

Lutte au mildiou de la pomme de terre (*phytophthora infestans*):

mieux connaître les fongicides homologués afin de mieux les utiliser

Sébastien Martinez, agr. M. Sc

Roger Reixach-Vilà, M. Sc

Mises en garde

- *Quantité très importante d'informations, quelques-fois contradictoires ou encore difficiles ou impossibles à trouver : donc modifications possibles.*
- *Veillez également noter qu'il ne s'agit en aucun cas de recommandations agronomiques qui sont faites dans cette présentation. Vous devez toujours être accompagnés d'un professionnel qui pourra déterminer en fonction de votre réalité et de celle du terrain, des choix des produits à utiliser.*
- *Nous insistons sur le fait que l'usage des fongicides et des pesticides en général doit se faire de façon raisonnée, en faisant du dépistage et utilisant les outils de diagnostics et d'aide à la décision existants.*
- *Pour certains produits, les doses indiquées dans les tableaux sont pour une formulation en particulier, mais il est possible qu'il y ait plusieurs noms commerciaux, différentes formulations et concentrations d'ingrédients actifs.*
- *Juste le début du travail...*

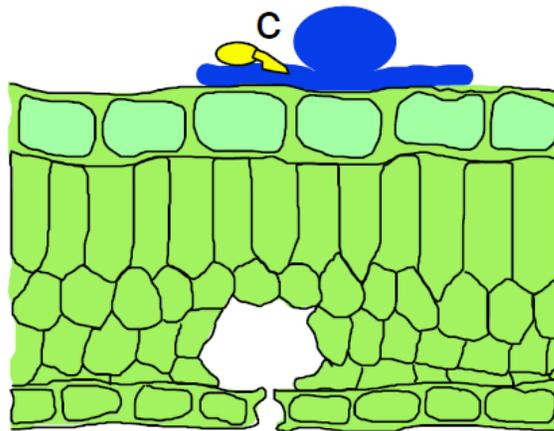
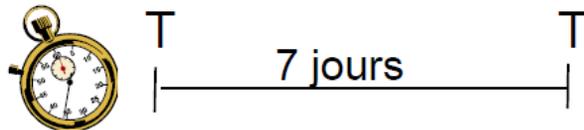
Plan de la présentation

Description des produits homologués au Canada en présentant :

- Description des fongicides homologués contre le mildiou de la pomme de terre au Canada (en date de mars 2024): mode(s) d'action, lessivage potentiel, contexte d'utilisation.
- Généralités : descriptions : contacts simple, contacts élaborés, pénétrant/translaminaires, systémiques ascendants, systémiques complets.
- Groupes chimiques.
- Indices de risques sur la santé (IRS) et sur l'environnement (IRE).
- Lessivabilité/durée de persistance sur le feuillage (pas tjs faisable..).

Mode d'action des produits de contact

↳ Produits de contact simple



T = traitement
c = contamination

 Contact

⊗ Préventif

⊗ Film toxique en surface des feuilles bloquant ainsi la germination des spores.

⊗ Durée d'action variable selon la formulation

 Action multisites sur le métabolisme du pathogène
=> risque de résistance limité.

 Forte sensibilité au lessivage (20 mm)

Source:

