



# 30 ans d'excellence et d'innovation

Le vendredi 23 novembre 2012  
Centre de congrès et  
d'exposition de Lévis

Une initiative du Comité pomme de terre

CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

# En constante **évolution!**

## *Développement*

Impression process  
Formats disponibles : 3 lb, 5 lb, 7 lb, 10 lb,  
15 lb, 20 lb, 50 lb

## *Implication*

Présent dans toutes les activités  
de la pomme de terre

## *Service*

Tél. : 1-877-395-4286  
Fax : 1-877-395-4288  
Courriel : [sdi@sacdrummond.qc.ca](mailto:sdi@sacdrummond.qc.ca)



**Sac  
Drummond  
inc.**

## Sa vision



Fort de son expertise et de son savoir-faire comme diffuseur privilégié du secteur agricole et agroalimentaire québécois, le CRAAQ entend innover dans la gestion numérique des contenus et dans ses moyens de diffusion afin de développer de nouveaux marchés au Québec, au Canada et à l'international.

## Sa mission



En s'appuyant sur le réseautage des meilleurs experts et en tirant profit d'une approche intégrée des technologies de l'information, le CRAAQ rassemble et diffuse le savoir et développe des outils contribuant à l'avancée du secteur agricole et agroalimentaire.

## ***Avertissement***

Il est interdit de reproduire, traduire ou adapter cet ouvrage, en totalité ou en partie, pour diffusion sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit, incluant la photocopie et la numérisation, sans l'autorisation écrite préalable du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ).

Les contenus publiés dans ce document n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs respectifs.

La publicité insérée dans ce document concrétise l'appui du milieu à l'évènement. Sa présence ne signifie pas que le CRAAQ en approuve le contenu ou cautionne les entreprises et organismes concernés.

### **Pour information et commentaires :**

Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec  
Édifice Delta 1  
2875, boulevard Laurier, 9<sup>e</sup> étage  
Québec (Québec) G1V 2M2  
Téléphone : 418 523-5411  
Télécopieur : 418 644-5944  
Courriel : client@craaq.qc.ca

© Centre de référence en agriculture  
et agroalimentaire du Québec, 2012

PPDT0104 -PDF  
ISBN 978-2-7649-0325-4

Dépôt légal  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2012  
Bibliothèque et Archives Canada, 2012



Ce document a été imprimé sur du papier contenant 100 %  
de fibres recyclées postconsommation, certifié Éco-Logo  
et Procédé sans chlore et fabriqué à partir d'énergie biogaz.

# MERCI DE FAIRE PARTIE DE NOTRE RÉSEAU!

Membres partenaires

**Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation**

**Québec** 

**Un partenaire  
de premier plan !**



Agriculture et  
Agroalimentaire Canada

Agriculture and  
Agri-Food Canada

**Canada** 



**La Financière  
agricole**

**Québec** 



**L'Union des  
producteurs  
agricoles**

# MERCI DE FAIRE PARTIE DE NOTRE RÉSEAU!

## Membres associés

Association des jardiniers maraîchers du Québec (AJMQ)  
Association des médecins vétérinaires praticiens du Québec (AMVPO)  
Association des producteurs de fraises et framboises du Québec (APFFQ)  
Association des technologues en agroalimentaire inc. (ATA)  
Banque Nationale du Canada  
Bureau de normalisation du Québec (BNQ)  
Cain Lamarre Casgrain Wells  
Centre d'études sur les coûts de production en agriculture (CECPA)  
Centre d'expertise en gestion agricole (CEGA)  
Centre d'insémination artificielle du Québec (CIAQ)  
Centre de développement du porc du Québec (CDPO)  
CEFRIQ  
Citadelle, Coopérative de producteurs de sirop d'érable  
Conseil pour le développement de l'agriculture du Québec (CDAQ)  
Conseil québécois de l'horticulture (CQH)  
Direction générale de la transformation alimentaire et des marchés (DGTAM)  
Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation (FSAA) de l'Université Laval  
Fédération de la relève agricole du Québec (FRAQ)  
Fédération des producteurs de cultures commerciales du Québec (FPCCQ)  
Fédération des producteurs de lait du Québec (FPLQ)  
Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ)  
Fédération des producteurs maraîchers du Québec (FPMQ)  
Financement agricole Canada  
Gestion agricole du Canada (GAC)  
Groupe Promutuel  
Institut de recherche et de développement en agroenvironnement (IRDA)  
Les Groupes conseils agricoles du Québec (GCAQ)  
Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE)  
Mouvement Desjardins  
Ordre des agronomes du Québec (OAQ)  
RBC Banque Royale  
Syndicat des producteurs de lapins du Québec (SPLQ)  
Université McGill - Campus Macdonald  
Valacta

## Collaborateurs médias

**le Bulletin**  
des agriculteurs

le **coopérateur**  
agricole

*De la terre  
à la table*  
**R** RADIO  
TÉLÉ  
TEX inc.

# Calendrier 2012 - 2013

## **Journée phytoprotection**

Station agronomique de l'Université Laval  
Saint-Augustin-de-Desmaures, 26 juillet 2012  
Commission de phytoprotection

## **Activité Bœuf 2012**

Un bovin génétiquement bien **conformé!**  
Victoriaville, 5 octobre 2012  
Comité bovins de boucherie

## **Colloque Horizon marketing agroalimentaire**

*Produits d'ici, saveurs du monde! Les marchés ethniques : un créneau en croissance*  
Drummondville, 11 octobre 2012  
Comité marketing agroalimentaire

## **Symposium ovin 2012**

*Innové aujourd'hui, prospérer demain*  
Sainte-Marie-de-Beauce, 19 octobre 2012  
Comité production ovine

## **36<sup>e</sup> Symposium sur les bovins laitiers**

*Agir pour l'avenir!*  
Drummondville, 1<sup>er</sup> novembre 2012  
Comité bovins laitiers en partenariat avec la Fédération des producteurs de lait du Québec

