



Impact de la pluie sur le lessivage des insecticides

Christian Lacroix, agronome (MAPAQ)
Stéphanie Patenaude, agr., M. Sc. (MAPAQ)

Journées horticoles de St-Rémi
28 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 :
 - Plusieurs cultures fruitières : bleuet 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.
 - Simulateur de pluie
- 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 délai 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 ») ?

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 24h peuvent être nécessaires pour la pénétration du produit dans les tissus



Mode de pénétration du produit dans les tissus de la plante

Résistance au lessivage

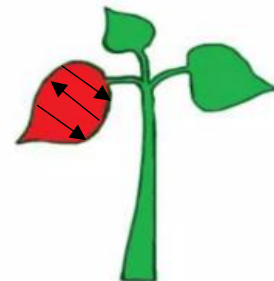
De surface =
Pénétration très
limitée dans les tissus
Ex: organophosphorés



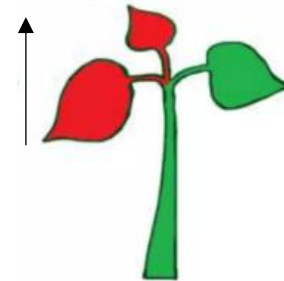
Pénètre dans la cuticule
(premières couches de
cellules de la plante)
Ex: Carbamates,
pyrethroïdes



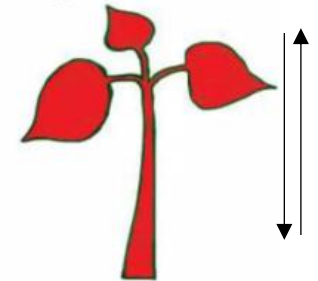
Mouvement translaminaire
dans la feuille
→ systémique local
Ex: Spinosynes, diamides,
avermectines, IGR



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



Systémique
ascendant



Systémique
total

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) <i>ex : Imidan, Malathion</i>						
Carbamates (1A) <i>ex.: Sevin</i>						
Pyréthroïdes (3A) <i>ex: Up-Cyde</i>						
Néonicotinoïdes (4A) <i>ex: Assail, Calypso</i>	S	S	S	S	S	S
Spinosynes (5) <i>ex: Delegate, Entrust</i>						
Avermectins (6) <i>ex: Agri-Mek</i>	S	S	S	S		
Régulateurs de croissance (15 et 18) <i>ex : Rimon</i>						
Diamides (28) <i>ex: Altacor, Exirel</i>						

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

Caractéristiques de quelques insecticides

Groupe d'insecticides	Mode d'action sur l'ennemis**	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
Pyréthrinoïdes (3A) ex: Up-Cyde	Contact, ingestion	Cuticule	Modérée-Élevée
Néonicotinoïdes (4A) ex: Assail, Calypso	Contact, ingestion	Translaminaire, Systémique ascendant	Modérée
Spinosynes (5) ex: Delegate, Entrust, Success	Contact, ingestion	Translaminaire	Modérée-Élevée
Avermectins (6) ex: Agri-Mek	Contact, ingestion	Translaminaire	Modérée
Régulateurs de croissance (15 et 18) ex : Rimon	ND	Translaminaire	Modérée
Diamides (28) ex: Altacor, Exirel, Harvanta	Contact, ingestion	Translaminaire	Modérée-Élevée

