

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

Franz Vanoosthuyse et Daniel Cormier

Journée Technique AGROPOMME 2018

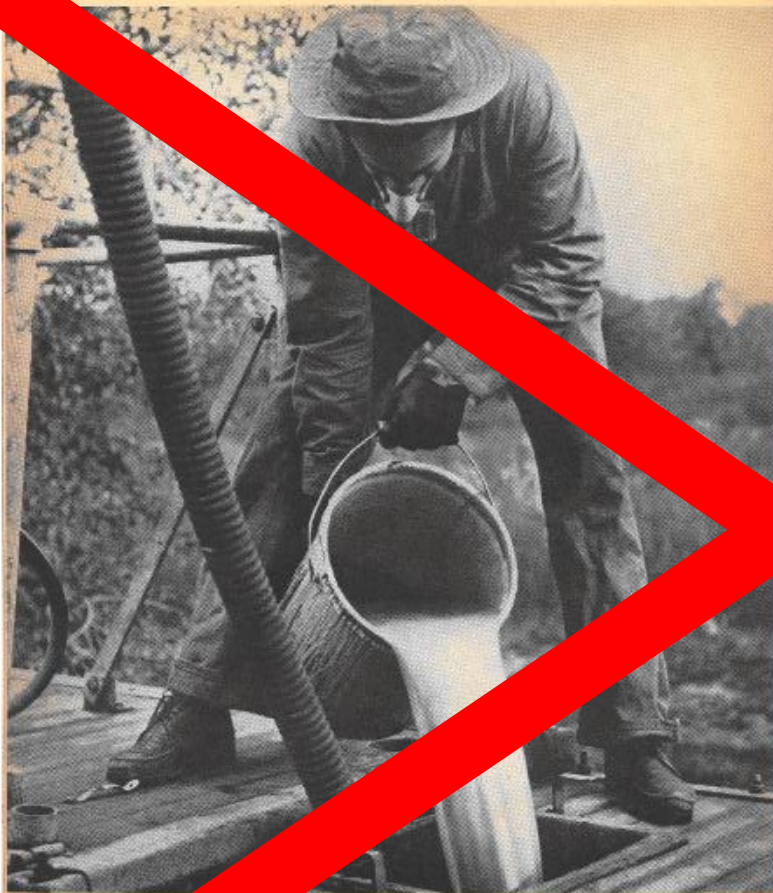
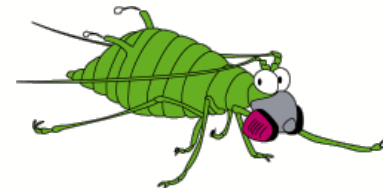




PLAN

- 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?



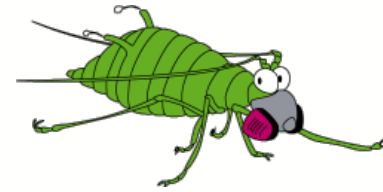
Both men are using powerful phosphates safely...the one on the right is using malathion

AMERICAN FRUIT GROWER

FEBRUARY, 1968

MASTON
INS

QU'EST-CE QUE LA RÉSISTANCE AUX PESTICIDES ?

