

Le contrôle le plus efficace contre le Mildiou : la résistance naturelle

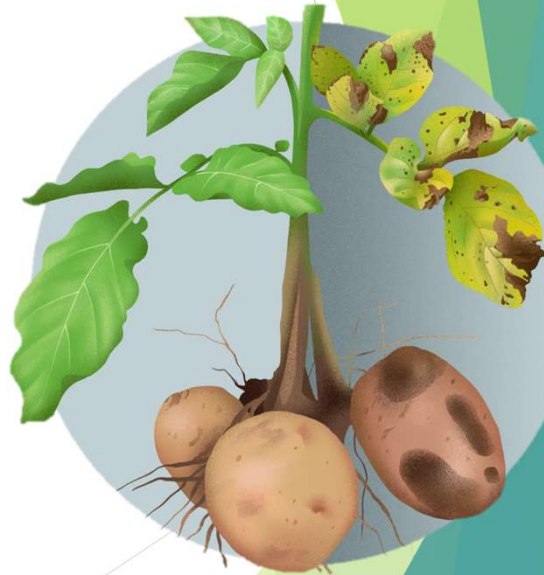
Kristine Naess et Amina Abed
21 mars 2024

Mildiou ... la prévention avant tout

- Pratiques culturales : rotation et suppression des mauvaises herbes de la famille des solanacées
- Assainissement : utilisation de semences saines et certifiées
- Désinfection de l'équipement et la machinerie provenant d'autres fermes
- Surveillance et dépistage pendant la saison de culture
- Traitements fongicides en respectant la dose et les recommandations
- Utilisation de variétés résistantes au mildiou

Les niveaux de résistance au mildiou

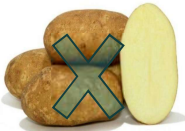
- **Très résistante**
10 % de la superficie totale des feuilles sont infectées
- **Résistante**
25 % de la superficie totale de la plante est infectée
- **Modérément résistantes**
50 % de la superficie totale de la plante est infectée
- **Sensible**
75 % de la superficie totale de la plante est infectée
- **Très sensible**
Les feuilles de la plante entière sont infectées et la plante est morte



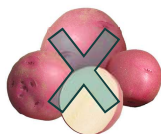
Adaptée de l'échelle Malcolmsen (Cruickshank et al. 1982)