**Contact simple/fongicide de surface (ne rentrent pas)/protectant.
Applications préventives, antigerminatifs**

Nom du produit	Molécule(s)	Groupe chimique	IRS	IRE	Pluie nécessaire pour lessivage
Bravo[®] ZN (d'autres formulations existent : ex: Echo)	Chlorothalonile (500 g/L)	Multisite (M)	292 (1,2 L/ha) 430 (2,4 L/ha)	9 12	Faible : 20-25 mm (pluie dans les 24 h suivant l'application = perte importante de produit)
Manzate[®] Pro-Stick (d'autres formulations existent : ex: Dithane Rainshield, Manzate Max, Penncozeb)	Mancozèbe (75 %)		152 (1,35 kg/ha) 223 (2,25 kg/ha)	9	Faible : 20-25 mm (temps de séchage recommandé : 4 h)
Captan/Maestro	Captane		Homologué, mais non utilisé		
Cuivre[®] 53 W	Cuivre (sulfate de cuivre tribasique)	Multisite (M)	38 (3,8 kg/ha)	196	Faible : 15 mm (5 mm (0.2 pouce) de pluie = 80% de lessivage (varie selon la formulation))
Cueva[®]	Cuivre (octanoate de cuivre)		N/D	N/D	
Guardsman[®] Copper	Cuivre (Oxychlorure de cuivre)		118 (4 kg/ha)	90	
Kocide[®] 2000/Parasol[®]	Hydroxyde de cuivre 53,8%		37 (2.4 kg/ha)	132	

Caractéristiques des produits de contacts simples homologués



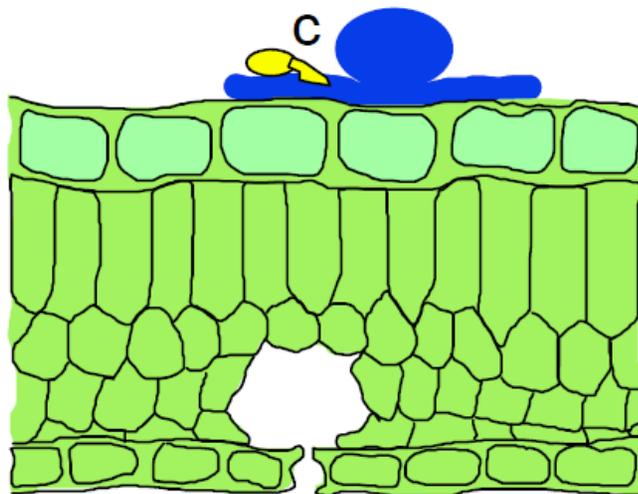
Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
<p>Bravo[®] (chlorothalonile)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Multisite (pas de cas de développement de résistance) • Couvre <i>Alternaria</i> et mildiou; botrytis (Bravo seulement) • Pas chers (mancozèbe surtout) • Compatible en mélange avec d'autres fongicides 	<ul style="list-style-type: none"> • Gros volumes de produits à gérer • Lessivage rapide (pluie/irrigation) • Pas adaptés en saison très pluvieuse • Intervalles de pulvérisation courts (surtout si pluie) • Toxicité : Classés cancérigènes probables chez l'humain • Avenir au Canada ? • Restriction avec Bravo[®] (3 applic max) et circuit fermé • Pas de protection des nouvelles pousses
<p>Manzate[®] (mancozèbe)</p>		
<p>Cuivres</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Utilisables en bio 	<ul style="list-style-type: none"> • Phyto ? • Bioaccumulation dans le sol • Toxicité • Applications répétées

Conclusions

- Ont leur place (gestion résistance et des coûts), mais limiter le nbre de traits et adapter selon les conditions.
- Facilement lessivables : à utiliser uniquement en prévention (agissent en inhibant la germination des spores), non adaptés lors d'une saison comme 2023.
- Ne protègent pas les nouvelles pousses quand les plants sont en pleine croissance.
- Problèmes de toxicité sur la santé (cancer).
- Anticiper leur interdiction ?

Mode d'action des produits de contact

↳ Produits de contact élaboré



T = traitement
c = contamination

 Contact

⊗ Préventif

⊗ Film toxique en surface des feuilles bloquant ainsi la germination des spores.

