

# LA RÉSISTANCE DES INSECTES ET ACARIENS AUX PESTICIDES AU QUÉBEC : RÉSISTANCES ET SOUPÇONS EN POMICULTURE

Franz Vanoosthuyse et Daniel Cormier

Journée Technique AGROPOMME 2018



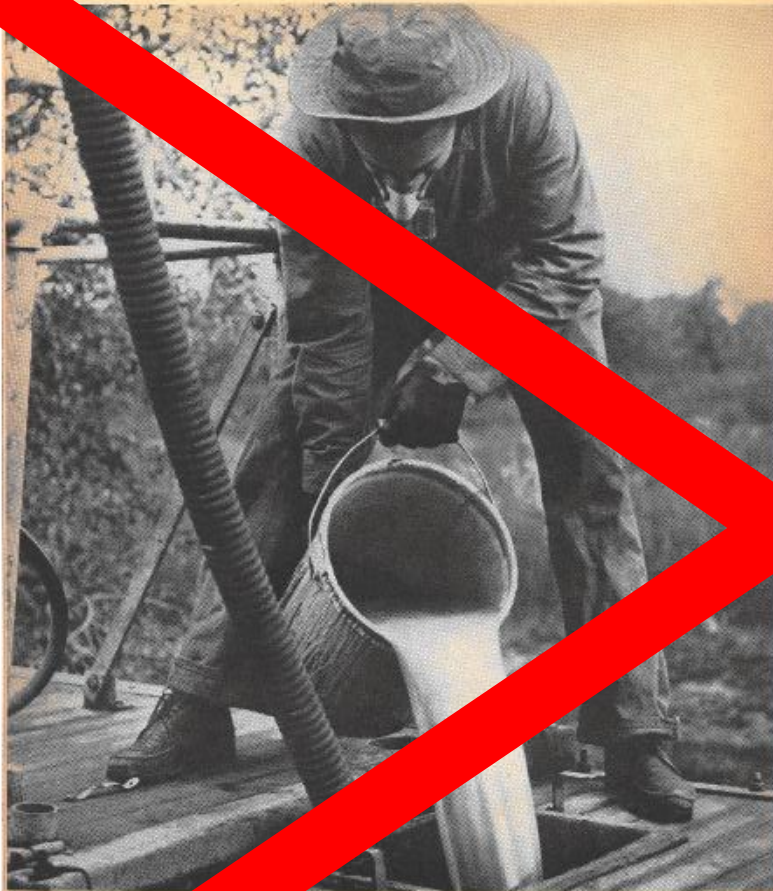
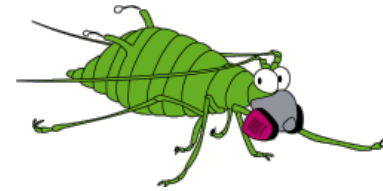


# PLAN

- Qu'est-ce que la résistance aux pesticides ?
- La résistance comment ça marche ?
- Les cas confirmés en pomiculture au Québec
- Les cas soupçonnés en pomiculture au Québec
- Prévention de la résistance



# QU'EST-CE QUE LA RÉSISTANCE AUX PESTICIDES?



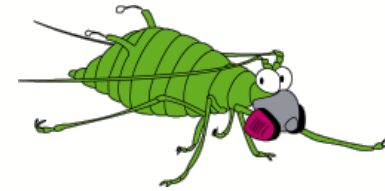
Both men are using powerful phosphates safely...the one on the right is using malathion