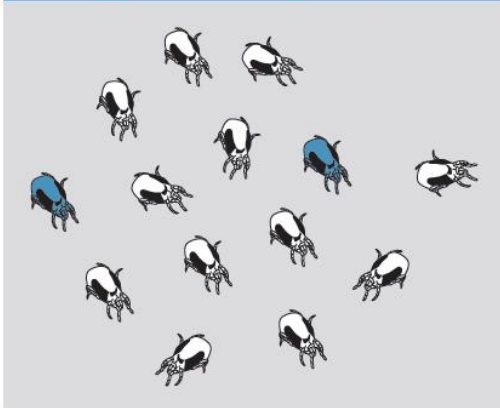


Ravageur résistant

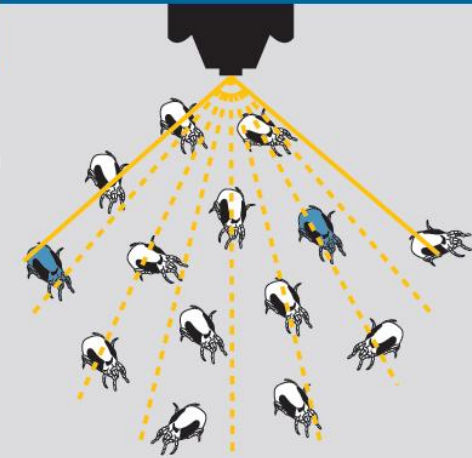


Ravageur sensible

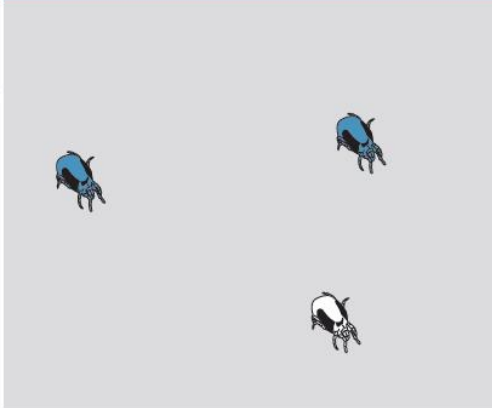
1. En l'absence de pesticides, les individus résistants sont rares dans une population de ravageurs.



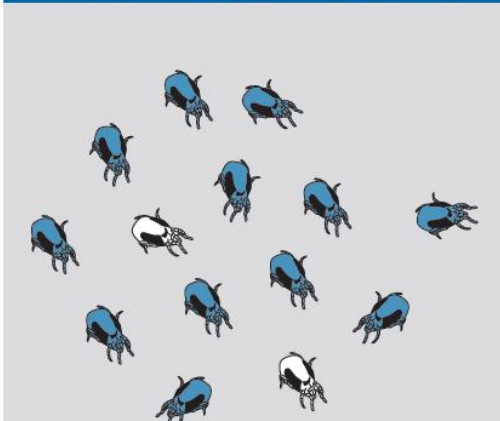
2. Application d'un pesticide.



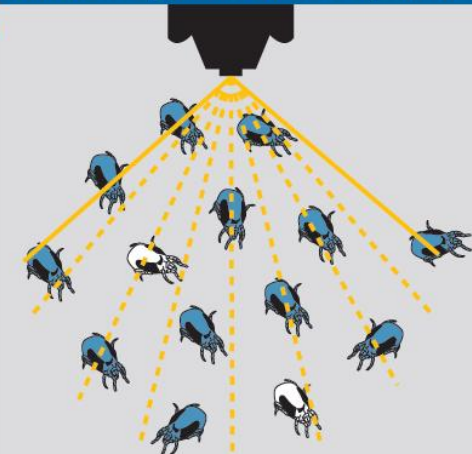
3. Après l'application d'un pesticide, la majorité des survivants sont les individus résistants.



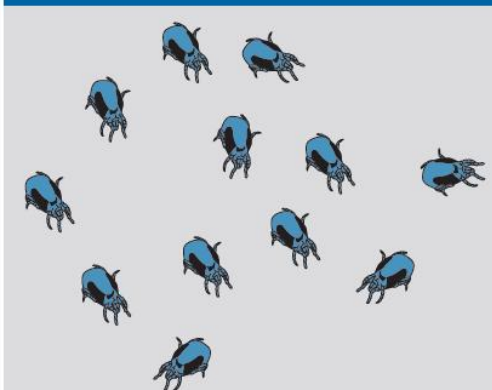
4. La majorité des individus de la nouvelle population du ravageur sont résistants.



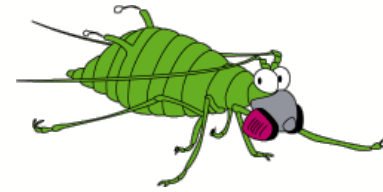
5. Nouvelle application du même pesticide.