- Bonne résistance au lessivage



- Action anti-sporulante

- Bonne protection du tubercule



Pas de protection des nouvelles pousses

Contacts élaborés. Application préventive

Nom du produit	Molécule(s)	Groupe chimique	IRS	IRE	Pluie nécessaire pour lessivage
Ranman[®] 400 SC + surfactant non-ionique	Cyazofamide	21	54 (200 ml/ha)	1	100 mm Non lessivable
Gavel[®] DF	Zoxamide + Mancozèbe (<i>ex : Manzate</i>)	22 + M	224 (2.25 kg/ha)	13	60 mm Très bonne résistance (zoxamide) Bien documenté !
Allegro[®] 500 F* (Downforce [®] AG, 40 % i.a/L)	Fluazinam	29	943 (600 ml/ha)	59	40 mm Résistance au lessivage moyenne à bonne

* Le fluazinam est aussi décrit comme un fongicide multisite.



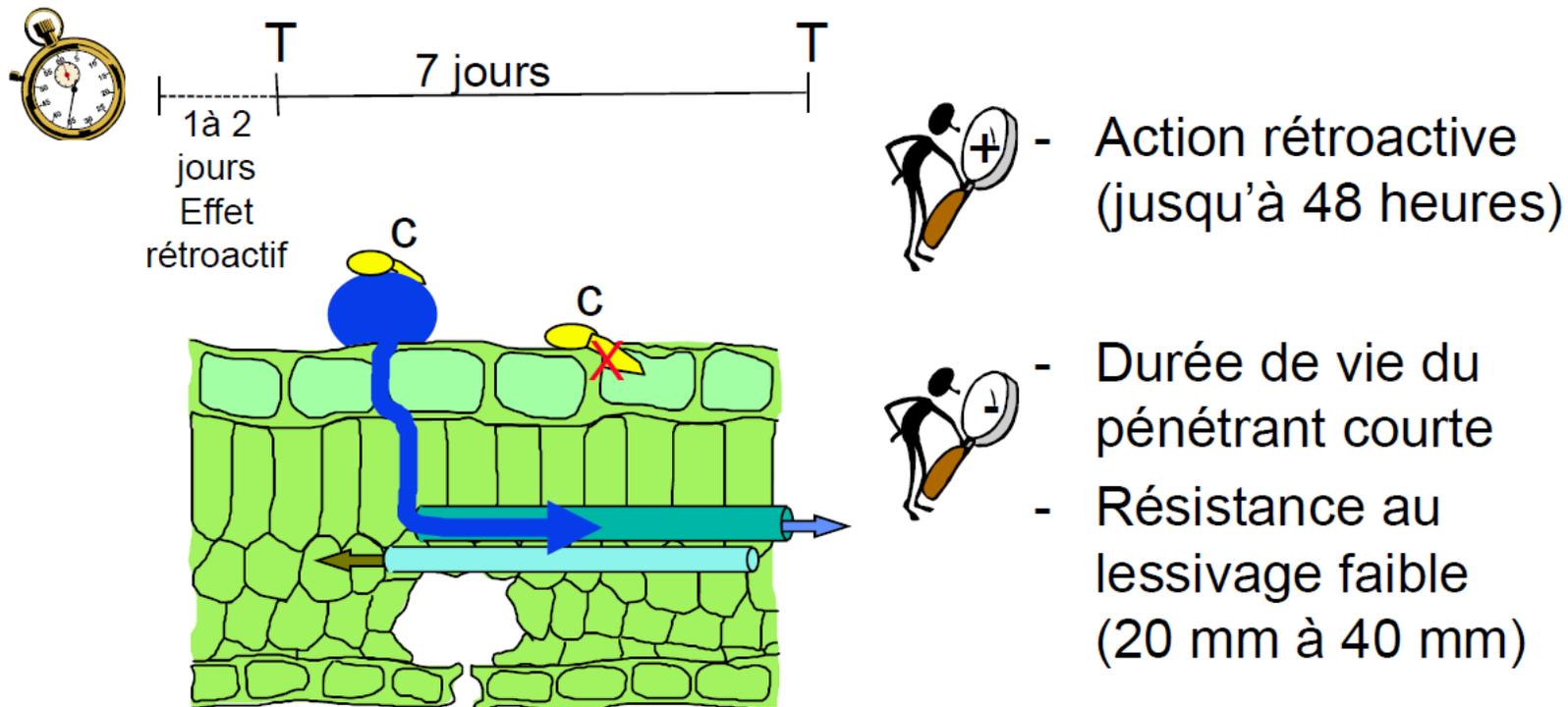
Caractéristiques des produits de contacts élaborés