AMERICAN FRUIT GROWER

FEBRUARY, 1954

STANDARD  
MALATHION  
INSECTICIDE

# QU'EST-CE QUE LA RÉSISTANCE AUX PESTICIDES ?

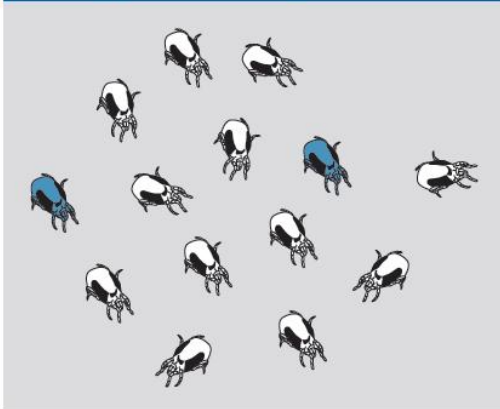


Ravageur résistant

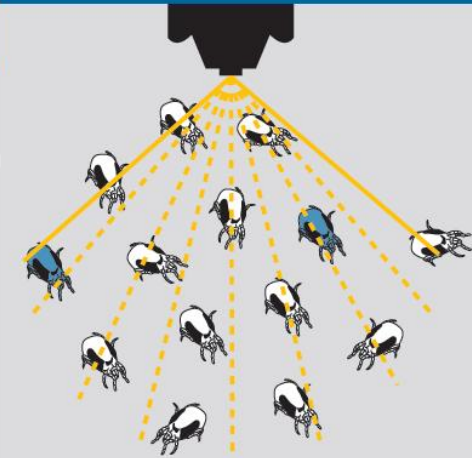


Ravageur sensible

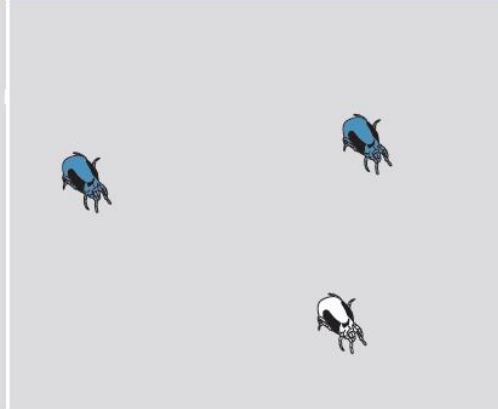
1. En l'absence de pesticides, les individus résistants sont rares dans une population de ravageurs.



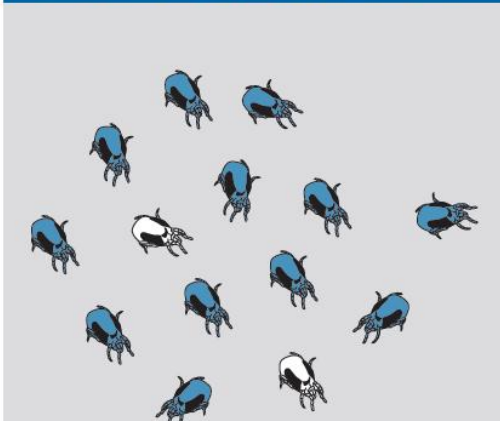
2. Application d'un pesticide.



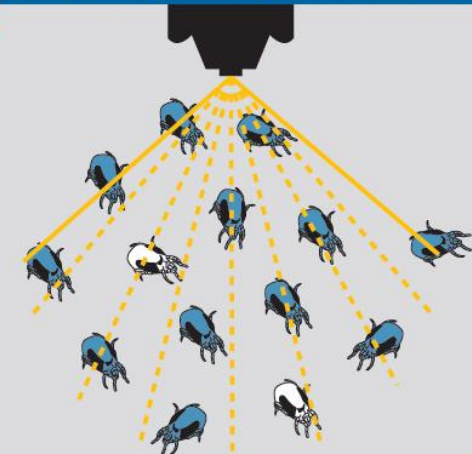
3. Après l'application d'un pesticide, la majorité des survivants sont les individus résistants.



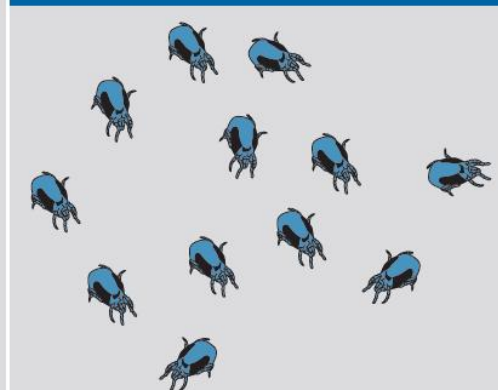
4. La majorité des individus de la nouvelle population du ravageur sont résistants.



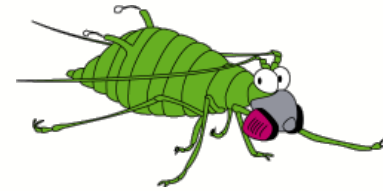
5. Nouvelle application du même pesticide.