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

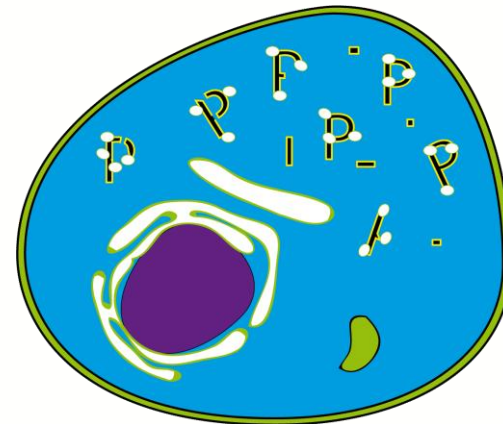
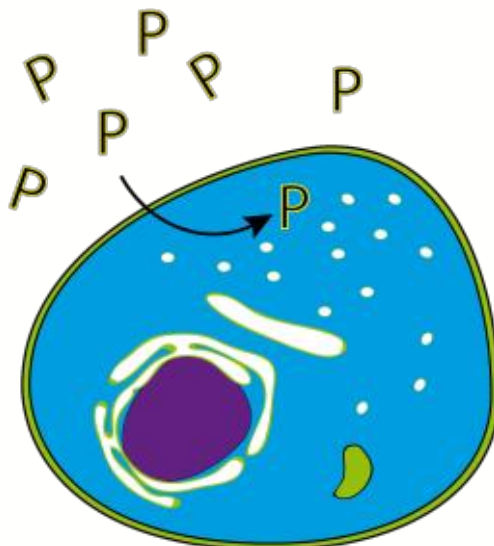
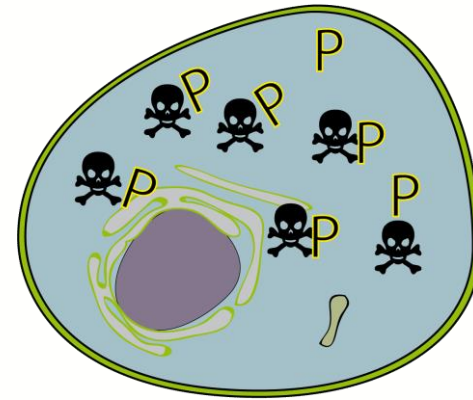
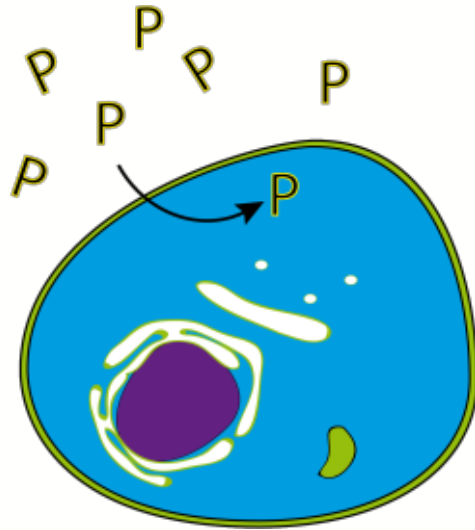
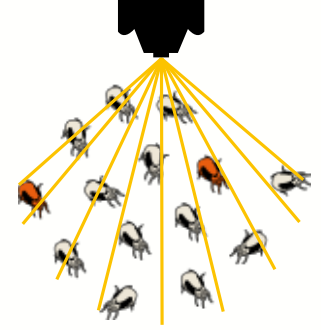


LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?