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Ranman®	<ul style="list-style-type: none">• Forte résistance au lessivage• Délai avant pluie = 15 mn• Petite dose (100-200 ml/ha)• Très efficace sur oomycètes (mildiou)• Antisporulant (donc aspect curatif); sporicide• Pas de résistance croisée connue• Un des produits à utiliser si mildiou déclaré• Bonne protection des tubercules	<ul style="list-style-type: none">• Juste mildiou• Unisite : Risque de résistance modéré à élevé• Ne protège pas le nouveau feuillage• PAS systémique
Gavel®	<ul style="list-style-type: none">• Mildiou (très efficace sur oomycètes) et <i>Alternaria</i>• Très résistant au lessivage (Zoxamide) car pénètre la couche cireuse• Délai avant pluie : 2 h• Risque de résistance: faible à modéré• Protection des tubercules moyenne à bonne	<ul style="list-style-type: none">• Ne protège pas le nouveau feuillage• Présence du mancozèbe (toxicité)
Allegro®/ Downforce®	<ul style="list-style-type: none">• Résistance au lessivage convenable• Délai avant pluie : 1 h• Préventif• Bonne action antisporulante• Antigerminatif• Combat mildiou sur feuillage et tubercules• Risque faible de résistance : aucun cas de résistance connu (ref d'un site) MAIS résistance répertoriée en Europe sur <i>Phytophthora</i> (à éclaircir)• Effet acaricide, sclérotinia• Bonne protection des tubercules	<ul style="list-style-type: none">• Très toxique (IRS de 943 !)• Toxicité subchronique et chronique : foie, poumons, utérus, testicules, pancréas, thymus, thyroïde, estomac, yeux et cerveau.• Suspect dans cancer du foie et de la thyroïde.

Conclusions

- Intéressants en périodes de hauts risques quand la croissance des plants est stabilisée
 - Adaptés en conditions de pression moyenne à forte
 - Bonne résistance au lessivage
 - **Ranman[®] : 100 mm de lessivage, à prendre en compte si conditions très orageuses/instables.**
- Ne protègent pas le nouveau feuillage
 - **Attention à la toxicité du Allegro/Downforce.**
 - Bien gérer la résistance (comme les autres groupes sauf M).

Mode d'action des produits pénétrants

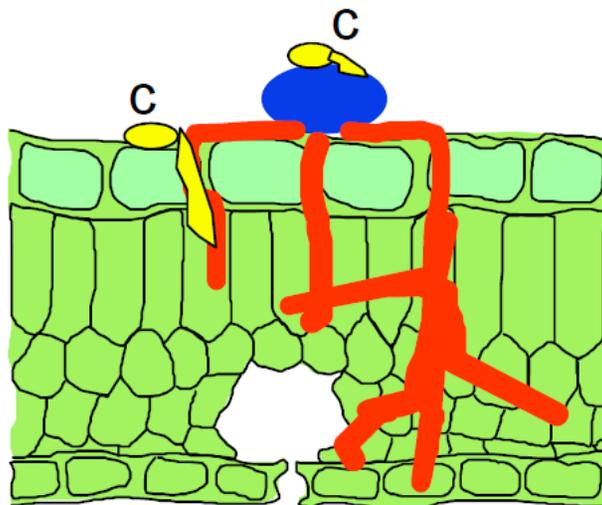
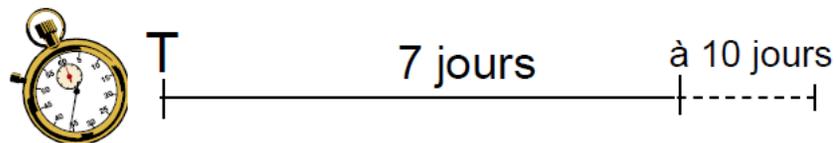