6. L'application du même pesticide n'a quasiment plus d'effet sur la nouvelle population résistante au pesticide.

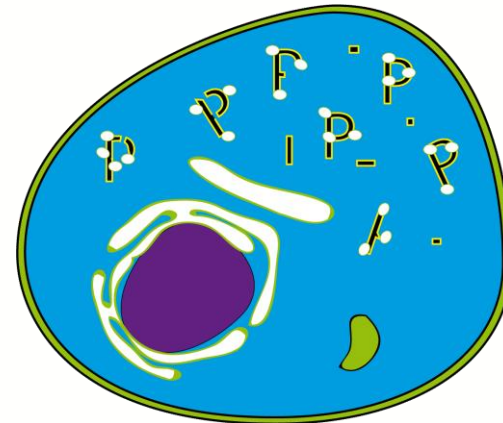
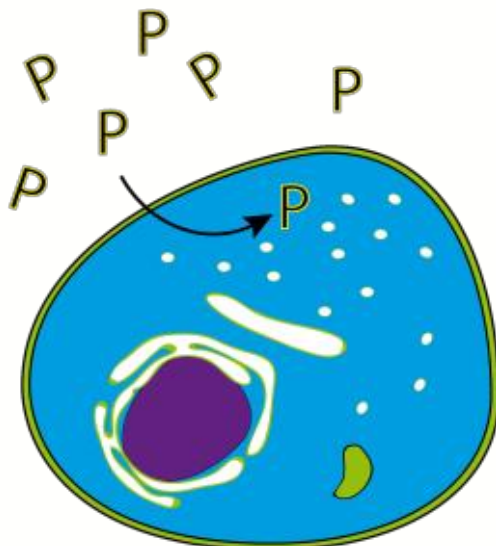
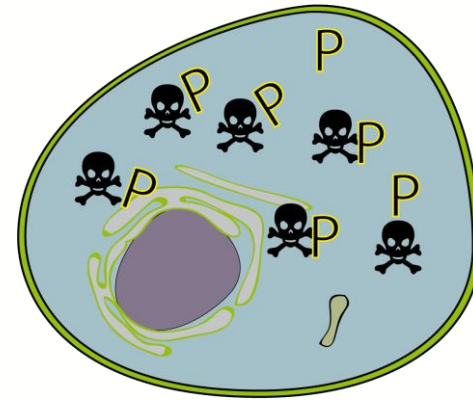
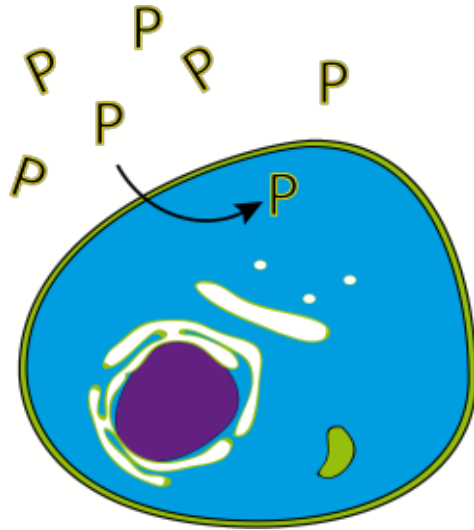
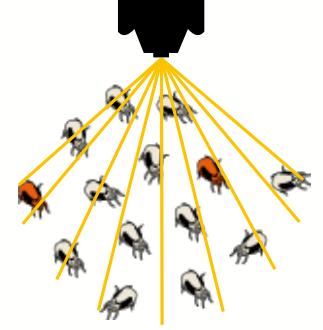


# LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?



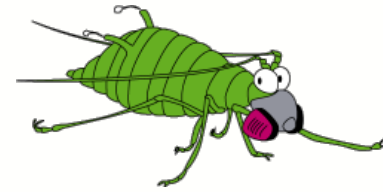
- Résistance non liée à la cible (RNLC)

