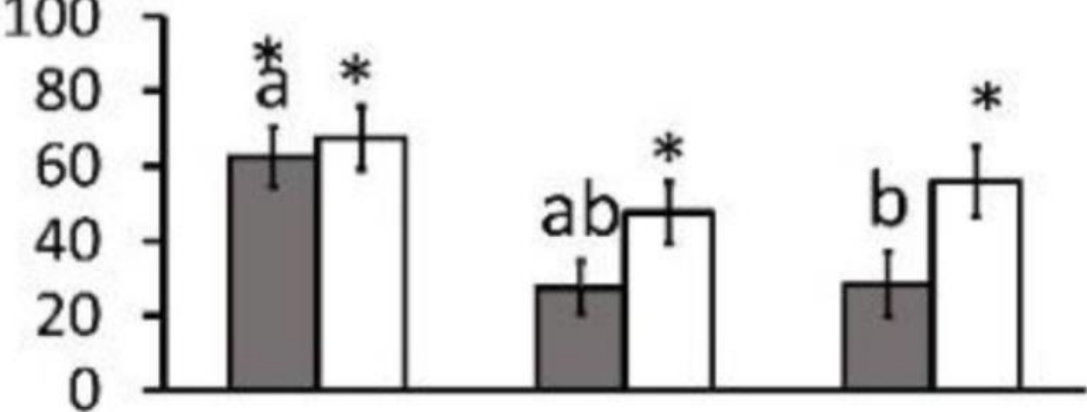
Zeta-cypermethrin



Spinetoram



Cyantraniliprole



Pluie : 0 mm 12,7 mm 25,4 mm

0 mm 12,7 mm 25,4 mm

Durée d'exposition aux insecticides :  1 journée d'exposition  3 journées d'exposition

Décompte des stades immatures dans les fruits

Nombre de DAT par échantillon de 5 fruits (9 jours après introduction des adultes)									
Traitement	Larves (petites et grosses)			Pupes			Total		
	0 mm	12,7 mm	25,4 mm	0 mm	12,7 mm	25,4 mm	0 mm	12,7 mm	25,4 mm
Témoin non traité	39,7	39,8	47,1	4,3	5,8	6,8	44,0	45,6	53,9
Phosmet	2,8	16,0	19,0	2,0	6,3	6,0	4,8	22,3	25,0
Zeta-cypermethrin	7,7	22,4	25,1	3,0	3,6	4,0	10,7	26,0	29,1
Acetamiprid	12,0	21,2	15,1	3,8	2,8	2,4	15,8	24,0	17,5
Spinetoram	10,8	16,3	20,3	3,4	4,7	2,1	14,2	21,0	22,4
Cyantraniliprole	10,3	17,5	16,7	2,1	3,6	3,1	12,4	21,1	19,8

Expérience #2 (DAT cerises) - Conclusions

- Le % de mortalité des DAT adultes est significativement plus élevé pour toutes les matières actives vs témoin non traité
- Cyantraniliprole : effet adulticide est réduit par la pluie, mais cette réduction est moins prononcée pour les stades immatures (larves, pupes) et la quantité de résidus
- Spinetoram : effet adulticide et quantité de résidus sont réduits par la pluie, mais cette réduction est moins prononcée pour les stades immatures (larves, pupes)
- Phosmet et cyantraniliprole : le % de mortalité des adultes n'est significativement plus élevé qu'après 3 jours d'exposition comparativement à une seule journée ou un témoin non traité après une pluie simulée (12,7 ou 25,4 mm)
- Phosmet et zeta-cyperméthrin : le % de mortalité des adultes est significativement plus faible après une pluie (12,7 ou 25,4 mm) vs 0 mm, pour toutes les durées d'exposition
- La pluie réduit significativement les résidus sur feuilles et fruits pour le phosmet, le zeta-cyperméthrin et le spinetoram. Cette réduction est moindre dans le cas de l'acetamiprid et du cyantraniliprole
- Les matières actives ne sont pas lessivées également en fonction de la quantité de pluie simulée
- Spinetoram, phosmet et cyantraniliprole : malgré le lessivage significative des résidus, le % de mortalité des adultes continue d'augmenter avec le durée d'exposition. Donc, les DAT adultes sont sensibles à ces insecticides même à de faibles quantité de résidus.

Charte décisionnelle → Drosophile (Bleuets)



Tableau d'aide à la décision pour la ré-application d'un traitement insecticide exposé au lessivage par la pluie

Insecticides	Pluie = 12.5 mm		Pluie = 25 mm		Pluie = 50 mm	
	*1 jour	*7 jours	*1 jour	*7 jours	*1 jour	*7 jours
Phosmet	Suffisant	Insuffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Zeta-cypermethrin	Suffisant	Insuffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Acetamipride	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Malathion	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Spinetorame	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant

*Nombre de jours entre l'application de l'insecticide et l'épisode de précipitations.

Insuffisant = Résidus insecticides en quantité insuffisante pour avoir une activité significative sur le ravageur ciblé et donc, une nouvelle application est recommandée.

Suffisant = Résidus insecticides restant en quantité suffisante pour avoir une activité significative sur le ravageur ciblé, bien que l'activité résiduelle pourrait être réduite.

Source : traduit et adapté de [Rainfast characteristics of insecticides on fruit](#) par John Wise, Michigan State University Extension

Charte décisionnelle → Pyrale des atocas (Bleuets)

Tableau d'aide à la décision pour la ré-application d'un traitement insecticide exposé au lessivage par la pluie

Insecticides	Pluie = 12.5 mm		Pluie = 25 mm		Pluie = 50 mm	
	*1 jour	*7 jours	*1 jour	*7 jours	*1 jour	*7 jours
Methoxyfenozone	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Acetamipride	Suffisant	Insuffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Spinetorame	Suffisant	Insuffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant

*Nombre de jours entre l'application de l'insecticide et l'épisode de précipitations.

Insuffisant = Résidus insecticides en quantité insuffisante pour avoir une activité significative sur le ravageur ciblé et donc, une nouvelle application est recommandée.

Suffisant = Résidus insecticides restant en quantité suffisante pour avoir une activité significative sur le ravageur ciblé, bien que l'activité résiduelle pourrait être réduite.

Source : traduit et adapté de [Rainfast characteristics of insecticides on fruit](#) par John Wise, Michigan State University Extension



**Merci pour
votre attention!**

Des questions?