T = traitement
c = contamination

■ Contact
■ Pénétrant

Source:

Mode d'action des produits translaminaires et diffusants



- Diffusion dans toute la feuille
- Résistance au lessivage
- Action anti-sporulante



- Pas ou faible effet rétroactif

T = traitement
c = contamination

■ Contact
■ Translaminaires et Diffusants

Source:

Pénétrant et translaminaire/diffusant (systémie locale)

Nom du produit	Molécule(s)	Groupe chimique	IRS	IRE	Pluie nécessaire pour lessivage
Curzate[®] (Considéré comme un pénétrant)	Cymoxanil + (ajouter Manzate) Ne pas utiliser Curzate seul	27	9	1	15 mm (4 jours de rémanence)
Quadris[®] F	Azoxystrine*	11 Strobilurines	16 (800 ml/ha)	53	40 mm Moyen et variable
Acapela[®]	Picoxystrobine		35 (1 L/ha)	42	
Evito[®] 480 SC	Fluoxastrobine		6 (278 ml/ha)	8	
Tanos[®] 50 DF	Famoxadone + <i>cymoxanil</i> (= <i>Curzate</i>) (gr 27)		24 (840 gr/ha)	17	
Reason[®] 500 SC + contact	Fénamidone	11 (imidazolinone)	8 (200 ml/ha)	4	
Forum[®] + Bravo [®] ou Dithane [®]	Diméthomorphe	40	10 (450 ml/ha)	28	100 mm Très résistant
Revus[®] + surfactant non ionique	Mandipropamide	40	5 (600 ml/ha)	15	60 à 100 mm avec un délai sans pluie de 1 heure (vigne)

Aussi dans la catégorie des systémiques ascendants

Presidio[®] 4 SC + Bravo [®]	Fluopicolide**	43	78 (292 ml/ha)	74	100 mm Très résistant
Zampro[®] + ajout adjuvant de dispersion/pénétration	Amétoctradine (contact/pénétrant ascendant) + Diméthomorphe (= Forum) (translaminaire)	45 + 40	15 (1 L/ha)	37	100 mm Très résistant
Orondis[®] Ultra	Oxathiapiproline** (= Orondis) + Mandipropamide (= Revus) (<i>gr 40</i>)	49	9 (600 ml/ha)	35	100 mm Très résistant

* Azoxystrobine : non conseillé si présence de mildiou

Caractéristiques des produits : Pénétrant et translaminaire/diffusant (système locale)

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Quadris® F	<ul style="list-style-type: none"> Fait <i>Alternaria</i> et dartoze Plusieurs mouvements : translaminaire, ascendant, remise en solution par la pluie/rosée) 	<ul style="list-style-type: none"> Pas conseillé sur mildiou (source : compagnie) Utiliser en prévention Risque de résistance élevé
Tanos® (Famoxadone + cymoxanil)	<ul style="list-style-type: none"> Effet du Curzate rétroactif/effet éradicant d'environ 24-48 heures après l'infection Longue persistance d'action Efficace contre les spores Action de contact (antigerminatif) + diffusion locale/pénétrant Antisporulant (quelques jours) 	<ul style="list-style-type: none"> Résistant au lessivage à préciser et à fouiller Ne pas utiliser de produit contenant du Cymoxanil en <u>préventif</u> : juste en retard de traitement, si attaques proches ou en curatif !
Acapela®	<ul style="list-style-type: none"> Fait aussi <i>Alternaria</i> Absorption en 2 h 	<ul style="list-style-type: none"> Tous des unisites (donc très spécifiques) Strobi (groupe 11): développement rapide de la résistance Importance d'alterner groupes Ne protège pas les nouvelles pousses ! À utiliser en mélange avec un contact Risque élevé de résistance
Evito®	<ul style="list-style-type: none"> Très petites doses Reason : Préventif sur tous les stades du mildiou avant la pénétration 	
Reason® 500 SC	<ul style="list-style-type: none"> Antisporulant (Reason) 	