## **Colloque Gestion**

*De producteur à chef d'entreprise!*  
Drummondville, 8 novembre 2012  
Comité gestion de l'entreprise agricole

## **Colloque sur la pomme de terre**

*30 ans d'excellence et d'innovation*  
Lévis, 23 novembre 2012  
Comité pomme de terre

## **Colloque Technologies de l'Information**

*Cultiver le numérique*  
Saint-Hyacinthe, 31 janvier 2013  
Comité des technologies de l'information du CRAAQ

## **Journée scientifique – Agroforesterie**

Drummondville, 7 février 2013  
Collaboration MAPAQ et Comité agroforesterie

## **Journée d'information scientifique – Grandes cultures**

*Ensemble pour la diffusion de la recherche agronomique*  
Drummondville, 21 février 2013  
Comité céréales  
Comité maïs et oléoprotéagineux

## **Journée d'information scientifique – Productions animales**

Drummondville, 27 février 2013  
Collaboration MAPAQ et CRAAQ

## **Perspectives 2013**

Saint-Hyacinthe, 16 avril 2013  
Comité économie et perspectives agroalimentaires

## **Colloque sur l'établissement et le retrait en agriculture**

*Comment s'établir autrement*  
Drummondville, 8 mai 2013  
Comité établissement et retrait de l'agriculture

Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec

[craaq.qc.ca](http://craaq.qc.ca) • 1 888 535 2537



**toujours  
le bon  
choix!**

[www.alimentsduquebec.com](http://www.alimentsduquebec.com)



### **Augmentez les parts de marché de vos produits!**

Comme plus de 700 entreprises, faites certifier vos produits par l'organisme Aliments du Québec et affichez fièrement leur provenance.

Saisissez cette occasion d'affaires dès aujourd'hui.  
Consultez le site Internet [www.alimentsduquebec.com](http://www.alimentsduquebec.com).

Chantal Fontaine

Québec 

# Comité organisateur

---

## *Président :*

**Bruno Gosselin**, coordonnateur du Réseau d'avertissements phytosanitaires, MAPAQ, Direction de la phytoprotection, Québec

**Marie-Pascale Beaudoin**, B.Sc., T.P., conseillère horticole, MAPAQ, Direction régionale du Saguenay–Lac-Sain-Jean, Alma

**Laure Boulet**, agronome, conseillère régionale en horticulture, experte sectorielle pomme de terre, MAPAQ, Direction régionale du Bas-Saint-Laurent, Centre de services de Rivière-du-Loup

**Marie-Hélène Déziel**, M.Sc., agronome, conseillère en innovation horticole, MAPAQ, Direction du développement et de l'innovation, Québec

**Stephan E. Doyon**, vice-président ventes et marketing, Arclay technologies naturelles inc., Châteauguay

**Jean Durand**, agronome, directeur des comptes régionaux Québec, Syngenta Protection des Cultures, Laval

**André Gagnon**, M.Sc., consultant, ProgesT 2001 inc., Sainte-Croix

**Gilles Hamel**, agronome, Agreco inc., Trois-Rivières, coordonnateur de recherche et développement technologique pour La Patate Lac-Saint-Jean

**Richard Hogue**, Ph.D., chercheur-biologiste, IRDA, Québec

**Georges Laplante**, agent de programme principal, Protection des végétaux et Biosécurité, ACIA, Québec

**Bernard Lapointe**, directeur des ventes, G.R.T. inc., filiale de Propur inc., Rivière-du-Loup

**Jean Martel**, M.Sc., agronome, directeur principal (innovation et stratégie), Propur inc., Saint-Ambroise

**Denis Pelletier**, agronome, agent de développement et de commercialisation, Fédération des producteurs de pommes de terre du Québec, Longueuil