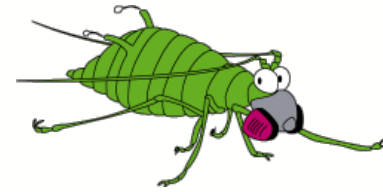


- Résistance non liée à la cible (RNLC)

LA RÉSISTANCE NON LIÉE À LA CIBLE

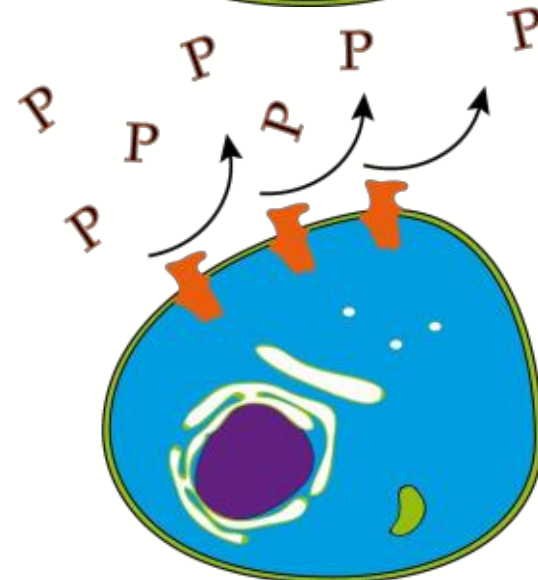
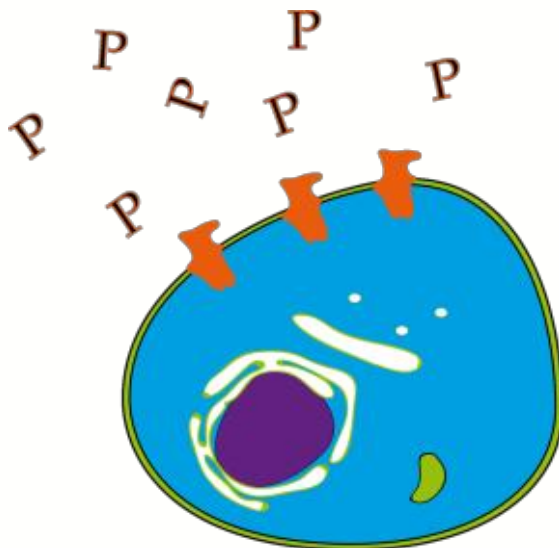
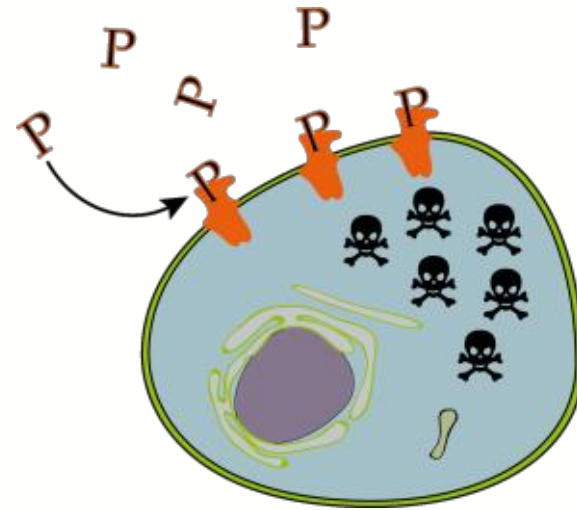
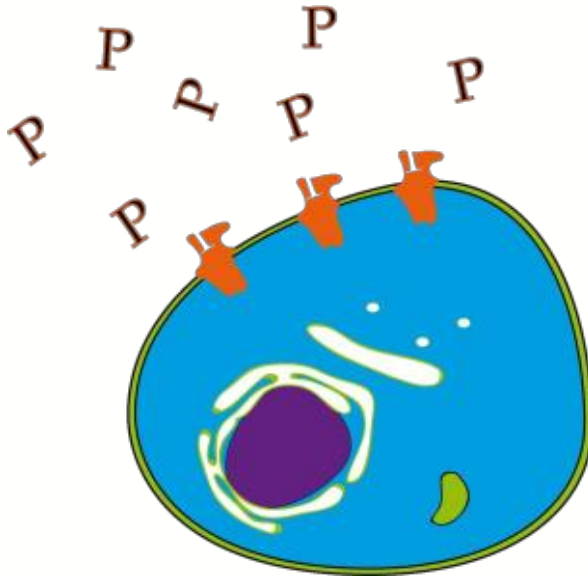
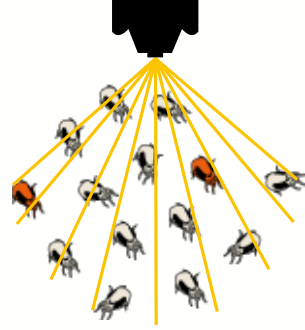


LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?

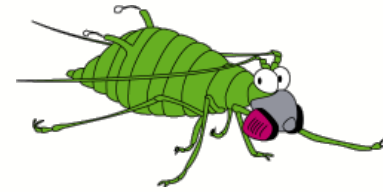


- Résistance non liée à la cible (RNLC)
Comportementale, physiologique, métabolique
Mécanismes fréquents dans le cas de résistance aux **organophosphorés, néonicotinoïdes**.
- Résistance liée à la cible (RLC)

LA RÉSISTANCE LIÉE À LA CIBLE

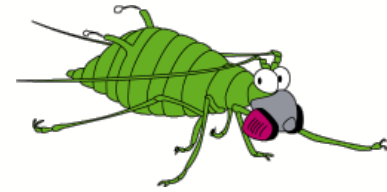


LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?



- 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, **pyréthrinoïdes**, dieldrin, ***Bt***.

LA RÉSISTANCE, COMMENT ÇA MARCHE ?



- Résistance simple

Un mécanisme → une matière active

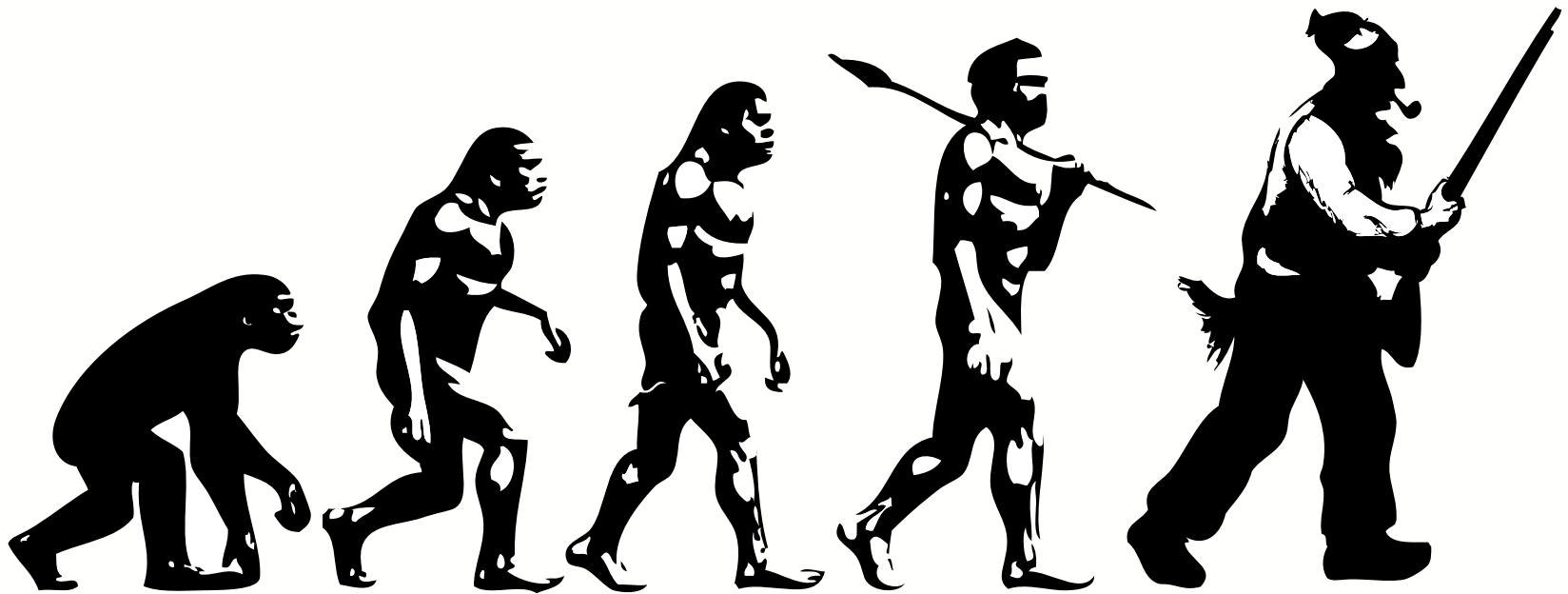
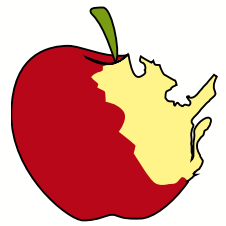
- Résistance croisée