# LA RÉSISTANCE NON LIÉE À LA CIBLE



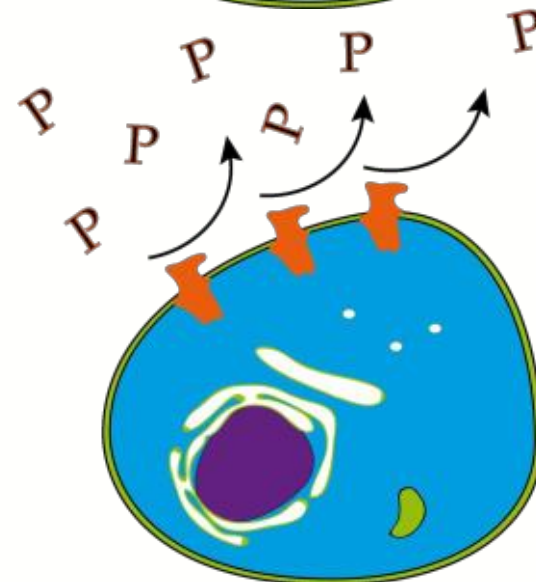
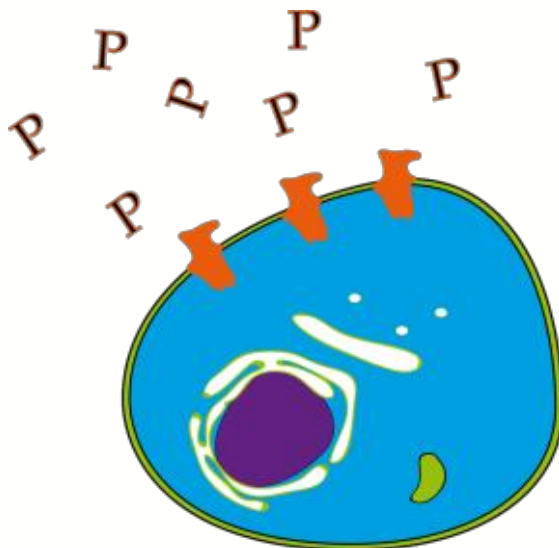
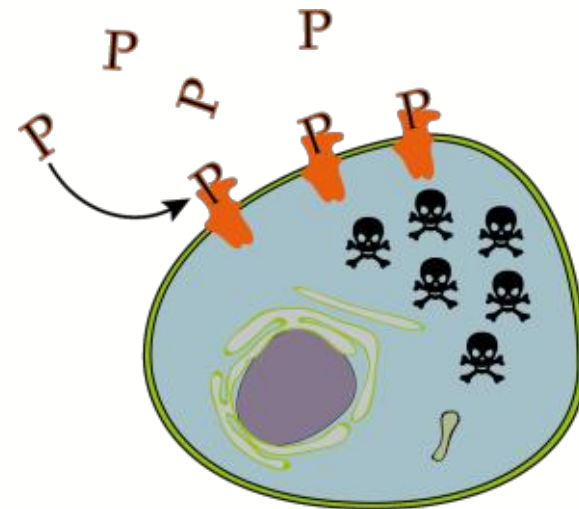
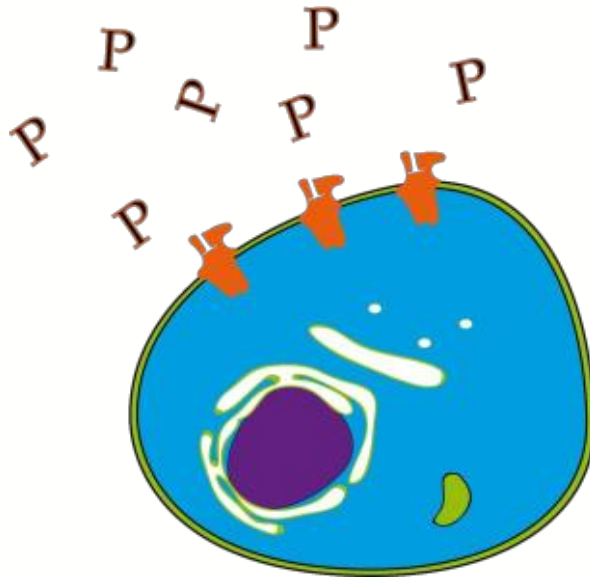
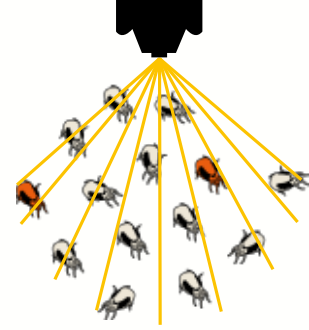


# LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?



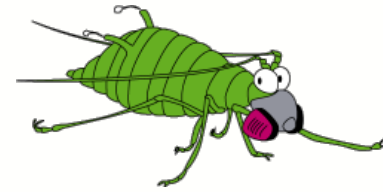
- Résistance non liée à la cible (RNLC)  
Comportementale, physiologique, métabolique  
Mécanismes fréquents dans le cas de résistance aux **organophosphorés, néonicotinoïdes.**
- Résistance liée à la cible (RLC)