**Frédéric Tremblay**, représentant des ventes de pommes de terre de semence, La Patate Lac-Saint-Jean, Péribonka

## *Coordination :*

**Denise Bachand**, M.Sc., chargée de projets, CRAAQ

# Appui du CRAAQ

---

**Karine Beaupré**, responsable de la logistique

**Guillaume Breton**, responsable marketing et ventes

**Dany Dion**, responsable de l'administration

**Jocelyne Drolet**, agente de secrétariat

**Hélène Grondines**, directrice de la gestion des projets, des processus et des opérations

**Danielle Jacques**, chargée de projets à l'édition

**Nathalie Nadeau**, technicienne en infographie

**Manon Paradis**, responsable des partenariats et des communications

**Catherine Prévost**, adjointe de la coordonnatrice des projets

**Isabelle Tanguay**, agente de secrétariat

**Agathe Turgeon**, agente d'administration

**PRODUCTEUR  
PLUS**

**ZOOM**  
POMME DE TERRE

**MÉDIA OFFICIEL  
DE LA POMME DE TERRE AU QUÉBEC**



AGYOURS INTERNATIONAL, DIVISION MÉDIA

Le 23 novembre 2012  
Centre de congrès et d'expositions de Lévis

*30 ans d'excellence et d'innovation*

- 8 h Café de bienvenue offert par  Coderre  
Manufacturier de Sauc - Bag Manufacture  
www.ambocoderre.com
- 9 h **Mot du président**  
*Francis Desrochers*
- 9 h 10 **Utilisation de modèles prévisionnels pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre**  
*Pierre Lafontaine*
- 9 h 50 **Le PVY et l'industrie / The Changing Face of Potato Virus Y and its Effects on the North American Potato Industry**  
*Stewart Gray* (traduction simultanée)
- 10 h 35 **Pause santé** offerte par  Dow AgroSciences **et visite des kiosques**
- 11 h 05 **Info flash**
- 11 h 10 **La gestion du PVY au Québec**  
*Laure Boulet*
- 11 h 25 **Info flash**
- 11 h 30 **Lutte contre la dartrose et la gale argentée au champ et en entreposage / In-Field and in Storage Management of Black Dot and Silver Scurf**  
*Rick D. Peters* (traduction simultanée)
- 12 h 05 **Dîner et visite des kiosques**
- 14 h 05 **Info flash**
- 14 h 10 **Amélioration des sols**  
*Anne Weill*
- 14 h 50 **L'irrigation de la pomme de terre au Québec : état de la situation et tendances**  
*Daniel Bergeron*
- 15 h 10 **Témoignage sur l'irrigation conventionnelle**  
*Réjean Beauparlant*
- 15 h 25 **Témoignage sur les nouvelles technologies d'irrigation**  
*Samuel Richard*
- 15 h 40 **La valeur santé et nutritive de la pomme de terre / Role of Potato in Human Health**  
*Danielle J. Donnelly et Stan Kubow* (traduction simultanée)
- 16 h 15 **Mot de la fin**
- 16 h 25 **Cocktail**  **AEPTQ**  
Association des emballeurs  
de pommes de terre du Québec
- Visite des kiosques**  
**Dégustation de variétés de pomme de terre**

Comité pomme de terre

# Mot du président

---

C'est avec un immense plaisir que j'ai accepté la présidence du Colloque sur la pomme de terre. J'avais seulement 10 ans lors de la première édition... les innovations et l'avancement des connaissances que nous avons connus au cours de ces 30 années sont considérables. Aujourd'hui, à l'ère de l'information rapide, les producteurs font face à des difficultés de mise en marché, à des contraintes environnementales, politiques et économiques, sans oublier les variations climatiques dont les écarts sont de plus en plus distants. Les producteurs doivent toujours être à l'affût des nouveautés pour faire face à ces enjeux. Il faut constamment innover afin d'améliorer nos conditions. La recherche de solutions et le développement de nouvelles idées doivent être de première importance dans nos entreprises.

Je rêve d'une industrie de la pomme de terre plus forte, innovante et prospère, avec un but commun à tous : la survie de l'industrie de la pomme de terre québécoise. Il importe de promouvoir son importance pour l'économie du Québec. Mais pour y arriver, il faudrait réunir tous les intervenants du secteur : les producteurs, les emballeurs, les chercheurs, les décideurs de marché, etc. Il faut, au Québec, implanter un système viable pour répondre aux besoins de chacun et se voir comme des partenaires, des alliés pour protéger nos marchés.

Une journée comme celle-ci nous permet de communiquer, d'apprendre et d'innover. Ensemble... nous avançons!

**Francis Desrochers**, président du colloque  
Producteur, Maxi-Sol inc., Saint-Paul-de-Joliette





*30 ans d'excellence et d'innovation*

Le 23 novembre 2012  
Centre de congrès et d'expositions de Lévis

# Résumés des conférences

Comité pomme de terre





## Utilisation de modèles prévisionnels pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre

Pierre Lafontaine, Ph.D., agronome  
Carrefour industriel et expérimental de Lanaudière (CIEL)  
L'Assomption

---

Le mildiou est une des maladies les plus importantes de la pomme de terre. Elle peut être foudroyante et anéantir les récoltes. Cette maladie causée par *Phytophthora infestans* est devenue plus difficile à contrôler au milieu des années 1990. En effet, l'apparition au Québec de souches d'une nouvelle race (A2) en 1994, est venue changer la donne. Ces nouvelles souches se sont avérées être plus agressives que celles de la race A1. Elles sont en mesure d'infecter d'autres plantes que la pomme de terre. Elles réussissent à vaincre plus facilement la résistance des cultivars. Le temps de germination des spores est plus court et elles survivent pendant les périodes chaudes et sèches. Elles peuvent s'attaquer à toutes les parties de la plante. On la retrouve donc s'attaquant autant aux tiges qu'au feuillage, stolons et tubercules, ayant ainsi la possibilité de produire encore plus de spores. L'apparition d'une nouvelle race a également entraîné l'apparition d'un nouveau mode de reproduction dite sexuée, produisant des structures résistantes capables de survivre à nos hivers.

La maladie se développe sous une gamme de conditions de température et d'humidité relativement large. Les nuits humides favorisent la formation des spores. Les matins ensoleillés favorisent le relâchement des spores et les périodes nuageuses et de pluies pendant la journée favorisent la survie des spores et l'infection de la plante. La nature du cycle vital du champignon fait en sorte que l'apparition des premiers symptômes de la maladie est sournoise et, une fois présente, extrêmement difficile à stopper. Les premières spores qui arrivent sur la plante peuvent germer et infecter les tissus dans un délai de 1 à 48 heures. Les premiers symptômes apparaîtront 3 à 7 jours suivant l'infection et commenceront à produire des spores. Il peut donc s'écouler plusieurs jours entre l'arrivée des spores sur la plante et l'apparition des symptômes. Pendant ce délai, il est alors possible que chaque jour des spores soient arrivées dans le champ et que le nombre de sites d'infections soit déjà nombreux avant même l'apparition des premiers symptômes.

Devant une telle dynamique et en l'absence de produits ayant un réel pouvoir curatif, la prévention demeure la meilleure stratégie à adopter. Plusieurs mesures d'ordre général d'une saine gestion ont un impact, comme l'utilisation de semences saines, l'élimination des rebuts de pomme de terre pouvant constituer une source de développement de spores. L'utilisation de cultivars plus résistants, le dépistage des champs et la destruction des premiers foyers d'infection constituent les principaux. L'utilisation d'un programme d'application de fongicides demeure un élément incontournable. Cependant, les applications de fongicides devraient tenir compte des risques de développement de la maladie. Pour ce faire, il existe des modèles prévisionnels pouvant nous assister dans nos prises de décisions. Au Québec, l'utilisation d'un tel modèle fut abandonnée avec l'arrivée des nouvelles souches A2. D'autres pays ont continué le développement de modèles prévisionnels adaptés à cette nouvelle réalité. Notre équipe a donc testé, au cours des dernières années, certains modèles afin d'évaluer leur performance sous nos conditions.