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
<p>Zampro[®]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Diméthomorphe</u> : action préventive, curative et antispোরulante • <u>Ametoctradine</u> : Action préventive 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Ametoctradine</u> : risque modéré à élevé de résistance • Protection faible à moyenne des nouvelles pousses
<p>Forum[®]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Action préventive, curative et antispোরulante • Protège en partie les nouvelles pousses • Risque de résistance faible à modéré. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas employer seul, utiliser du mancozèbe ou du chlorothalonile en mélange
<p>Revus[®] + surfactant non ionique</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Surtout préventif, mais effet curatif sur les 1^{er} stades de développement de la maladie • Translaminaire (protège les 2 faces) • Action diffusante pour protection des nouvelles feuilles (mais moyenne) • Antispোরulant • Développement de résistance : faible à modéré • Bonne protection des tubercules 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance (souche 43-A1) au Danemark • Protection moyenne des nouvelles pousses

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
<p>Curzate®</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pénétrant/diffusion locale (Arvalis); action de contact • Agit sur les spores au moment de leur germination • Action stoppante (destruction du champignon en incubation); • Action antispiculante (réduction des conidies dans les jours qui suivent le traitement). • Effet rétroactif (curatif)/effet éradicant d'environ 24-48 heures après l'infection 	<ul style="list-style-type: none"> • Cymoxanil : seule molécule curative, donc à préserver: Ne pas utiliser de produit contenant du Cymoxanil en préventif : juste en retard de traitement ou en curatif ! • Durée de vie assez courte (traiter aux 5- 7jours) • Ne protège pas les nouvelles pousses • Pas de protection des tubercules • Utiliser avec Mancozèbe
<p>Presidio® 4 SC</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Actif a différent stade de développement de la maladie • Antigerminatif des sporocytes • Actif sur la croissance du mycélium et donc sur la formation des spores • Protège bien les nouvelles pousses • Activité protectrice, curative, suppressive et antispiculante. • Pénétrant/translaminaire + systémie ascendante (xylème) 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas utiliser seul mais tjs avec Bravo®

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
<p>Orondis[®] Ultra : (Oxathiapiproline seulement): Pour la mandipropamide, voir Revus[®]</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Effet préventif et antisporulant • Protège bien les nouvelles pousses • Perturbe le cycle de vie du champignon à plusieurs stades • Rémanence de 10 jours si pression normale, mais traiter aux 7-8 jours si forte pression. 	<ul style="list-style-type: none"> • Développement rapide de résistance (risque de développement de résistance modérée à élevée). Syngenta fait des tests de résistance.