Un mécanisme → plusieurs matières actives

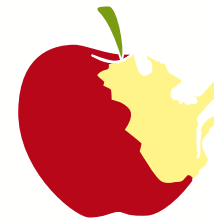
- Résistance multiple

Plusieurs mécanismes → plusieurs matières actives

LES CAS DE RÉSISTANCE CONFIRMÉS



LES CAS DE RÉSISTANCE CONFIRMÉS



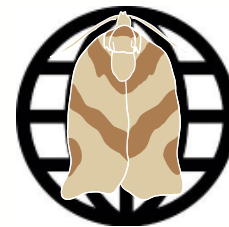
Nom	Stades problématiques	Insecticides	Familles	Localisation
Carpocapse de la pomme <i>Cydia pomonella</i> (Linnaeus) 	Larves	Guthion 50WSB Calypso 480 SC Intrepid 240F	Organophosphorés 1B Néonicotinoïdes 4A Dyacylhydrazines 18	Montérégie et Laurentides (Grigg-McGuffin et al., 2015)
Tordeuse à bandes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

LE CAS DU CARPOCAPSE DANS LE MONDE



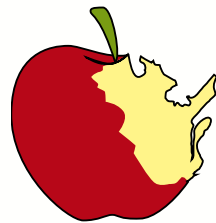
Familles d'insecticides	Insecticides (Matières actives)	Résistances croisées	Localisations
Carbamates (1A)	Sevin (Carbaryl)		ES
Organophosphorés (1B)	Guthion (Azinphos-méthyl†) (Chlorpyrifos)	Acétamipride (4A)	AR, CA , CH, EC, ES, FR, MO , ON , QC , SZ, UT , WA
	(Phosalone†)	δ-méthrine (3A) Diflubenzuron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