# LA RÉSISTANCE LIÉE À LA CIBLE



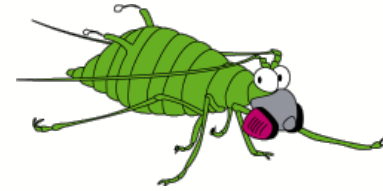


# LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?



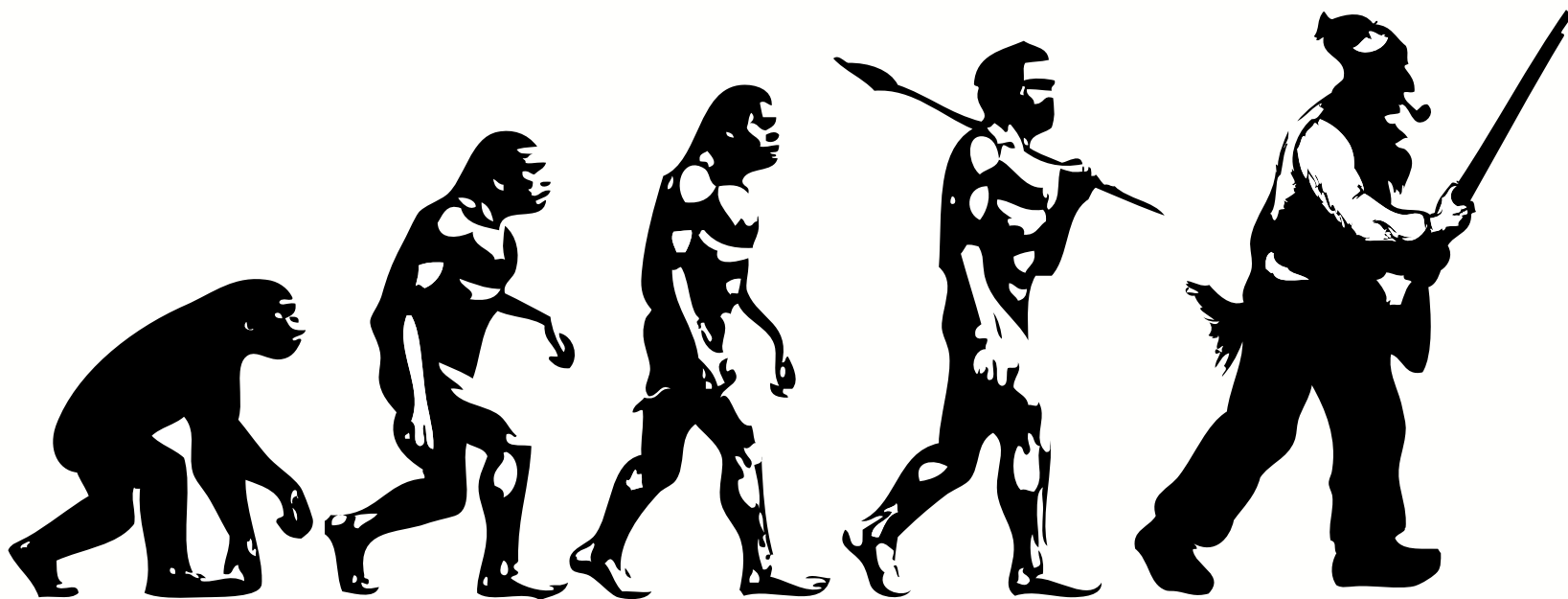
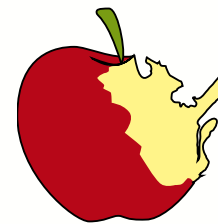
- Résistance non liée à la cible (RNLC)  
Comportementale, métabolique, physiologique  
Mécanismes fréquents dans le cas de résistance aux organophosphorés, néonicotinoïdes.
- Résistance liée à la cible (RLC)  
Surexpression ou modification des protéines ciblées  
Mécanismes fréquent, dans le cas de résistance aux DDT, **pyréthri-noïdes**, dieldrin, **Bt**.

# LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?

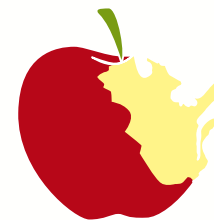




- Résistance simple  
Un mécanisme → une matière active
- Résistance croisée  
Un mécanisme → plusieurs matières actives
- Résistance multiple  
Plusieurs mécanismes → plusieurs matières actives

# LES CAS DE RÉSISTANCE CONFIRMÉS



# LES CAS DE RÉSISTANCE CONFIRMÉS



Nom	Stades problématiques	Insecticides	Familles	Localisation
<p>Carpocapse de la pomme <i>Cydia pomonella</i> (Linnaeus)</p> 	Larves	<p>Guthion 50WSB</p> <p>Calypso 480 SC</p> <p>Intrepid 240F</p>	<p>Organophosphorés 1B</p> <p>Néonicotinoïdes 4A</p> <p>Dyacylhydrazines 18</p>	<p>Montérégie et Laurentides (Grigg-McGuffin et al., 2015)</p>
<p>Tordeuse à bandes obliques <i>Choristoneura rosaceana</i> (Harris)</p> 	Larves	<p>Lannate L</p> <p>Guthion 50WSB</p> <p>Ripcord 400EC</p>	<p>Carbamates 1A</p> <p>Organophosphorés 1B</p> <p>Pyréthriinoïdes 3A</p>	<p>Oka, St-Joseph (Carrière et al., 1994; Carrière et al., 1996; Smirle et al., 1998)</p>



# LE CAS DU CARPOCAPSE DANS LE MONDE



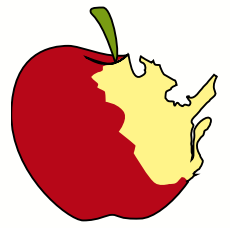
Familles d'insecticides	Insecticides (Matières actives)	Résistances croisées	Localisations
Carbamates (1A)	Sevin (Carbaryl)		ES
Organophosphorés (1B)	Guthion (Azinphos-méthyl†) (Chlorpyrifos) (Phosalone†)	Acétamipride (4A)  δ-méthrine (3A) Diflubenzuron (15)	AR, CA, CH, EC, ES, FR, MO, ON, QC, SZ, UT, WA
	<b>Imidan (Phosmet)</b>		MI
	Pyréthrinoïdes et pyréthrines (3A)	Matador (λ-cyhalothrine) Decis (δ-méthrine)	Azinphos-méthyl† (1B) Diflubenzuron (15) Phosalone† (1B)
Néonicotinoïdes (4A)		<b>Assail (Acétamipride)</b> <b>Calypso (Thiaclopride)</b> (Émamectines)	Azinphos-méthyl† (1B)
	Avermectines et milbémycines (6)	(Émamectines)	
Benzoylurées (15)	(Diflubenzuron)	Tébufénozide (18)	EC, ES, FR, IT, OR
Dyacylhydrazines (18)	<b>Intrepid (Méthoxyfénozide)</b> Confirm (Tébufénozide)	Azinphos-méthyl† (1B) Diflubenzuron (15)	MI, QC CH, FR
	Virus	CpGV	

# LE CAS DE LA TBO DANS LE MONDE



Familles d'insecticides	Insecticides (Matières actives)	Résistances croisées	Localisation
<b>Carbamates (1A)</b>	Lannate (Méthomyl) Sevin (Carbaryl)	Azinphos-méthyl† (1B)	<b>MI, NY, QC</b>
<b>Organophosphorés (1B)</b>	Guthion (Azinphos-méthyl†)  (Chlorpyrifos) Imidan (Phosmet)	Méthomyl (1A) Cyperméthrine (3A) Méthoxyfénozide (18) Tébufénozide (18)	<b>IO, MI, NY, ON, QC, WA</b>
<b>Pyréthriinoïdes et pyréthrines (3A)</b>	Ripcord (Cyperméthrine) (Bifentrine) Decis (δ méthrine)	Azinphos-méthyl† (1B)	<b>MI, QC</b>
<b>Spinosynes (5)</b>	<b>Delegate (Spinetoram)</b> (Chlorfénapyr)	Spinosad (5)	<b>MI, WA</b>
<b>Pyrroles, dinitrophénols, Sulfuramides (13)</b>			<b>MI</b>
<b>Dyacylhydrazines (18)</b>	<b>Intrepid (Méthoxyfénozide)</b> Confirm (Tébufénozide)	Azinphos-méthyl† (1B)	<b>MI, NY</b>
<b>Diamides (28)</b>	Altacor (Chlorantraniliprole)		<b>WA</b>