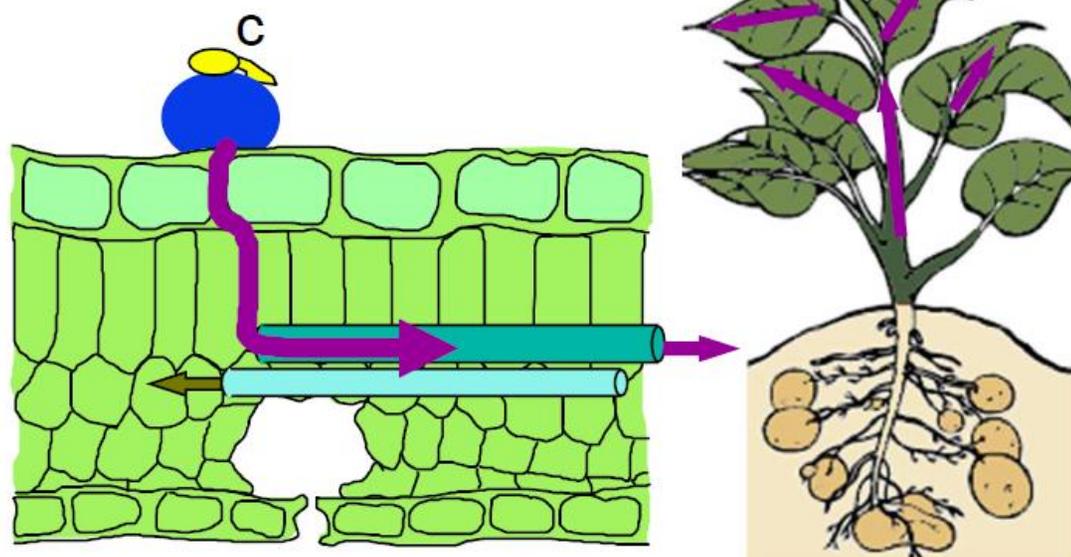
Conclusions : pénétrants et translaminaires/diffusants (système locale).

- Attention au développement de la résistance pour les groupes 11 en particulier.
- **Résistance au lessivage de moyenne à très bonne selon les produits.**
- **Produits adaptés en cas de pression moyenne à forte.**
- Seuls Tanos; Curzate ont un effet rétroactif de 24-48 h après l'infection.
- Effet rétroactif du *Presidio* à fouiller
- **Ne pas utiliser de produit contenant du Cymoxanil en préventif : juste en retard de traitement ou en curatif !**

Mode d'action des produits ascendants



T ————— T
7 jours à 10 jours



- Durée d'action longue
- Peu lessivable
- Protection des pousses néoformées



Risque important de résistance (unisite)

T = traitement
c = contamination

 Contact
 Ascendant à diffusion acropétale

Source:

Systémique à diffusion ascendante (mobile dans le xylème, diffusion acropétale/diffusion vers les extrémités)

Nom du produit	Molécule(s)	Groupe chimique	IRS	IRE	Pluie nécessaire pour lessivage
Ridomil® (et systémique complet ?) + Contact	Métalaxyl	4	231	26	100 mm Très résistant
Presidio® 4 SC	Fluopicolide*	43	78 (292 ml/ha)	74	100 mm Très résistant
Orondis® Ultra	Oxathiapiproline*	49	4 (350 ml/ha)	20	100 mm Bonne résistance
Zampro®** + ajout adjuvant de dispersion/pénétration	Amétoctradine (contact/pénétrant ascendant) + Diméthomorphe** (translaminaire)	45 + 40	15 (1 L/ha)	37	100 mm Bonne résistance

* Fluopicolide et Oxathiapiproline ont aussi des propriétés translaminaires

** Zampro a aussi une action translaminaire selon certains sites

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Ridomil®	<ul style="list-style-type: none"> • Pénètre rapidement (1h) • Répression pourriture rose et aqueuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Unisites (résistance très rapide) • US8 est résistante, pas US23, donc attention • Produit à mettre avec un contact
Orondis® Ultra (Oxathiapiproline)	<ul style="list-style-type: none"> • Systémie ascendante (partielle seulement) • Durée de protection longue : 10 jours • Effet curatif (dans le Revus uniquement) 	<ul style="list-style-type: none"> • Préciser l'effet curatif, jusqu'à quel point ?
Zampro®	<ul style="list-style-type: none"> • Translaminaire et systémique ascendant seulement • Effet curatif (dans le diméthomorphe uniquement) 	
<p>Conclusions</p> <ul style="list-style-type: none"> • Longue durée d'action • Peu lessivables • Nouvelles pousses sont protégées 		

Systemique complet
(diffusion ascendante (xylème) et descendante (phloème),
diffusion acropétale et basipétale)