Variétés produites au Québec *Dix variétés vedettes*

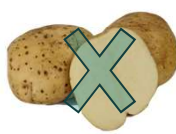
GOLDRUSH



CHIEFTAIN



ENVOL



COLOMBA



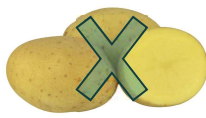
NORLAND



SUPERIOR



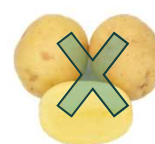
VIVALDI



VOLARE



ACTRICE



RUSSET BURBANK



CRPTO

Variétés produites au Canada (top 50) *Variétés résistantes*

CIKLAMEN



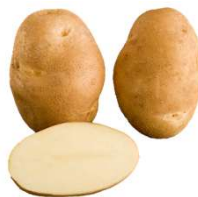
KENNEBEC



ANOUK



INNOVATOR



PENNI



CRPTO

Variétés produites au Canada (top 50) *Modérément résistantes*

SATINA



VOLARE



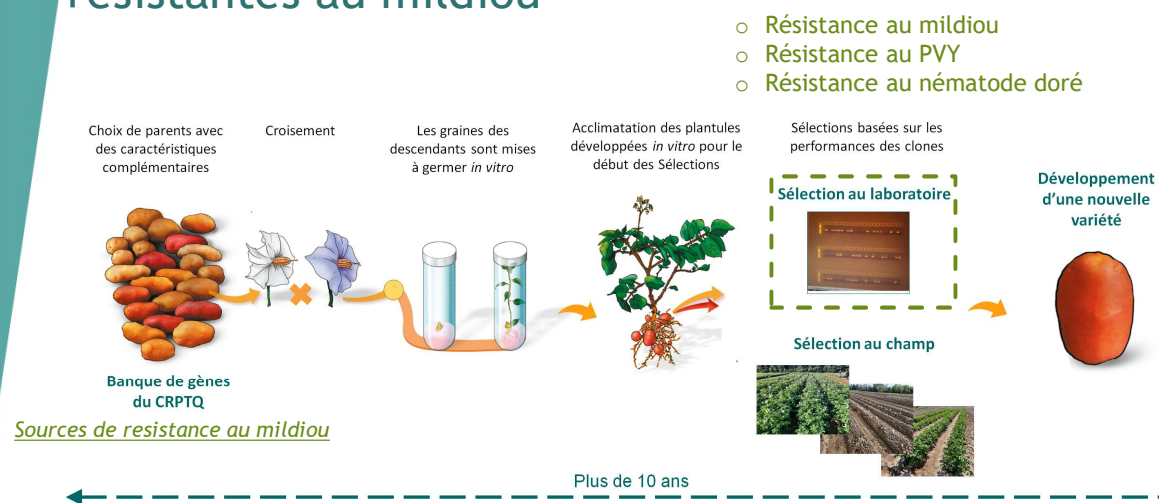
CRPTO

Variétés résistantes au mildiou

Peu ou pas produites au Canada

Variété	Représentant	Disponible	Resistance
Connect	Solanum International Inc.	Alberta	Très bonne
Kelly	-	Pas encore	Très bonne
Twister	Parkland Seed Potatoes Ltd.	Pas encore	Très bonne
AC Brador	-	Canada gene bank	Bonne
Dorita	Public	Canada gene bank	Bonne
Elba	Public	Canada gene bank	Bonne
Mackinaw	-	Alberta	Bonne
Miss Malina	-	Alberta	Bonne
Natascha	-	Saskatchewan	Bonne
Olga	Public	-	Bonne
Payette Russet	-	Alberta	Bonne

Effort du CRPTQ pour développer des variétés résistantes au mildiou



Adapté de : <https://www.gnss-pedagogie.org/sujet/principes-objectifs-selection-plantes/>

CRPTQ

Sources de résistance au mildiou

Les espèces de pommes de terre sauvages constituent un bassin génétique précieux pour trouver des gènes résistants au mildiou

Solanum demissum.

Onze gènes de résistance
présentant
une résistance souche
spécifique (*R1* to *R11*)



Solanum bulbocastanum

Quatre gènes de résistances présentant une
résistance à large spectre au mildiou : *Rpi-*
B1b1/IRB, *Rpi-blb2*, *Rpi-blb3*, *Rpi-apbt*



<https://www.cultivariable.com/instructions/potatoes/how-to-grow-wild-potatoes>, Paluchowska et al 2022

CRPTQ

Programme de développement variétal du CRPTQ *Nouvelles variétés résistantes au Mildiou*



"CRPTQ Coravi" : Hâtive (82 jrs), ronde rouge avec chair blanche, résistance contre le nématode à kyste doré et le mildiou et tolérante à la gale commune



QP09004.01 : Ronde mauve à chair blanche, résistance contre le nématode à kyste doré et résistante au mildiou.



QP05048.22 : Ronde jaune à chair jaune, résistante au mildiou



QP12111.10 : Oblongue mauve à chair jaune, résistante au mildiou, sélectionnée sous conditions de culture biologique

CRPTQ

Projet de recherche en collaboration avec le CRPTQ Sème l'avenir, Université Bishops et l'Université de Sherbrooke

Catégorie de spécialité (niche)

*Développement de cultivars de pommes de terre adaptés à l'agriculture biologique et résistants au *Phytophthora infestans* par l'utilisation de marqueurs moléculaires dans un processus de sélection végétale participative
(InnovAction - MAPAQ)*

Prémisse

- Absence de traitement efficace contre le mildiou en production biologique
- Très peu de variétés résistantes au mildiou sont disponibles parmi les variétés niches
- Les variétés sélectionnées sous régie conventionnelle seront moins adaptées que celle sélectionnées sous régie biologique.

CRPTQ

Projet de recherche en collaboration avec le CRPTQ *Catégorie de spécialité (niche)*

Objectif

- Développer des variétés résistantes au mildiou adaptées à la production biologique
- Cibler le marché à chair coloré (choix des producteurs)
- Utiliser le marqueur génétique du gène RB dès la première année au champ.



CRPTQ

Quelques Références:

Paluchowska P., Śliwka J., and Yin Z. (2022) Late blight resistance genes in potato breeding. *Planta*. 2022 May 16;255(6):127. doi: 10.1007/s00425-022-03910-6. PMID: 35576021; PMCID: PMC9110483.

Tiwari, J.K., Siddappa, S., Singh, B.P., Kaushik, S.K., Chakrabarti, S.K., Bhardwaj, V. and Chandel, P. (2013), Molecular markers for late blight resistance breeding of potato: an update. *Plant Breed*, 132: 237-245. <https://doi.org/10.1111/pbr.12053>

Weiya X, Haynes K G, and Qu X (2021) [Resistance to *Phytophthora infestans* Clonal Lineage US-23 in Potato Cultivars and Its Relationship with Early Blight Resistance and Tuber Yield](#) *Plant Disease* 2021 105:12, 3956-3966



Canada Québec 

Nous vous remercions

Le contrôle le plus efficace contre le Mildiou : la résistance naturelle

La prévention avant tout

Comme pour d'autres problèmes fongiques ou autre, il y a plusieurs mesures préventives importantes pour aider à contrôler le mildiou, des mesures que vous utilisez certainement tous dans votre production de pomme de terre et qui sont le sujet des autres présentations du webinaire.