# LES SOUPÇONS



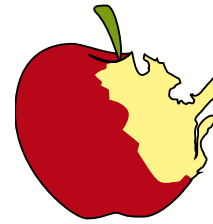
# LES SOUPÇONS

## Tétranyque à deux points



Résistance à +de 90 insecticides  
à travers le monde

Famille d'insecticides	Matières actives	Multirésistance	Localisations
Carbamates (1A)	Aldicarb <sup>†</sup> Formetanate Méthomyl	n.d.	BE; CA; FI; GR; LA; NZ; UK
Organophosphorés (1B)	Acéphate Azinphos-méthyl <sup>†</sup> Bromophos <sup>†</sup> Carbophenothion <sup>†</sup> Chlorpyrifos Demeton <sup>†</sup> Demeton-s-méthyl <sup>†</sup> Diazinon Dicrotophos <sup>†</sup> Diméfox <sup>†</sup> Diméthoate Disulfoton <sup>†</sup> EPN <sup>†</sup> Ethion <sup>†</sup> Ethoate-méthyl <sup>†</sup> Famphur <sup>†</sup> Formothion <sup>†</sup> Malathion Mephofofan <sup>†</sup> Methamidophos <sup>†</sup> Methidathion <sup>†</sup> Mevinphos <sup>†</sup> Mevinphos <sup>†</sup> Naled Ométhoate <sup>†</sup> Parathion <sup>†</sup> Parathion-méthyl <sup>†</sup> Phenkapton <sup>†</sup> Phenthoate <sup>†</sup> Phorate Phosalone <sup>†</sup> Phosmet Phosphamidon <sup>†</sup> Pirimiphos-méthyl <sup>†</sup> Profenofos <sup>†</sup> Prothoate <sup>†</sup> Sulfotep <sup>†</sup> Teppe <sup>†</sup> Thiometon <sup>†</sup> Trichlorfon <sup>†</sup> Vamidothion <sup>†</sup>	n.d.	AK; AR; AS; AT; BE; BR; BU; CA; CAN; CO; CL; CY; CZ; DA; EG; FI; FR; GE; GR; IA; IR; IS; IT; JA; KA; KS; LA; LE; MI; MS; NC; NZ; NY; NZ; OH; ON; OR; PA; PL; RS; SE; SF; SZ; TU; UK; USA; VE; WI; ZI
Cyclodienes chlorés et polychlorocycloalcanes (2A)	Chlorbenseide <sup>†</sup> Chlordimeforme <sup>†</sup> Chlorobenzilate <sup>†</sup> Dienochlor <sup>†</sup>	n.d.	AS; JA; KS; LA; MA; NY; PL; VE
Pyréthrinoides et pyréthrines (3A)	Acrinathrine <sup>†</sup> Bifenthrine δ-méthrine Fenproprathrine <sup>††</sup> Permethrine Tau-fluvalinate <sup>†</sup>	n.d.	BE; BR; CA; CH; CY; GR; KA; KS; UK
Diphényléthanes (3B)	DDT <sup>†</sup>	n.d.	LA
Avermectines et milbémycines (6)	Abamectin Milbemectin <sup>†</sup>	n.d.	BR; CH; CY; EG; GR; QC**; TU; WA
Clofentézine, Diflovidazin, Hexythiazox (10A)	Clofentézine Hexythiazox <sup>†</sup> Organotin <sup>†</sup>	n.d.	AS; BE; BR; CH; GE; GR; QC**; TU; USA
Étoxazole (10B)	Étoxazole	n.d.	BE; KS
Diafenthiuron (12A)	Diafenthiuron <sup>†</sup>	n.d.	BR
Acaricides organostanniques (12B)	Azocyclotin <sup>†</sup> Cyhexatin <sup>†</sup> Fenbutatin-oxyle	n.d.	AS; BE; BR; CA; CH; GE; JA; QC**; USA; UK; WA; OR;
Propargite (12C)	Propargite <sup>†</sup>	n.d.	BR; CA; CH; NZ
Tetradifon (12D)	Tetradifon <sup>†</sup>	n.d.	AS; CA; JA; NC; NL; SF; UK; OR; TW
Pyrroles, Dinitrophénols, Sulfuramide (13)	Binapacryl <sup>†</sup> Chlorfénapyr	n.d.	AS; BE; BR; CH; SF
Benzoylurés (15)	Flucycloxuron <sup>†</sup>	n.d.	BE
Amitraz (19)	Amitraz	n.d.	BE; NY
Acéquinocyl (20B)	Acéquinocyl	n.d.	BE; QC**
Fluacrypyrime (20C)	Fluacrypyrim <sup>†</sup>	n.d.	BE
Bifénazate (20D)	Bifénazate	n.d.	BE; CH; GE; NL
Acaricides et insecticides METI (21A)	Fenazaquin <sup>†</sup> Fenpyroximate <sup>†</sup> Pyridabene Tebufenpyrad <sup>†</sup>	n.d.	AS; BE; BR; CH; CY; GE; JA; KS; QC**; TU; UK
Dérivés des acides Tétronique et tétramique (23)	Spirodiclofène Spiromesifen Spirotetramat	n.d.	BE; BR; CH; IR; QC**
Dérivés du bêta-cétonitrile (25A)	Cyénoppyrafent <sup>†</sup>	n.d.	JA
JN	Bifénazate Benzoximate <sup>†</sup> Bromopropylate <sup>†</sup> Chinométhionate <sup>†</sup> Dicofol <sup>†</sup>	n.d.	AS; BE; CA; CH; CY; EG; FR; GE; GR; IA; JA; KS; NC; NL; NY; NZ; PL; QC**; RU; SF; SZ; UK; WA