Dans le cadre de ce projet, le modèle français Miléos® a été testé dans six régions du Québec, chacune représentant une région de production en pomme de terre et comportait au moins un site d'essai de 2010 à 2012. Il s'agit de (1) Lanaudière; (2) Chaudière-Appalaches (3); Québec; (4) Bas-Saint-Laurent; (5) Centre-du-Québec et (6) Montérégie-Ouest. Les conditions environnementales prévalant dans les six champs ont été collectées à partir de stations météo installées sur chacun des sites. Les données de température, humidité relative et quantité des précipitations ont été enregistrées et transmises à un ordinateur. Outre la météo, Miléos® intègre aussi dans ses calculs la variété de pomme de terre (sensibilité), la date de plantation et de levée, l'état sanitaire autour des parcelles et les interventions réalisées (type de fongicides utilisés, irrigation). Dans chacune des six régions, une superficie de 2 à 5 hectares, dépendant des sites, a été soumise à une gestion selon le modèle Miléos® et comparée à une superficie équivalente soumise à une gestion de traitements systématiques aux 7 jours, suivant la méthode utilisée par le producteur. Le nombre d'applications de fongicides réalisées, la réduction du nombre d'applications réalisées, la qualité de la protection de la culture contre le mildiou, le rendement ainsi que la rentabilité des deux gestions de traitements ont été comparés. Le dépistage au champ a été réalisé une à deux fois par semaine.

Au cours des 3 années du projet, la météo fut variable d'une saison à l'autre et fut aussi très différente d'une région à l'autre. Ceci a bien sûr entraîné des réponses différentes de Miléos®. Nous avons observé des réductions du nombre d'applications fongicides suggérées dans toutes les régions, et ce, à chacune des années. La réduction du nombre d'applications fongicides a varié entre 1 et 5 par saison. Au cours de ces 3 années d'essais, nous n'avons observé aucun symptôme de mildiou dans les champs ayant reçu un nombre réduit d'applications fongicides. La réduction du nombre d'applications se traduit donc par des économies importantes. Les résultats par région seront présentés et discutés lors de la conférence.

Ce projet comportait également un deuxième volet de recherche qui consistait à tester trois modèles prévisionnels, dont deux autres modèles; (1) Noblight® (modèle des États-Unis); (2) Plant-Plus (modèle hollandais). Ils ont été comparés au modèle (3) Miléos® (modèle français) et à un témoin consistant à faire des traitements systématiques tous les 7 jours. Ce second volet a été réalisé sur les installations de recherche du CIEL à Lavaltrie (Lanaudière).

Avec Miléos®, 4 à 6 applications fongicides ont été réalisées comparativement à une régie hebdomadaire de traitement; il a été possible d'économiser 5-7 applications de fongicides, ce qui est considérable.

Le modèle Plant-Plus a quant à lui préconisé 3-6 applications contre 9-11 dans le système de traitements systématiques. C'est donc une économie de 5 à 7 applications.

NoBlight® a été le modèle le plus « conservateur ». Il a même recommandé une application supplémentaire par rapport aux traitements systématiques hebdomadaires. En 2011, seulement une application avait pu être économisée.

Les modèles Miléos® et Plant Plus tiennent compte dans leur calcul de plusieurs facteurs comme les différentes phases de développement du champignon et des stades de croissance de la plante, alors que NoBlight® ne tient compte que d'un calcul d'indices de conditions météo générales favorables au développement du champignon.

Les résultats de nos essais sont donc très prometteurs et laissent présager que l'utilisation de tels modèles au Québec pourrait constituer un outil d'aide à la décision des plus avantageux. Ils pourraient permettre la réduction du nombre d'application fongicides pour lutter contre le mildiou de la pomme de terre.

Dans un esprit de développement durable, le recours à un programme d'application systématique de fongicides est difficilement justifiable. Pour des raisons économiques, agronomiques, environnementales et de santé publique, l'utilisation de modèles prévisionnels capables de réduire le nombre d'applications de fongicides nous apparaît une approche essentielle à évaluer.



## The Changing Face of Potato Virus Y and its Effects on the North American Potato Industry

Stewart M. Gray, Ph.D., Research Scientist  
USDA, ARS and Cornell University, Ithaca NY

---

The potato industry in North America is currently experiencing an invasion of sorts by an old pest that has recently undergone some important and sinister changes. The pest is Potato virus Y or PVY and the threat is new strains of the virus that can cause both internal and external tuber symptoms.

In the good old days we only had to deal with the "Ordinary" strain of PVY, which bears the designation "PVY<sup>0</sup>". PVY<sup>0</sup> generally causes a recognizable mosaic symptom in the foliage of most commonly produced varieties, and because of this growers, with the help of state seed certification programs, were able to manage the disease fairly well by the simple, time-honored practice of roguing (removing) visibly infected plants out of seed fields. This situation became much more difficult with the increase in production of a number of varieties that don't show PVY symptoms nearly as well as many of the older varieties. Russet Norkotah, Shepody, Silverton Russet, and Gem Russet, among others, are some of these "latent PVY carrier" varieties. As if this development weren't enough of a problem, the new strains of PVY usually don't show symptoms as strongly as PVY<sup>0</sup> even in the older varieties. As a result, PVY of all strains has been increasing in the North American seed potato system over the last ten years or so.