Nom du produit	Molécule(s)	Groupe chimique	IRS	IRE	Pluie nécessaire pour lessivage
Confine Extra/Rampart	Sels monopotassiques et dipotassiques de l'acide phosphoreux	33	5	1	100 mm (Très résistant)
Phostrol	Phosphates monobasique et dibasique de sodium, de potassium et d'ammonium	P07	5	1	100 mm (Très résistant)

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
Confine Extra/Rampart Phostrol	<ul style="list-style-type: none"> • Les feuilles qui sortent après l'application sont protégées • Rentrent rapidement dans la plante • Très résistants au lessivage • Accumulation dans tubercules • Protège les tubercules de la pourriture Rose et du mildiou • Répression <i>Alternaria</i> (Phostrol seulement) • Faible toxicité sur la santé et l'environnement 	<ul style="list-style-type: none"> • Confine® : Phyto ? (stress sur la plante, volume d'eau) • ATTENTION aux mélanges avec d'autres systémiques • Ne pas croire que le produit n'est pas lessivable • Plusieurs applications pour protéger tubercules • Doses larges pas faciles à suivre • Très systémiques, mais rémanence de 7-10 jours pas plus (évaluer conditions) • Confine Extra : pas recommandé pour les producteurs de semences • Débat sur l'efficacité sur feuillage (ne pas sauter aux conclusions trop vite)

Conclusions

- Très systémiques, rentrent très rapidement dans la plante.
- Très résistants au lessivage.
- Bonne protection des tubercules (mildiou, pourriture rose, tache argentée).
- Faiblement toxiques.
- Efficacité sur mildiou du feuillage à éclaircir.
- Attention à la phyto.

Éliciteur de la défense des plantes (stimule les défenses)

Induction du mécanisme naturel de défense de la plante (résistance systémique acquise) (RSA)

Nom du produit	Molécule	Groupe chimique	IRS	IRE	Pluie nécessaire pour lessivage
LifeGard® WG (idem pour Stargus)	Isolat J de <i>Bacillus mycoïdes</i>	-	5	1	10 mm
Phostrol	Phosphates monobasique et dibasique de sodium, de potassium et d'ammonium	P07	5	1	100 mm (Très résistant)

Nom du produit	Avantage(s)	Inconvénient(s)
LifeGard® WG Stargus®	<ul style="list-style-type: none"> • Agent biologique • Pas de résistance 	<ul style="list-style-type: none"> • 3 à 5 jours pour atteindre le niveau de protection (la bactérie doit coloniser la surface de la plante) • Données insuffisantes pour l'efficacité • 2-3 applications pour obtenir une protection optimale ?

Conclusions : <ul style="list-style-type: none"> • Pas (peu) de toxicité 	Conclusions : LifeGard® et Stargus®: <ul style="list-style-type: none"> • Traiter en prévention, uniquement quand pression très faible et en début de saison (remplacement des produits chimiques), non recommandé en cas de pression forte et/ou si mildiou est présent. • Possibilité de mettre en mélange avec un chimique. • Efficacité à préciser dans conditions d'infestations avérées en parcelles expérimentales (très difficile à faire).
--	---

Conclusions

- Pour savoir quoi utiliser, quand et comment, il faut obligatoirement connaître les fongicides dont nous disposons.
- La meilleure façon d'en assurer la pérennité et d'en protéger l'efficacité, c'est de traiter quand c'est nécessaire.
- Importance de traiter selon les bons paramètres (Khalil Al-Mughrabi, 2020).
- **Facteurs affectant l'efficacité des traitements contre le mildiou de la pomme de terre**
 1. Timing d'application
 2. Volume: 230 l/ha (mais lire les étiquettes, Contact *versus* systémiques, climat)
 3. Buses: Fine à medium
 4. Changer les buses tous les ans
 5. Pression: 100 psi (690 kpa)
 6. Bien "primer." Le pulvérisateur avant de débiter
- Choix du produit selon la météo (temps sec/risques de pluie, niveau de risques de développement de la maladie et de la culture)