L'utilisation de variétés résistantes au mildiou est aussi une mesure préventive contre cette maladie, mais beaucoup moins courante ici au Québec et ailleurs au Canada.

Les niveaux de résistance au mildiou

La résistance au mildiou dans la pomme de terre est quantitative : ça veut dire, il n'y a pas d'immunité contre la maladie. On dit qu'une variété est très résistante quand 10% ou moins de la superficie de la plante est affecté par des lésions à la fin de la saison- et résistante quand moins de 25% sont atteints.

À l'autre extrémité du spectre, les variétés les plus sensibles vont être complètement détruites par la maladie, et ça, en très peu de temps – des fois juste quelques semaines dans des conditions idéales pour le mildiou.

La résistance est quantitative et elle est aussi compliquée par l'interaction important entre les gènes de résistance de la variété de pommes de terre et les gènes de virulences des divers pathotypes du mildiou.

Donc avec cette échelle de 1 à 5 sur la résistance, modifié de l'échelle de Malcolmson, - on peut essayer de classer nos variétés de pomme de terre au Québec et au Canada selon leur niveau résistance.

10 variétés populaires au Québec

Ici nous avons 10 variétés vedettes au Québec selon les données sur les semences certifiées produites au Canada en 2022.

Lesquelles entre eux ont une résistance au mildiou?

Dans des essais de presque 220 variétés de pommes de terre au Michigan en 2016 et 2017 avec la souche de mildiou US23, la souche d'actualité aussi au Québec en 2023, cinq de nos variétés vedettes se classe dans le groupe 5 : les plus sensibles de toutes les variétés en essais : soit Chieftain, Envol, GoldRush, Norland, et Superior. Russet Burbank était un peu plus résistante dans ces essais, ça veut dire elle était seulement à moitié morte.

D'autres variétés

D'autres variétés européennes qui sont des variétés plus récentes comme Actrice, Colomba et Vivaldi, sont elles aussi sensibles au mildiou, selon des données dans la littérature. Seule variété parmi nos variétés vedettes avec une résistance au mildiou c'est la variété Volare, avec une résistance modérée selon la littérature.

Volare, c'est une variété hâtive, ronde blanche qui a été développée par Agrico aux Pays-Bas en 2012 - donc c'est assez récent comme variété.

Un de ses parents, White Lady- qui est une variété d'Hongrie, a aux moins trois gènes de résistance contre le mildiou.

Résistance top 50 au Canada

Ailleurs au Canada, Il y a aussi d'autres variétés assez populaires qui ont une résistance au mildiou dont la plupart sont des variétés européennes.

Parmi eux, on a la variété Innovator, qui est une variété de HZPC, ensuite; Ciklamen c'est une variété d'Hongrie. Elle est parenté avec White Lady donc il y a plusieurs gènes de résistance au mildiou possibles. C'est une variété propice au marché grelots- avec une belle peau rouge et une chair blanche.

Anouk et Penni sont des variétés à chair jaune, eux aussi propices au marché grelots. Finalement on a la bonne vieille variété, Kennebec, sorti en 1941. Kennebec avait une résistance modérée à la souche de mildiou US 23 dans les essais au Michigan.

Satina, Volare

Deux autres variétés avec des résistances modérées au mildiou dans le top 50 variétés de semences au Canada sont Satina et Volare.

Donc au total- sur le top 50 variétés de semences au Canada en 2022, il y avait seulement 7 qui étaient résistantes au mildiou et 6 de ces variétés sont des variétés Européens.

Variétés résistantes moins produites

Il y a aussi d'autres variétés moins produites qui sont intéressantes pour leur résistance au mildiou, dont trois variétés européennes plus récentes :

On a Connect et Twister, deux variétés à chair jaune, et on a Kelly, sorti en 2018 de Germicopa - c'est une variété pour le marché frites au moins en Europe- je ne sais pas si les critères sont les mêmes ici. Il se peut qu'on soit plus exigeant au Canada.

AC Brador – de AAC Fredericton a une très bonne résistance au mildiou, parmi les meilleurs- mais c'est une variété très tardive et elle n'est plus enregistrée au Canada.

CRPTQ

Le CRPTQ travaille sur le développement de variétés de pommes de terre résistantes au mildiou depuis vingt ans. Dans notre banque de gènes, nous avons plus de cinquante génotypes très résistants au mildiou et avec plusieurs gènes de résistances spécifiques sur des chromosomes différents.

