

# Le mildiou de la PDT- pomme de terre et tomate bio



Denis Giroux, agr  
Réseau de lutte intégrée Bellechasse  
Club agro en horticulture  
Webinaire MapaQ, 3 avril 2024

*Phytophthora infestans*, une maladie importante  
- symptômes sur la feuille



*Phytophthora infestans*, une maladie importante  
- symptômes sous la feuille



Photo: Nadia Surdek

# Une maladie importante

- S'attaque aux tubercules
- Spores qui partent du feuillage et tombent au sol



Photos: Patrice Thibault

# Une maladie importante

- Attaque la tomate
- Cycle complexe et difficilement prévisible
- Source locale de la maladie
- Pas d'éradiquant
- Une merveille de la nature!
- Différents noms:
  - Mildiou
  - Brûlure tardive
  - Late blight
  - Phytophthora



- Texte de Vincent Philion dans un bulletin RAP de 1999:
  - <https://www.agrireseau.net/references/21/PDT/Archives/b07pdt99.pdf>

## La grande famine en Irlande au 19<sup>e</sup> siècle, une catastrophe meurtrière

▶ Écouter le segment 23 min | Écouter

Aujourd'hui l'histoire



Le père Mathew visite une famille durant la grande famine d'Irlande, vers 1845.  
PHOTO : Getty Images / Hulton Archive

PUBLIÉ LE 19 JANVIER 2018

<https://ici.radio-canada.ca/ohdio/premiere/emissions/aujourd-hui-l-histoire/segments/entrevue/55133/grande-famine-irlande-19e-siecle-grande-bretagne-laurent-colantonio>

## Grande famine irlandaise

60 langues

Sommaire mesquer

Article Discussion

Lire Modifier Modifier le code Voir l'historique Outils

### Début

Contexte

Une catastrophe de grande ampleur

Responsables anglais impliqués

Conséquences

▼ La Grande Famine dans les arts

Littérature

Musique

Cinéma et télévision

Notes et références

▼ Annexes

Bibliographie

Articles connexes

Liens externes

La **grande famine irlandaise**, ou localement la **Grande Famine** (en irlandais : *An Gorta Mór* ou *An Drochshaol* ; en anglais : *The Blight*, *The Irish Potato Famine* ou *The Great Famine*), est une *famine* très importante survenue en Irlande entre 1845 et 1852.

Cette catastrophe fut en grande partie le résultat de cinquante années d'interactions désastreuses entre la politique économique impériale britannique, des méthodes agricoles inadéquates et l'apparition du mildiou sur l'île. À l'époque, le mildiou anéantit presque intégralement les cultures locales de pommes de terre, qui constituait la nourriture de base de l'immense majorité de la population, la paysannerie irlandaise.

### Contexte

La révolte des catholiques irlandais en 1649 contre Oliver Cromwell entraîna une répression brutale et la mise en place des *Lois pénales* destinées à les discriminer. Parmi cette série de mesures, la *loi sur le papisme* instituait que les terres des catholiques, au lieu d'être transmises au fils aîné, devaient être divisées entre tous les fils d'une même famille, ce qui entraîna un découpage des héritages, une baisse importante de la taille des exploitations agricoles et une vulnérabilité croissante de leurs exploitants.

Pour subsister, les Irlandais commencèrent à pratiquer principalement la culture de la  *pomme de terre*  – tubercule nourrissant et ne nécessitant que peu d'espace pour être cultivé. Par ailleurs, beaucoup de paysans n'étaient pas propriétaires de leurs terres et devaient payer un  *fermage*  à un  *landlord*  protestant et britannique. La plupart des terres (95 %) appartenaient à quelques milliers de familles, généralement protestantes<sup>[réf. souhaitée]</sup> .