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

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



Expérience #1



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

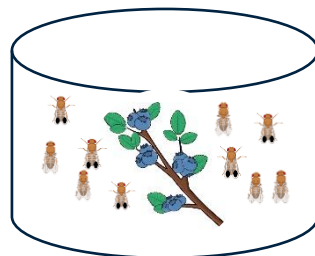
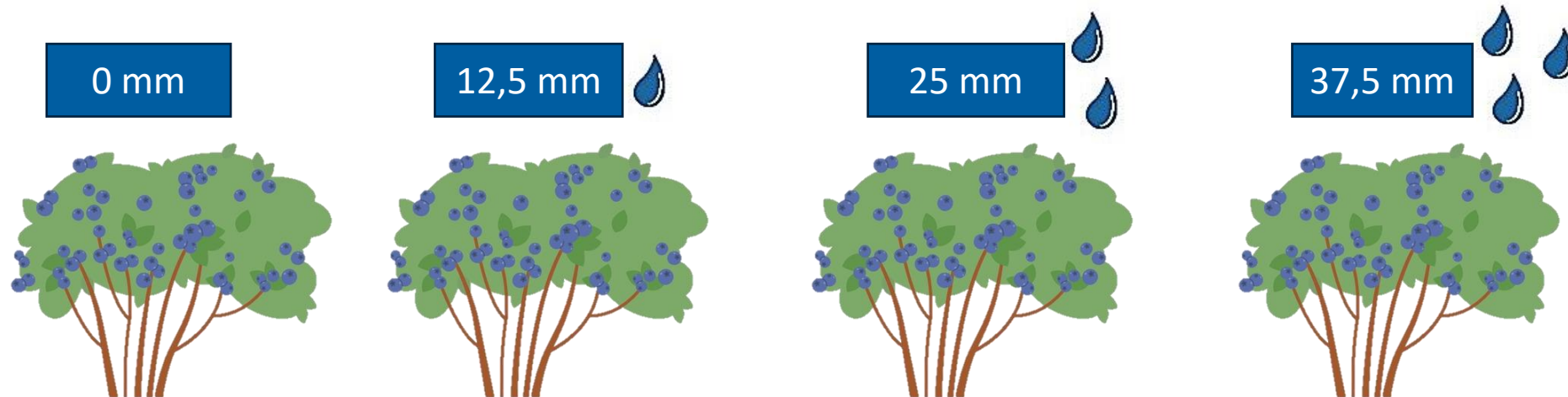
Bal K. Gautam, Brian A. Little, Milton D. Taylor, James L. Jacobs, William E. Lovett, Renee M. Holland, Ashfaq A. Sial, Effect of simulated rainfall on the effectiveness of insecticides against spotted wing drosophila in blueberries, Crop Protection, Volume 81, 20 %16, Pages 122-128, ISSN 0261-2194, <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 + Prélèvements (feuilles et fruits) + simulation pluie



Introduction drosophiles

- 1 jour après traitement
- 3 jours après traitement
- 7 jours après traitement

Attente 3 à 5 jours

% de mortalité

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		65		24	
	12,5	82		67		47	
	25	92		70		37	
	37,5	80		55		15	
Spinetoram (5)	0	84		64		25	
	12,5	55		44		35	
	25	52		44		15	
	37,5	70		32		12	
Cyantraniliprole (28)	0	95		84		35	
	12,5	83		57		37	
	25	69		42		20	
	37,5	47		47		18	
Malathion (1B)	0	100		73		12	
	12,5	60		50		23	
	25	55		49		25	
	37,5	50		32		22	
Zeta-cypermethrin (3A)	0	100		79		55	
	12,5	79		74		47	
	25	64		59		35	
	37,5	64		64		39	



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 (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	99		65		24	
	12,5	82		67		47	
	25	92		70		37	
	37,5	80		55		15	
Spinetoram (5)	0	84		64		25	
	12,5	55		44		35	
	25	52		44		15	
	37,5	70		32		12	
Cyantraniliprole (28)	0	95		84		35	
	12,5	83		57		37	
	25	69		42		20	
	37,5	47		47		18	
Malathion (1B)	0	100		73		12	
	12,5	60		50		23	
	25	55		49		25	
	37,5	50		32		22	
Zeta-cypermethrin (3A)	0	100		79		55	
	12,5	79		74		47	
	25	64		59		35	
	37,5	64		64		39	



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	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



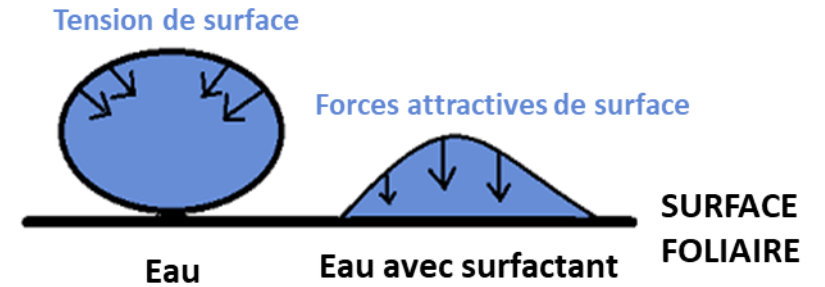
Expérience #1 - Conclusions

Effet de l'adjuvant sur la résistance 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 **réretention**, à la **pénétration** ou à la **dispersion** des 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'arpenreuse dans la pomme