LE CAS DE LA TBO DANS LE MONDE



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

LES SOUPÇONS



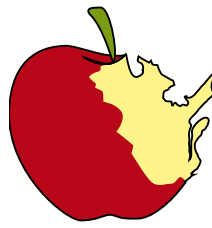
LES SOUPÇONS

Tétranyque à deux points



Résistance à +de 90 insecticides
à travers le monde

Famille d'insecticides	Matières actives	Résistance à l'usage multirésistance	Localisations
Carbamates (1A)	Aldicarb [†] Formetanate Méthomyl	n.d.	BE; CA; FI; GR; LA; NZ; UK
Organophosphorés (1B)	Acéphate Azinphos-méthyl [†] Bromophos [†] Carbophenothion [†] Chlorpyrifos Demeton [†] Demeton-s-méthyl [†] Diazinon Dicrotophos [†] Diméthoat [†] Diméthoate Disulfoton [†] EPN [†] Ethion [†] Éthoate-méthyl [†] Famphur [†] Formothion [†] Malathion Mephosfolan [†] Methamidophos [†] Methidathion [†] Mevinphos [†] Monocrotophos [†] Naled Ométhoate [†] Parathion [†] Parathion-méthyl [†] Phenkapton [†] Phenthoate [†] Phorate Phosalone [†] Phosmet Phosphamidon [†] Pirimiphos-méthyl [†] Profenofos [†] Prothoate [†] Sulfotep [†] Teppe [†] Thiometon [†] Trichlorfon [†] Vamidothion [†]	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; NJ; NL; NO; NY; NZ; OH; ON; OR; PA; PL; RS; SE; SF; SZ; TU; UK; USA; VE; WI; ZI
Cyclodienes chlorés et polychlorocycloalcanes (2A)	Chlorbenseide [†] Chlordimeforme [†] Chlorobenzilate [†] Dienochlor [†]	n.d.	AS; JA; KS; LA; MA; NY; PL; VE
Pyréthroides et pyréthrines (3A)	Acrinathrine [†] Bifenthrine δ-méthrine Fenpropathrine ^{††} Permethrine Tau-fluvalinate [†]	n.d.	BE; BR; CA; CH; CY; GR; KA; KS; UK
Diphényléthanes (3B)	DDT [†]	n.d.	LA
Avermectines et milbémécines (6)	Abamectin Milbemectin [†]	n.d.	BR; CH; CY; EG; GR; QC**; TU; WA
Clofentézine, Diflovidazin, Hexythiazox (10A)	Clofentézine Hexythiazox [†] Organotin [†]	n.d.	AS; BE; BR; CH; GE; GR; QC**; TU; USA
Étoxazole (10B)	Étoxazole	n.d.	BE; KS
Diafenthurone (12A)	Diafenthurion [†]	n.d.	BR
Acaricides organostanniques (12B)	Azocyclotin [†] Cyhexatin [†] Fenbutatin-oxyle	n.d.	AS; BE; BR; CA; CH; GE; JA; QC**; USA; UK; WA; OR;
Propargite (12C)	Propargite [†]	n.d.	BR; CA; CH; NZ
Tetraclon (12D)	Tetraclon [†]	n.d.	AS; CA; JA; NC; NL; SF; UK; OR; TW
Pyrroles, Dinitrophénols, Sulfuramide (13)	Binapacryl [†] Chlorfenapyr	n.d.	AS; BE; BR; CH; SF
Benzoylurées (15)	Flucycloxuron [†]	n.d.	BE
Amiraz (19)	Amiraz	n.d.	BE; NY
Acéquinocyl (20B)	Acéquinocyl	n.d.	BE; QC**
Fluacrypyrim (20C)	Fluacrypyrim [†]	n.d.	BE
Bifénazate (20D)	Bifénazate	n.d.	BE; CH; GE; NL
Acaricides et insecticides METI (21A)	Fenazaquin [†] Fenpyroximate [†] Pyridabene Tebufenpyrad [†]	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)	Cyenoptyrafent [†]	n.d.	JA
UN	Bifénazate Benzoximate [†] Bromopropylate [†] Chinomethionate [†] Dicofol [†]	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 ²
Carbamates (1A)	Sevin (Carbaryl)	n.d.	IL
Organophosphorés (1B)	(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; QC** ; RU; SE; SC; SY; SZ; TU; UK; VA; WA
Avermectines et milbémycines (6)	Agri-Mek (Abamectin)	n.d.	USA
Clofentézine, etc. (10A)	Apollo (Clofentezine)	n.d.	AS; FR; PA
Amitraz (19)	(Amitraz)	n.d.	TU
Dérivés des acides Tétronique et Tétramique (23)	Envidor (Spirodiclofène)	n.d.	GE

LES SOUPÇONS

Tétranyque de McDaniel



Familles d'insecticides	Matières actives ¹	Résistances croisées/ multirésistance	Localisations ²
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) Ripcord (Cyperméthrine) Ambush (Perméthrine)	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



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.