The first of the new PVY invaders to be encountered were designated "PVY<sup>N</sup>." In this case, the "N" stands for "necrotic" but this designation is a little misleading because this strain of the virus causes a necrotic reaction in the leaves of tobacco, not potato. PVY<sup>N</sup> is actually responsible for a relatively mild symptom in potato, a feature that makes this strain more difficult to manage because it is more difficult to see and remove. Oddly enough, since the discovery of PVY<sup>N</sup> in North America back in the early 1990's, this particular strain of the virus is only rarely encountered. Much more commonly found these days are the so-called "recombinant" strains of PVY that contain genetic material from both the PVY<sup>0</sup> and PVY<sup>N</sup> strains. One of these recombinants, often labeled PVY<sup>N:0</sup> or PVY<sup>NWI</sup> is becoming very prevalent across the U.S. A more important new strain is one designated as PVY<sup>NTN</sup> which stands for "N type, Tuber Necrotic." This strain often causes mild foliar symptoms, but it causes devastating surface necrotic rings on tuber surfaces that render the tubers unmarketable. Yellow flesh varieties seem to be the most susceptible, but a few white, red and russet varieties have also be found to be susceptible to PVY tuber necrosis.

The North American potato industry has been fortunate so far as there have only been a handful of cases wherein PVY<sup>NTN</sup> has been responsible for actual losses to commercial growers. If PVY<sup>NTN</sup> is allowed to increase in the North American seed potato system, this situation could get a great deal worse in the future. To underline the urgency of this prediction we need look no further than Europe where the NTN strains of PVY now make up more than 80% of the PVY population.

We believe that we can learn from the European experience and take action immediately, before the situation gets out of hand over here.

The presentation will discuss the work underway by a team of PVY researchers from across the United States supported by the U.S. potato industry and a five-year USDA Specialty Crops Research Initiative (SCRI) grant to study the new strains of PVY and to educate the potato industry about what to do to manage this new threat. The grant is entitled “Development of comprehensive strategies to manage Potato Virus Y in potato and eradicate the tuber necrotic variants recently introduced into the United States.” Now beginning its fourth year, the project has generated valuable new information that can be accessed at [www.potatovirus.com](http://www.potatovirus.com). On the site can be found a wealth of information about PVY in general, as well as the purpose and methods that will be employed to gather more information and, hopefully eradicate these new strains of PVY. Also available on the website is information about the researchers involved and how to contact them. The group is studying all aspects of PVY in the North American industry, including surveying the strain makeup of the North American PVY population, studying the symptom expression of new strains in a full range of North American Varieties in both foliage and tubers, developing methods of PVY management, investigating the role of weed hosts as reservoirs for the virus, and the true economic impact of PVY on yield and quality in commercial potato production.

The success of an ambitious project like this one will require the efforts of the entire potato industry on the entire continent. Changes may need to be considered by seed certification agencies to reduce PVY in seed potatoes, particularly seed which will be planted back into a seed program for another year of increase. PVY of all strains spreads very easily and the most important source is usually contained in the seed that is being planted. Greater education of the entire potato industry to create a greater awareness of the potential for economic damage due to the new strains will also be necessary. Growers must realize that the most effective management for PVY is to avoid planting infected seed in the first place.



## Le changement de visage du Virus Y de la pomme de terre et ses effets sur l'industrie de la pomme de terre en Amérique du Nord

Stewart M. Gray, Ph.D., Research Scientist  
USDA, ARS and Cornell University, Ithaca NY

---

L'industrie de la pomme de terre en Amérique du Nord fait présentement face à une invasion de toute part par un vieux ravageur qui a récemment subi d'importants et de sinistres changements. Ce ravageur est le Virus Y de la pomme de terre ou PVY et la menace se trouve dans les nouvelles souches de virus qui peuvent causer des symptômes internes et externes sur les tubercules.

Dans le bon vieux temps, nous avons uniquement à gérer les souches « ordinaires » de PVY, qui portaient alors la désignation de « PVY<sup>0</sup> ». La souche PVY<sup>0</sup> cause généralement des symptômes reconnaissables de mosaïque sur le feuillage de la majorité des variétés communes de pommes de terre qui sont produites. À cause de cela, les producteurs, avec l'aide des programmes de certification des semences, ont été en mesure de contrôler la maladie de manière assez efficace tout simplement en pratiquant des élagages réguliers (suppression) des plants visiblement infectés dans les champs de semences aux moments opportuns. Cette situation est devenue beaucoup plus difficile maintenant avec l'augmentation du nombre de variétés produites qui ne montrent pas aussi bien les symptômes de PVY que plusieurs des vieilles variétés. Russet Norkotah, Shepody, Silverton Russet et Gem Russet, entre autres, sont quelques variétés dites « latentes et porteuses de PVY » ou aussi dites « asymptomatiques ». Comme si ce développement n'était pas un problème suffisant, les nouvelles souches de PVY ne démontrent généralement pas de symptôme de manière aussi prononcée que le « PVY<sup>0</sup> », même dans les variétés plus vieilles. Ceci a eu comme résultat que le virus PVY, de toutes les souches, a considérablement augmenté dans le système de semence de pomme de terre en Amérique du Nord, et ce, depuis les dix dernières années.

Le premier de ces nouveaux envahisseurs de PVY à être rencontré a été désigné comme étant le « PVY<sup>N</sup> ». Dans ce cas, le « N » signifie « Nécrotique »; toutefois, ceci constitue un peu une appellation trompeuse puisque cette souche de virus cause une réaction nécrotique sur les feuilles de tabac (Tobacco), et non pas sur la pomme de terre. PVY<sup>N</sup> est actuellement responsable de symptômes relativement faibles chez la pomme de terre, une caractéristique qui fait en sorte qu'il est plus difficile de gérer cette souche puisque les symptômes sont plus difficiles à voir et à enlever. Curieusement, depuis la découverte du PVY<sup>N</sup> en Amérique du Nord, au début des années 1990, cette souche particulière de virus est rarement rencontrée. Ce qui est plus fréquemment rencontré de nos jours ce sont des souches de PVY dites « recombinantes » qui contiennent du matériel génétique provenant à la fois des souches de PVY<sup>0</sup> et de PVY<sup>N</sup>. Un de ces recombinants, souvent étiqueté PVY<sup>N:0</sup> ou PVY<sup>NWI</sup>, est devenu très courant aux États-Unis. Une nouvelle souche encore plus importante est celle désignée comme étant PVY<sup>NTN</sup>, qui fait référence au « Type N, Tubercule Nécrotique ». Cette souche cause généralement de faibles symptômes sur le feuillage, mais cause d'importantes nécroses sur la surface des tubercules, ce qui les rend invendables. Les variétés à chair jaune semblent être les plus sensibles, mais certaines variétés blanches, rouges ou Russet ont également été trouvées sensibles au PVY nécrotique du tubercule (PVY<sup>NTN</sup>).