Au début du xx<sup>e</sup> siècle, la relative prospérité des campagnes avec un climat d'été permettant à une parcelle de nourrir une famille de manière correcte et la population qui, en 1801, se situait entre quatre et cinq millions d'habitants, passa à neuf millions quarante ans plus tard. Dès lors, les parcelles se révélèrent trop petites pour nourrir une famille.

### Une catastrophe de grande ampleur

En 1845, provenant d'Europe continentale, le mildiou, un oomycète parasite appelé *Phytophthora infestans*, allié à l'humidité du climat, provoqua une forte chute, de l'ordre de 40 %<sup>[réf. souhaitée]</sup> , de la production de pommes de terre et entraîna une famine d'une grande ampleur, alors qu'un tiers de la population dépendait exclusivement de la pomme de terre pour se nourrir<sup>[réf. souhaitée]</sup> . Le phénomène était suivi de près dans les milieux agricoles, jusqu'aux États-Unis, où en septembre 1845, le journal *American Farmer*

**Grande famine irlandaise**  
ou  
**Grande Famine**

Skibberon en 1847 par l'artiste originaire de Cork James Mahony (en) (1810-1879), publié par The Illustrated London News, en 1847.

<b>Pays</b>	<span><span><span></span></span><span> </span></span> Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande
<b>Période</b>	1845-1852
<b>Victimes</b>	1 million
<b>Conséquences</b>	Changement permanent de la démographie, de la politique et de la culture du pays

modifier

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Grande\\_famine\\_irlandaise](https://fr.wikipedia.org/wiki/Grande_famine_irlandaise)

# Dans l'histoire récente: maladie souvent présente

Bref historique des cas de mildiou (Qc et Chaudière-Appalaches) (non exhaustif)			
Année	1er cas	Activité en saison	Remarques
2013-2014	mi août	faible	observés à des sites qui avaient cessé de traiter
2011	fin août	surtout sites bios	pluies importantes de la fin août la mi-septembre (Irène), pertes de récolte
2008 et 2009	fin juillet	modéré	le temps sec d'août a ralenti la progression ou arrêté la maladie
2004	12 juillet	élevé	quelques champs défanés en juillet, perte de récolte en bio
1994, 96 et 98	mi-fin juillet	modéré	fin de l'efficacité du métalaxyl (ridomil) comme éradicant (US8 A2)

# Stratégies en régie bio

- Utiliser des semences saines
  - aucun avantage à utiliser sa propre semence de PDT (virus, champignon, etc)
  - Interdit par la loi sur les pommes de terres si > 1 ha
- Utiliser une variété hâtive (PDT)
  - Produit un rendement tôt en saison (mi-août): récolte possible même si le champ doit être fauché à cause de la maladie
- Variétés tolérantes (ou résistantes?)
  - L'état des connaissances est assez rudimentaire
- Rotation de cultures
- Détruire les volontaires et gérer les rebuts... surtout en 2024!



# Stratégies en régie bio

- Éviter de surfertiliser en azote (compost, fumier, précédent cultural)
  - Difficile d'estimer les quantités apportées
- Protéger la culture avec des fongicides
- Faucher le feuillage au ras du sol si la maladie apparaît (PDT)
  - Urgence d'agir varie selon les conditions météo
- Application de cuivre au sol après la tonte si la maladie est présente (PDT)
  - Si pour récolte d'automne ou entreposage
- Vérifier souvent les tomates récoltées, la maladie peut se développer après la récolte

# Stratégies en régie bio

Types de fongicides	Conventionnel	Bio
stimulateurs de défense	+	+
contacts (protectants)	+	+
systemiques protectants	+	-
systemiques-curatifs arriere-effet post infection <sup>1</sup>	+	-
systemiques curatifs anti-sporulant <sup>2</sup>	+	-
éradicants	-	-

note 1: effet curatif après une période propice à l'infection mais avant la sortie des symptômes

note 2: effet curatif après la sortie des symptômes mais sans éradication de la maladie