Expérience #2

Influence de la pluie sur la performance des insecticides utilisés contre le carpocapse de la pomme

John C. Wise, Daniel Hulbert and Christine Vandervoort,
Rainfall influences performance of insecticides on the codling moth (*Lepidoptera: tortricidae*) in apples.



Image : [Arbico organics website](https://www.arbicoorganics.com/)

Essai avec le carpocapse de la pomme

(Wise et al . 2016)

Traitements insecticides sur pommiers

- Phosmet
- Novaluron
- Thiacloprid
- Acetamiprid
- Spinetoram
- Chlorantraniliprole



Prélèvement tiges

(10 feuilles + 2 fruits)

Simulation de pluie



(0 - 2,5 - 12,7 - 25,5 - 50,8 mm)

Attente 24h

Attente 7j

Prélèvement tiges

(10 feuilles + 2 fruits)



Simulation de pluie

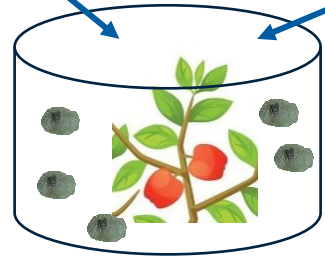
(0 - 2,5 - 12,7 - 25,5 - 50,8 mm)



Évaluation résidus

(ppm)

(sur et sous la surface)



Juste après pluie simulée

Infestation avec œufs carpocapse

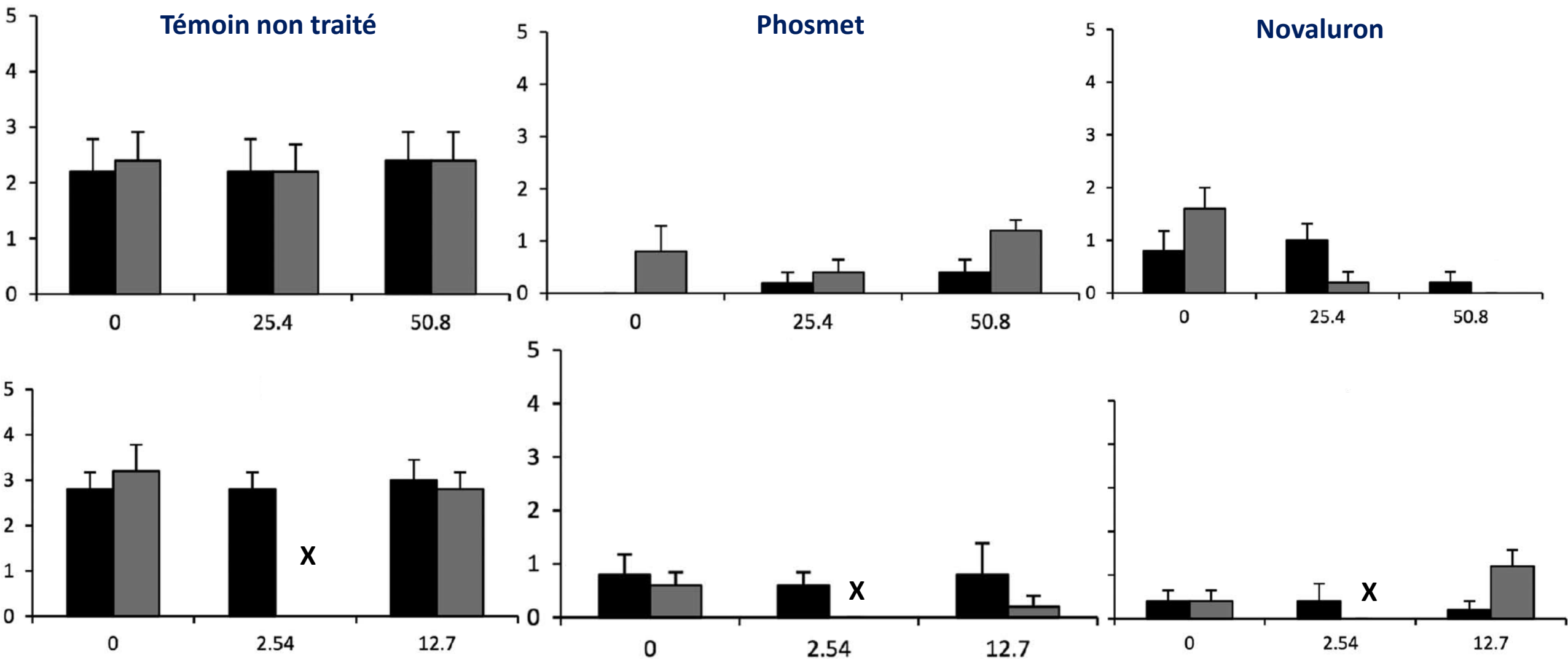
(stade point noir)