Nous faisons des croisements complémentaires entre ces génotypes résistants et des variétés de pommes de terre connues pour leurs qualités agronomiques afin de développer de meilleures variétés résistantes.

Les graines de ces croisements sont germées *in vitro* afin de pouvoir faire une multiplication rapide des plantules et raccourcir la période de sélection. Pour certains gènes de résistance, nous utilisons des marqueurs génétiques pour dépister la présence des gènes dans les plantules- dont des marqueurs pour la résistance au mildiou, pour la résistance au PVY et aussi pour la résistance au nématode à kyste doré.

Tout le processus de sélection- à partir des croisements et via des essais de variétés au champ sur plusieurs sites et plusieurs années- jusqu' à la sortie d'une nouvelle variété prend au moins 10 ans- et souvent plus de 15 ans.

Source de résistance au mildiou

Les sources de résistance au mildiou se trouvent dans des espèces sauvages de la pomme de terre qui poussent dans le sud-ouest des États-Unis, au Mexique et en Amérique du Sud.

L'espèce la plus utilisée dans l'amélioration génétique de la pomme de terre pour sa résistance au mildiou est *Solanum demissum*- avec au moins 11 gènes de résistance connus.

Les gènes de résistance au mildiou de *Solanum demissum* sont spécifiques aux pathotypes de mildiou de façon gène pour gène. Chaque gène de résistance va reconnaître le gène de virulence correspondant dans le mildiou.

Une variété avec un seul gène de résistance de ce type ne sera pas résistante dans une région avec plusieurs pathotypes de mildiou. Beaucoup de nos anciennes variétés par exemple, était résistante contre le pathotype US1 mais elles ne sont plus résistantes maintenant, car d'autres pathotypes de mildiou ont remplacé le pathotype US1.

Une autre espèce qui est très résistante au mildiou c'est *Solanum bulbocastunum*. Le gène RB de cette espèce est très intéressant, car la résistance est à spectre large, ça veut dire, le gène est efficace contre beaucoup de pathotypes de mildiou, même au Mexique où il y a une diversité de pathotypes énorme.

Nouvelles variétés résistantes au mildiou

Voici quatre nouvelles variétés du CRPTQ qui ont démontré des niveaux de résistance intéressants dans des bio-essais de résistance au Québec.

Coravi est une variété hâtive, rouge à chair blanche. En plus d'une résistance au mildiou, Coravi a le gène H1 contre le nématode à kyste doré et a démontré une tolérance à la gale commune dans des essais en Ontario.

Les trois autres variétés ont été retenues suite à un projet participatif sous régie biologique.

Le QP09004.01 est une sœur de Coravi, ronde mauve à chair blanche, le QP05048.22 est une pomme de terre à chair jaune et le QP12111.10 est une pomme de terre mauve à chair jaune.

Projet de recherche

Nous sommes aussi impliqués dans un projet de recherche collaborative avec Sème l'avenir, l'Université Bishops et l'université de Sherbrooke

Développement de cultivars de pommes de terre adaptés à l'agriculture biologique et résistants au *Phytophthora infestans* par l'utilisation de marqueurs moléculaires dans un processus de sélection végétale participative
(InnovAction - MAPAQ)

Les Prémisses du projet c'est qu'il y a une absence de traitement efficace contre le mildiou en production biologique – on peut utiliser le mélange bordelais mais on risque d'avoir une accumulation trop importante de cuivre dans le sol donc ce n'est pas idéal.

Il y a aussi, comme on a vu, très peu de variétés résistantes au mildiou qui sont disponibles même parmi les variétés niches comme les variétés à chair bleue ou les variétés fingerling.

Les variétés sélectionnées sous régie conventionnelle, comme les conditions au CRPTQ, seront peut-être moins adaptées à une régie biologique que celles sélectionnées sous régie biologique.

Donc les objectifs, c'est de développer des variétés résistantes au mildiou adaptées à la production biologique.

On cible le marché à chair coloré qui était un choix fait en consultation avec les producteurs participant au projet.

Et on utilise le marqueur génétique du gène RB dès la première année au champ afin de dépister les variétés qui auront une résistance au mildiou à spectre large.

C'est sûr qu'on ne sortira pas des nouvelles variétés avec un projet de trois ans- mais, comme le marché ciblé du projet est assez petit et spécifique- ce n'est pas impossible de sortir, par exemple, une variété à chair bleue aussi bonne que All Blue et résistante au mildiou dans très peu de temps.

Pour toute question, vous pouvez vous adresser au

Consortium de recherche sur la pomme de terre du Québec (CRPTQ)

info@crptq.ca

<https://crptq.ca/>