L'industrie de la pomme de terre en Amérique du Nord a été chanceuse jusqu'à présent puisque seulement quelques cas de PVY<sup>NTN</sup> ont été responsables de pertes pour des producteurs commerciaux. Si on permet l'augmentation de la prévalence du PVY<sup>NTN</sup> dans le système de pommes de terre de semence en Amérique du Nord, cette situation pourrait avoir un impact bien pire dans le futur. Afin de souligner l'urgence de cette prédiction, nous n'avons pas besoin de regarder plus loin qu'en Europe où la souche NTN du PVY représente maintenant plus de 80 % de la population de PVY. Nous croyons que nous pouvons apprendre de l'expérience des Européens et ainsi prendre des actions immédiates, et ce, avant que la situation devienne hors contrôle chez nous.

La présentation traitera du travail qui est actuellement réalisé sur le PVY par une équipe de chercheurs venant de partout aux États-Unis, travail supporté par l'industrie américaine de la pomme de terre. De plus, une Initiative de recherche sur les cultures de spécialité (SCRI) du USDA, échelonnée sur cinq ans, a été accordée afin d'étudier les nouvelles souches de PVY et d'enseigner aux divers intervenants œuvrant dans l'industrie de la pomme de terre les manières de gérer cette nouvelle menace. Le projet est intitulé : « Le développement de stratégies approfondies afin de gérer le virus Y de la pomme de terre et d'éradiquer les variants nécrotiques des tubercules qui ont récemment été introduits aux États-Unis. » Actuellement dans sa quatrième année de recherche, ce projet a généré de nouvelles informations fort profitables. Celles-ci peuvent être consultées à l'adresse électronique suivante : [www.potatovirus.com](http://www.potatovirus.com). Ce site Internet présente également une grande quantité d'informations concernant le PVY en général, ainsi que les raisons et les méthodes utilisées pour rassembler davantage d'informations en vue de, espérons-le, éradiquer ces nouvelles souches de PVY. Également disponible sur ce site Internet, des informations concernant les chercheurs impliqués dans le projet ainsi que leurs coordonnées. Le groupe de recherche étudie tous les aspects du PVY présent dans l'industrie en Amérique du Nord, incluant : la composition des souches constituant la population de PVY en Amérique du Nord; l'étude de l'expression des symptômes, autant au niveau du feuillage qu'au niveau des tubercules, chez les nouvelles souches dans un grand nombre de variétés nord-américaines; le développement de méthodes afin de gérer le PVY; enquêter sur le rôle des plantes hôtes comme réservoir à virus; et le vrai impact économique du PVY sur le rendement et la qualité de la production de pomme de terre commerciale.

Le succès d'un projet aussi ambitieux que celui-ci nécessitera des efforts de toute l'industrie de la pomme de terre sur tout le continent. Des changements devront sans aucun doute être considérés par les agences de certification des semences afin de réduire le PVY dans les semences de pommes de terre, particulièrement les semences qui seront replantées à l'intérieur d'un programme de semence pour une nouvelle année de multiplication. Toutes les souches de PVY se propagent facilement et la source la plus importante est généralement contenue dans la semence qui est plantée. Une plus grande éducation auprès de toute l'industrie de la pomme de terre serait nécessaire afin de créer une meilleure prise de conscience du dommage économique potentiel que pourraient causer ces nouvelles souches de virus. Les producteurs doivent réaliser que la gestion la plus efficace du PVY est d'éviter, en tout premier lieu, de planter de la semence infectée.



# LA GESTION DU PVY AU QUÉBEC

**Colloque sur la pomme de terre  
Lévis, 23 novembre 2012**

Par : Laure Boulet, agronome  
MAPAQ – DR Bas-St-Laurent

Collaboration :  
Dr Richard Hogue, IRDA  
M. Georges Laplante, ACIA




---

---

---

---

---

---

---

---



## PLAN DE PRÉSENTATION

- Bref rappel de la problématique
- Évolution des souches de PVY
- Efforts pour contrer la problématique
  - Plan Canada-É.-U. pour la gestion des virus nécrotiques
  - Programme canadien de certification de pommes de terre de semences (ACIA)
  - Règlement sur la culture de pommes de terre
  - Programme de certification « Pommes de terre de semences du Québec »
  - Recherches en cours
- Conclusion




---

---

---

---

---

---

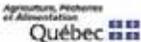
---

---



## LA PROBLÉMATIQUE

- Le virus Y de la pomme de terre (PVY) est le virus le plus important, celui qui a le plus d'impact économique
- Il peut causer des pertes importantes de rendement (généralement de 15 à 50 %), mais aussi des nécroses aux tubercules (semences, table, transformation)
- Principales souches de PVY
  - PVY<sup>O</sup> = souche commune
  - PVY<sup>N</sup> = souche causant la nécrose des nervures du tabac
  - PVY<sup>N:O</sup> ou PVY<sup>Nwi</sup> = plusieurs souches recombinantes entre N et O
  - PVY<sup>NTN</sup> = souches causant la nécrose annulaire des tubercules