Choix du traitement - Application terrestre, En champ

Pomme de terre

Info produit						Risques pour la santé <sup>1</sup>			Risques pour l'environnement <sup>2</sup>					Mildiou ( <i>P. infestans</i> )		
Produits commerciaux	Matières actives (groupes de pesticides)	Période d'intervention	Doses	DS	DAAR	IRS	Mammifères (incluant l'humain)		IRE	Espèces non ciblées			Devenir et comportement			
							Toxicité aiguë	Effets à long terme		Organismes aquatiques	Oiseaux	Abeilles	Persistance		Mobilité	
<b>STARGUS</b> BIO	Bacillus amyloliquefaciens (souche F727) (BM 02)	Pend. crois.	8 à 10 L/ha	4 h	0 j	5**	▼ <sup>a</sup>	○ <sup>a</sup>	1**							R
<b>LIFEGARD WG</b> BIO	Bacillus mycooides isolat J (P 06)	Pend. crois.	70 à 333 g/ha	4 h	0 j	5**	◆ <sup>a</sup>	○ <sup>a</sup>	ND <sup>†</sup>		○					R
<b>KOCIDE 2000-O</b> BIO	cuivre (hydroxyde de) (M 01)	Pend. crois.	0,8 à 1,6 kg/ha	48 h	48 h	29	◆	○	132	◆	▼	○	É	F		S
<b>COPPERCIDE WP</b> BIO	cuivre (hydroxyde de) (M 01)	Apr. défan.	3,4 kg/ha	48 h	24 h	90	◆	○	132	◆	▼	○	É	F		R
<b>KOCIDE 2000-O</b> BIO	cuivre (hydroxyde de) (M 01)	Apr. défan.	2,4 kg/ha	48 h	48 h	37	◆	○	ND <sup>†</sup>	◆	▼	○	É	F		R
<b>PARASOL WG</b> BIO	cuivre (hydroxyde de) (M 01)	Apr. défan.	3,4 kg/ha	48 h	48 h	45	◆	○	132	◆	▼	○	É	F		R
<b>CUEVA COMMERCIAL</b> BIO	cuivre (octanoate de) (M 01)	Pend. crois.	2,35 à 18,8 L/ha	4 h	24 h	ND <sup>†</sup>	⚠	○	ND <sup>†</sup>							S
<b>CUIVRE EN VAPORISATEUR</b> BIO	cuivre (oxychlorure de) (M 01)	Pend. crois.	4 kg/ha	48 h	48 h	118	◆	○	90	▼	▼	○	É	F		S
<b>CUIVRE 53W</b> BIO	cuivre tribasique (sulfate de) (M 01)	Pend. crois.	5,5 kg/ha	48 h	48 h	38	⚠	○	196	▼	▼	○	É	F		S
<b>TIMOREX GOLD</b> BIO	huile de melaleuca (BM 01)	Pend. crois.	2,25 L/ha	4 h	48 h	ND <sup>†</sup>	▼	○ <sup>a</sup>	ND <sup>†</sup>			○				R



# tomate

 Modere  
 Léger  
 Faible  
[Signification des symboles de risque](#)