# LES SOUPÇONS

## Tétranyque rouge du pommier



Familles d'insecticides	Insecticides (Matières actives)	Résistances croisées	Localisations <sup>2</sup>
<b>Carbamates (1A)</b>	Sevin (Carbaryl)	n.d.	IL
<b>Organophosphorés (1B)</b>	(Chlorpyrifos) (Diazinon) (Diméthoate) (Malathion) Imidan (Phosmet)	n.d.	AS; AT; BC; BU; CA; CL; DA; DE; FR; GE; IA; IL; IT; JA; KS; LE; MD; ME; MI; MS; NC; NL; NO; NS; NY; NZ; OH; ON; PA; PL; PT; <b>QC**</b> ; RU; SE; SC; SY; SZ; TU; UK; VA; WA
<b>Avermectines et milbémycines (6)</b>	<b>Agri-Mek (Abamectin)</b>	n.d.	USA
<b>Clofentézine, etc. (10A)</b>	<b>Apollo (Clofentezine)</b>	n.d.	AS; FR; PA
<b>Amitraz (19)</b>	(Amitraz)	n.d.	TU
<b>Dérivés des acides Tétronique et Tétramique (23)</b>	<b>Envidor (Spirodiclofène)</b>	n.d.	GE

# LES SOUPÇONS

Tétranyque de McDaniel



Familles d'insecticides	Matières actives <sup>1</sup>	Résistances croisées/ multirésistance	Localisations <sup>2</sup>
Organophosphorés (1B)	Diazinon	n.d.	BC; UT; WA

Cyclodiènes chlorés et polychlorocycloalcanes (2A); Acaricides organostanniques (12B);  
Tetradifon (12D); Pyrroles, Dinitrophénols, Sulfuramide (13)

# LES SOUPÇONS

## Punaise terne



Familles d'insecticides	Insecticides (Matières actives)	Résistances croisées/ multirésistance	Localisations
Carbamates (1A)	(Oxamyle)	n.d.	USA
Organophosphorés (1B)	(Acéphate) (Diméthoate) (Malathion)	Multirésistance	AK; LA; MS
Pyréthrinoïdes et pyréthrines (3A)	(Bifenthrine) <b>Ripcord (Cyperméthrine)</b> <b>Ambush (Perméthrine)</b>	Multirésistance	AK; LA; MS
Néonicotinoïdes (4A)	Admire (Imidaclopride)	n.d.	AK; LA; MI
Benzoylurées (15)	Rimon (Novaluron)	n.d.	MS

# PRÉVENTION DE LA RÉSISTANCE



- Intervention/ dépistage
- Viser le stade vulnérable
- Doses recommandées
- Calibration et ajustement
- Alternner en fonction du **Mode d'action (MoA)**
- Alternner avec des pesticides sans **MoA** (huiles et savons)
- Établir un programme de détection
- Protéger les auxiliaires



# DOCUMENTATION

Feuillet synthèse

Revue de littérature



[www.irda.qc.ca/fr/projets/resistance-arthropodes](http://www.irda.qc.ca/fr/projets/resistance-arthropodes)

www.  
irda.  
qc.ca

# REMERCIEMENTS

- **Collaborateurs**

Annabelle Firlej, Élisabeth Ménard, Alessandro Dieni, Audrey Charbonneau, Brigitte Duval, Isabelle Couture, Jean-Philippe Légaré, Liette Lambert, Marie-Pascale Beaudoin, Mario Leblanc et Stéphanie Tellier

- **Financement**

Ce projet a été réalisé en vertu du volet 4 du programme Prime-Vert 2013-2018 et il a bénéficié d'une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) par l'entremise de la Stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture 2011-2021.