Attente 7j

Décompte des larves
dans les fruits

Effet de la pluie (simulée 1 jour après traitement insecticide) sur la perte de résidus par lessivage

Insecticide	Partie de la plante	Sur la surface		Sous la surface		Lessivage total (%)	
		25,4 mm	50,8 mm	25,4 mm	50,8 mm	25,4 mm	50,8 mm
Phosmet	Fruits	S	S	S	S	-79%	-88%
	Feuilles	NS	S	NS	S	-36%	-67%
Novaluron	Fruits	S	S	NS	NS	-95%	-82%
	Feuilles	S	S	NS	NS	-87%	-93%
Thiacloprid	Fruits	S	S	NS	NS	-77%	-67%
	Feuilles	NS	S	NS	NS	-68%	-77%
Acetamiprid	Fruits	S	S	NS	NS	-78%	-62%
	Feuilles	NS	NS	NS	NS	-38%	-19%
Spinetoram	Fruits	NS	NS	NS	NS	-34%	-84%
	Feuilles	S	S	NS	NS	-78%	-63%
Chlorantraniliprole	Fruits	NS	-	NS	-	-13%	-
	Feuilles	NS	-	S	-	-17%	-



Axe des y : nombre de larves vivantes par échantillon (5 œufs de carpocapse introduits sur un échantillon/tige de 5 feuilles et 2 fruits)

Axe des x : pluie simulée 24h après traitements insecticides (mm)

■ Pluie et infestation : 24h après récolte des tiges traitées

■ Pluie et infestation : 7j après récolte des tiges traitées

Expérience #2 (carpocapse pomme) - Conclusions

- Les résidus d'insecticides sont lessivés par la pluie, mais de façon différente selon les insecticides et selon la partie de la plante (feuilles ou fruits) :
 - Phosmet et Acetamiprid : résistance au lessivage meilleure sur feuilles que sur fruits
 - Spinetoram : résistance au lessivage meilleure sur fruits que sur feuilles
- Pour tous les insecticides, il y a peu de justification à recommencer un traitement suite à une pluie de 12,7 mm ou moins
- Suite à une pluie plus importante (25,4 mm et plus), le lessivage des matières actives affecte différemment l'efficacité des insecticides sur le carpocapse :
 - Spinetoram : perte significative de résidus et réduction significative de l'efficacité
 - Phosmet : perte significative de résidus, mais efficacité pas immédiatement compromise
 - Acetamiprid, Thiacloprid : perte significative de résidus en surface, mais les résidus sous la surface (systémiques) permettent de limiter la perte d'efficacité
 - Chlorantraniliprole : bonne résistance au lessivage et maintien de l'efficacité

Charte décisionnelle – Carpocapse (pomme)



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
Acetamiprid	Suffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Novaluron	Suffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Spinetoram	Suffisant	Suffisant	Suffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant
Chlorantraniliprole	Suffisant	Suffisant	Suffisant	Suffisant	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.

Charte décisionnelle – DAT (bleuets en corymbe)



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-cyperméthrin	Suffisant	Insuffisant	Suffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Acetamiprid	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Malathion	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant	Insuffisant
Spinetoram	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.



Merci pour
votre attention

Questions ?