Groupes de résistance	Produit commercial ou série	Matières actives	Délais de réentrée	Délais avant la récolte	Risques pour la santé *			Risques pour l'environnement **					Info traitement	
					IRS	Mammifères (incluant l'humain)		IRE	Espèces non ciblées			Devenir et comportement		
						Toxicité aiguë	Effets à long terme		Organismes aquatiques	Oiseaux	Abeilles	Persistance		Mobilité
BM 02	STARGUS 	Bacillus amyloliquefaciens (souche F727)	4 h	0 j	5 <sup>tt</sup>			1 <sup>tt</sup>						
P 06	LIFEGARD WG 	Bacillus mycooides isolat J	4 h	0 j	5 <sup>tt</sup>			ND <sup>†</sup>						
BM 02	TAEGRO 2 	Bacillus subtilis var. amyloliquefaciens (souche FZB24)	0 h	0 h	5 <sup>tt</sup>			1 <sup>tt</sup>						
M 01	KOCIDE 2000-O 	cuivre (hydroxyde de)	48 h	48 h	38			132				Élevée	Faible	
M 01	CUEVA COMMERCIAL 	cuivre (octanoate de)	4 h	24 h	ND <sup>†</sup>			ND <sup>†</sup>						
M 01	CUIVRE EN VAPORISATEUR 	cuivre (oxychlorure de)	48 h	48 h	118			90				Élevée	Faible	
M 01	CUIVRE 53W 	cuivre tribasique (sulfate de)	48 h	48 h	38			196				Élevée	Faible	
BM 01	TIMOREX GOLD 	huile de melaleuca	4 h	48 h	ND <sup>†</sup>			ND <sup>†</sup>						
P 05	REGALIA MAXX 	Reynoutria sachalinensis	4 h	0 j	5 <sup>tt</sup>			1 <sup>tt</sup>						

\* Les symboles de risque sont basés sur l'effet le plus critique de la matière active alors que l'IRS représente une appréciation globale du risque de la préparation commerciale. Il est recommandé de consulter la fiche santé afin de pouvoir apprécier le risque d'une manière précise.

# Facteurs qui influencent l'efficacité des produits cuivrés

- 1- L'efficacité des produits cuivrés est d'abord liée à la quantité de cuivre métal
- 2- ensuite à la finesse des particules
  - Cueva et parasol sont vendus comme étant avec « les plus petites particules et les plus uniformes »



Figure 2. Leaf coverage improves with smaller particles of copper fungicide.

## Quantité de cuivre selon les formulations

Type de cuivre	Formule chimique	Produit commercial	% cuivre métal	Dose PDT produit/ha	Cu <sup>2+</sup> appliqué g/ha ou kg/ha	Dose tomate et Cu <sup>2+</sup>
Hydroxyde de cuivre	Cu(OH) <sub>2</sub>	<u>PARASOL WG (finesse)</u>	50,0	1,1-2,5 kg (foliaire avec mancozèbe)	0,55-1,25 kg	2,25 kg/ha (1,12 kg)
		<u>COPPERCIDE WP</u>		3,4 kg (au défanage)	1,7 kg	
		<u>KOCIDE 2000-O</u>	35,0	0,8-1,6 kg (foliaire) 2,4 kg (au défanage)	280-560 g 840 g	2,24-2,52 kg/ha (1,12-1,26 kg)
Oxychlorure de cuivre	Cu <sub>2</sub> Cl(OH) <sub>3</sub>	<u>CUIVRE EN VAPORISATEUR</u>	50,0	4,0 kg	2,0 kg	3-4 kg/ha (1,5 à 2,0 kg)
Sulfate de cuivre basique	CuSO <sub>4</sub> .3Cu(OH) <sub>2</sub>	<u>CUIVRE 53W</u>	53,4	3,8 kg	2,0 kg	4,0-4,5 kg/ha (2,1-2,4 kg)
Octanoate de cuivre	C <sub>16</sub> H <sub>30</sub> CuO <sub>4</sub>	<u>CUEVA (finesse)</u>	1,8	2,5L dans 500L d'eau (0,5%)- 20,0L dans 1000 L d'eau (2%)	45-360 g	idem

# Autres produits

- Lifegard WG: *Bacillus mycooides*
  - Agit comme stimulateur de défense naturelle
    - Mécanisme de résistance systémique acquise
  - Homologué aussi pour d'autres maladies
  - À utiliser lorsque la pression de la maladie est faible
- Stargus: *Bacillus amyloliquefaciens* souche F727
  - Agit comme fongicide
  - Même genre et espèce que Double Nickel mais souche D747
  - Homologué aussi pour d'autres maladies
- Taegro 2: *Bacillus subtilis amyloliquefaciens* souche FZB24
  - Agit comme fongicide
  - Homologué aussi pour d'autres maladies