---

---

---

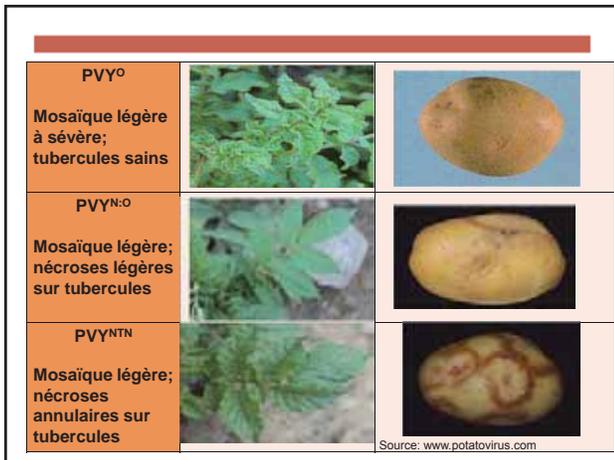
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ÉVOLUTION DES SOUCHES DE PVY

- Début du 20<sup>e</sup> siècle : PVY<sup>O</sup> est déjà reconnu comme une problématique phytosanitaire
- 1990 : PVY<sup>N</sup> est découvert dans des pommes de terre de semences dans les Maritimes (problématique pour exportation de semences dans régions à tabac)
- 1991 à 2004 : développement d'outils diagnostiques et identification de souches de PVY<sup>N</sup>, PVY<sup>N:O</sup> dans différentes régions du Canada et des É.-U.
- Enquête Canada-É.-U., 2004 à 2006 = augmentation de la détection des souches PVY<sup>N:O</sup> et faible détection de PVY<sup>NTN</sup>

Agriculture, Pêches  
et Alimentation  
**Québec**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ÉVOLUTION DES SOUCHES DE PVY

- Poursuite des enquêtes Canada-É.-U. jusqu'en 2010 et détection des souches PVY<sup>N</sup>, PVY<sup>N:O</sup>, et PVY<sup>NTN</sup> dans un nombre croissant de champs

	PVY <sup>O</sup>	PVY <sup>N</sup>	PVY <sup>N:O</sup>	PVY <sup>NTN</sup>
2006	70 %	0 %	24 %	6 %
2010	53 %	1 %	28 %	18 %

- Prévalence de PVY<sup>NTN</sup> est passé d'environ 5 % à près de 20 % en moins de 5 ans
- En Europe, au cours des 20 dernières années, PVY<sup>NTN</sup> a remplacé PVY<sup>O</sup> comme souche prédominante

Agriculture, Pêches  
et Alimentation  
**Québec**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### ÉVOLUTION (SUITE) : ÉTUDES PROVINCIALES

- Au N.-B., en 2009, analyse de 20 lots démontrant des taux d'infection PVY de plus de 3 % aux tests PR

Souches	PVY <sup>O</sup>	PVY <sup>N:O</sup>	PVY <sup>NTN</sup>
Nb de lots	20/20	19/20	13/20

- Au Québec, enquête en 2009 et 2010 sur 166 lots de semences produits au ou hors Québec, démontre que les taux de PVY sont en croissance, mais les taux détectés dans les semences du Québec demeurent inférieurs à ceux des semences importées
- Étude en cours au Québec sur la détection des souches de PVY sur des semences récoltées en 2011 et 2012. Résultats préliminaires : souche PVY<sup>N:O</sup> détectée dans plusieurs lots et souche PVY<sup>NTN</sup> dans quelques lots



---

---

---

---

---

---

---

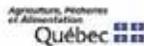
---

### ÉVOLUTION DES SOUCHES DE PVY



- Capacité de mutation du PVY est très importante
- Isolats décrits à ce jour représentent qu'une fraction du potentiel évolutif du PVY
- D'autres isolats vont émerger, potentiellement plus virulents ou agressifs

Photo : [www.potatovirus.com](http://www.potatovirus.com)



---

---

---

---

---

---

---

---

### EFFORTS POUR CONTRER LA PROBLÉMATIQUE : PLAN CANADA-É.-U. POUR LA GESTION DES VIRUS NÉCROTIQUES

**Lignes directrices qui proposent des mesures pour une meilleure gestion de tous les virus causant des nécroses aux tubercules (PVY<sup>NTN</sup>, PMTV, TRV, etc.) dans les pommes de terre de semences**

- **Objectifs**
  - Faciliter le commerce entre les 2 pays, les États et les provinces
  - Protéger l'industrie des dommages économiques causés par ces virus
- **Bénéfices**
  - Enlever les conséquences de découverte d'organismes réglementés
  - Faciliter la recherche sur la distribution, l'incidence et l'évolution des souches



---

---

---

---

---

---

---

---

**EFFORTS (SUITE) : PROGRAMME CANADIEN DE CERTIFICATION DE POMMES DE TERRE DE SEMENCES**

- Géré par l'ACIA selon les normes acceptées par l'industrie canadienne
- Plusieurs normes phytosanitaires s'appliquent pour les entreprises qui produisent des semences certifiées
- Pour la gestion des maladies virales; deux inspections visuelles par saison de culture pour certifier les champs selon les normes très strictes qui s'appliquent aux différentes classes
- Implication des inspecteurs et agents pour l'encadrement des producteurs et l'évolution des normes



---

---

---

---

---

---

---

---

**EFFORTS (SUITE) : RÈGLEMENT SUR LA CULTURE DE POMMES DE TERRE (C. P-42.1, R. 0.1)**

- Règlement découlant de la Loi sur la protection sanitaire des cultures et géré par le MAPAQ
- Entré en vigueur le 30 septembre 2010
- Exige l'utilisation de semences certifiées (ACIA) lorsque l'on cultive plus de 1 ha de pommes de terre
- Détermine des zones de culture protégées pour la production de semences (normes phytosanitaires plus sévères et travail en circuit fermé)
  - Exige des tests PR pour les semences provenant de l'extérieur des zones
  - Exigences phytosanitaires pour la gestion des virus dans les zones