# Quand commencer à traiter?

- On travaille préventivement!
  - Avant une période d'infection
- Analyse et jugement du conseiller et du producteur
  - Dépistage, état de la situation régionalement, etc
- Conditions météo: compiler la pluviométrie à la ferme
- Développement végétatif
- Variété?
  - Une variété tolérante devrait être moins à risque
  - Influence peu la décision de traiter ou non

# Protection en cours de saison

- Pourquoi répéter les traitements?
  - La pluie qui délave les fongicides
  - Les nouvelles pousses suite à un traitement ne sont pas protégées
  - Risque présent toute la saison selon les conditions météo
  - Aucun éradiquant pour arrêter la maladie
  - On veut avoir un rendement
  - On veut éviter d'être une source de contamination pour d'autres champs

# Le dépistage

- Rien ne remplace encore l'œil humain...
- Essentiel pour connaître l'état de la situation
- Permet d'établir la stratégie d'utilisation de fongicides
- Identification précoce au champ
- S'assurer de l'identification!
  - Foyer de mildiou vs dégât de foudre!



Dégât par la foudre

photo: Nadia Surdek

# Quel risque en 2024?

- Ça dépend...
- Les historiques de grosses années ne sont pas nécessairement suivis par une saison où le mildiou de la pomme de terre est présent
  - Exemple pour Qc et Chaudière-App:
    - 2004: présence importante
    - 2005: pas observé
- Conditions météos:
  - Hiver 2023-24: peu de neige, plusieurs épisodes de gel et dégel du sol
    - Décomposition des tubercules dans le sol
  - Conditions météos de la saison 2024: LE facteur déterminant pour le risque et pour établir la stratégie de protection de la culture
- Les repousses au champ à éliminer!

# Réglage du pulvérisateur

- Essentiel à faire:
  - Connaître le volume d'eau nécessaire pour la superficie à traiter
  - Éviter de manquer ou d'avoir trop de bouillie
  - Voir si des lacunes sont présentes sur le pulvérisateur
    - Uniformité des jets (débit, même # de jet, etc)
    - Usure des jets
    - Propreté des jets, des filtres
    - Pression d'utilisation
  - Avoir une couverture uniforme de la superficie à traiter
  - Avoir une couverture uniforme des plants (sur et sous le feuillage)

# Réglage du pulvérisateur

- à main ou sur tracteur

- Trois choses:
  - Une quantité de pesticide
  - Dans un volume d'eau
  - Sur une superficie donnée
  
- Quelques notions de base
  - Travailler en métrique!
  - Ex.: 1 hectare (ha) = 10 000 mètres carrés = 100 m X 100 m
  - Ex.: 1 mètre cube = 1000 litres = 1000 kg (eau)
  - Ex.: 1 kg = 1000 grammes
  - Travailler avec l'unité appropriée (0,001 litre/0,01 ha!!!)



# Réglage du pulvérisateur

- quantité de pesticide

- Quantité de pesticide
- Selon la dose de l'étiquette
  - Ex.: 2 kg /ha
  - Ex.: 2% de dilution à 500 litres/ha

# Réglage du pulvérisateur

- dans un volume d'eau

- Volume d'eau
  - Réglage du pulvérisateur
- Facteurs qui font varier le volume d'eau/ha
  - Vitesse d'avancement
  - Débit des jets:
    - Spécifications des jets; ex.: 11002 = angle 110° et débit 02
    - Un jet 11004 a deux fois plus de débit qu'un 11002
    - Il faut mesurer le débit des jets du pulvérisateur
  - Pression d'opération (bar ou PSI):
    - 1 bar = 15 PSI
    - Fonction du type de pesticide
    - Doubler la pression ne double pas le débit
  - Espacement entre les jets (pulvé sur tracteur)

Débitmètre Spoton  
Source: Harjo

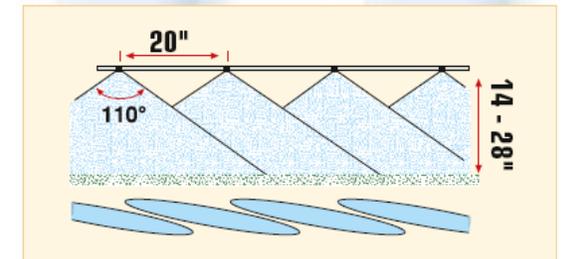
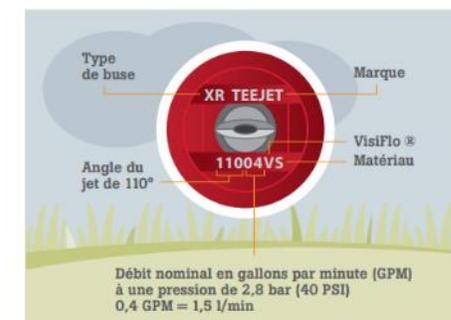


FIGURE 1 - Désignation des buses



Se référer aux catalogues des manufacturiers pour connaître la signification des symboles.

TABLEAU 1 - Couleur des buses et débit correspondant, à une pression de 2,8 bar

COULEUR DES BUSES	DÉBIT DES BUSES l/min à 2,8 bar (GPM à 40 psi)
Orange	0,38 (0,10)
Vert	0,56 (0,15)
Jaune	0,75 (0,20)
Violet	0,94 (0,25)
Bleu	1,13 (0,30)
Rouge	1,50 (0,40)
Brun	1,88 (0,50)
Gris	2,25 (0,60)
Blanc	3,00 (0,80)

# Réglage du pulvérisateur

- sur une superficie donnée

- Superficie de référence: hectare (ha) ou mètres carrés
- Mesure de superficie:
  - Plan de ferme
  - GPS
  - Outils: roue à mesurer, galon à mesurer
  - Nombre de rangs X espacement entre les rangs X longueur de rangs
  - Au pas
- Assez souvent, on a la longueur du champ avec le plan de ferme mais s'il y a plusieurs cultures dans le même champ, il faut mesurer la largeur de chaque culture pour calculer la superficie de chaque culture
  - Ex.: longueur de champ de 100 mètres et une largeur mesurée au pas de 20 mètres = 2000 mètres carrés = 0,2 ha

# Réglage du pulvérisateur

- à main ou sur tracteur

- Trois choses:
  - Une quantité de pesticide dans un volume d'eau sur une superficie donnée
- Exemple: pulvérisateur sur tracteur
  - Réglage du pulvérisateur: 450 litres/ha
  - Parasol WG: 2,5 kg/ha
  - → 2,5 kg dans 450 litres d'eau pour 1 ha
- Exemple: pulvérisateur à main
  - Réglage du pulvérisateur: 7 litres/100 mètres carrés → 700 litres/ha
  - Parasol WG: 2,5 kg/ha = 2500 grammes/10 000 mètres carrés = 25 grammes/100 mètres carrés
  - → 25 grammes dans 7 litres d'eau pour 100 mètres carrés

# Conclusion

- en régie bio

- Ne pas utiliser de pesticides est un objectif louable
  - pas toujours possible si on veut avoir une récolte
- Nécessaire pour le producteur de connaître le risque associé aux ravageurs dans ses cultures
- Nécessaire de distinguer les causes des différents problèmes au champ par le dépistage (carences, désordres, maladies, dégâts d'insectes)
- Se tenir au courant de l'état de la situation
  - RAP (Réseau d'avertissement phytosanitaire du MAPAQ)
- Penser travailler préventivement avec les maladies (pas d'éradicants)
- Ne pas étirer l'élastique avec ces trois mildious