---

---

---

---

---

---

---

---

**EFFORTS (SUITE) : PROGRAMME DE CERTIFICATION « POMMES DE TERRE DE SEMENCES DU QUÉBEC »**



- Programme adopté par les producteurs de semences du Québec en 2007, géré par la FPPTQ
- Participation obligatoire pour tout producteur qui veut mettre en marché des semences de PDT (règlement de la RMAQ)
- Objectif : mieux positionner les semences du Québec sur le marché et préserver leur qualité phytosanitaire
- Plusieurs normes phytosanitaires supplémentaires à celles de l'ACIA (rotations, contrôle phytosanitaire, dépistage NKPT, etc.)
- Cahier des charges à respecter, registres à compléter et audits par une firme indépendante (documents disponibles sur le site Web de la FPPTQ : <http://www.fpptq.qc.ca/marche.htm>)



---

---

---

---

---

---

---

---

**EFFORTS (SUITE) : PROGRAMME DE CERTIFICATION  
« POMMES DE TERRE DE SEMENCES DU QUÉBEC »**



- Gestion des maladies virales :
  - Tests post-récolte pour la détection des maladies virales = élément clef du programme (tests en laboratoire RT-PCR)
  - Obligatoire sur tous les lots vendus avec des seuils variables selon les classes, mais inférieurs à 5 %
  - À partir de 2012, tests PR obligatoires pour tous les lots plantés sur les fermes de semences (autosemence)
  - Dépistage des pucerons et traitements phytosanitaires obligatoires
  - Date de défanage obligatoire (ex. : 20 août pour PE et E1)
  - Traitements à l'huile minérale fortement recommandés




---

---

---

---

---

---

---

---

**EFFORTS (SUITE) : PROJETS DE RECHERCHE EN COURS**

**Deux projets subventionnés par le programme Prime-Vert du MAPAQ afin d'améliorer les connaissances pour augmenter l'efficacité de la lutte aux maladies virales et réduire l'utilisation des pesticides :**

Dynamique spatiale et temporelle des pucerons et du PVY de la pommes de terre  
responsable : M. Samuel Morissette, agr., Agrinova  
Collaboration de plusieurs producteurs et intervenants



Évaluation de l'efficacité et de la phytotoxicité de différentes doses d'huile minérale afin de réduire la propagation du PVY dans les pommes de terre  
La Patate Lac-Saint-Jean – responsable : Marie-Ève Lemieux, agr., Ferme Daniel Bolduc




---

---

---

---

---

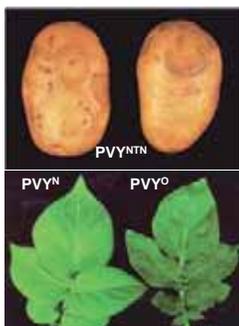
---

---

---

**EFFORTS (SUITE) : PROJETS DE RECHERCHE EN COURS**

•Projet également subventionné par le MAPAQ et réalisé par de Dr Richard Hogue de l'IRDA afin d'évaluer la prévalence des souches de PVY dans plusieurs lots de semences du Québec pour les récoltes 2011 et 2012



•Projet subventionné par AAC et réalisé par BioAtlantech au N.-B. afin d'étudier le mode d'action et l'efficacité des huiles minérales




---

---

---

---

---

---

---

---

## CONCLUSION

- Problématique importante qui concerne toute l'industrie de la pomme de terre (semence, table, croustilles et transformation)
- Ne pas planter un problème : exiger des semences certifiées avec des tests post-récolte et de faibles niveaux de virus par l'ensemble des producteurs
- Appliquer les stratégies de gestion intensive dans la production de semences pour réduire en général l'incidence du PVY
- Réflexion à faire pour empêcher le PVY de devenir un problème de qualité des tubercules
  - Modifier la réglementation fédérale ou provinciale
  - Développer des cultivars résistants
  - Tester pour les souches nécrotiques et ne pas permettre leur recertification
  - Recherches en stratégies de lutte et contrôle

---

---

---

---

---

---

---

---

## QUESTIONS?

Merci de votre attention!

---

---

---

---

---

---

---

---



## Lutte contre la dartrose et la gale argentée au champ et en entreposage

Rick D. Peters, Ph.D.

Agriculture et Agroalimentaire Canada, Charlottetown

Chaque année, les producteurs de pommes de terre du Canada doivent combattre deux maladies fongiques importantes : la dartrose, causée par le *Colletotrichum coccodes*, et la gale argentée, causée par le *Helminthosporium solani*. Ces maladies réduisent le taux de levée des plantules (et donc la densité de la culture), la vigueur des plants et le rendement, en raison d'une mortalité précoce (dans le cas de la dartrose) et produisent des taches sur les tubercules après la récolte, ce qui en réduit la qualité.

Les deux champignons survivent l'hiver dans des tubercules infectés ou sur des résidus de culture dans le sol. Le *C. coccodes* survivrait également l'hiver dans des mauvaises herbes solanacées hôtes (comme les morelles). Les spores (inoculum) qui infectent les pommes de terre proviennent donc soit de plantons infectés, soit du sol. Pour bien gérer ces maladies, il faut éliminer ces deux types d'inoculum. La gestion de l'entreposage des pommes de terre est également essentielle, en particulier pour combattre la gale argentée.

Les spores de *C. coccodes* présents dans le planton ou le sol infectent les tissus souterrains de la plantule de pomme de terre peu après la germination. À mesure que la saison progresse, l'infection s'étend à l'ensemble du plant, des racines jusqu'aux feuilles. Les plants stressés par une faible fertilité du sol ou un manque d'eau sont particulièrement vulnérables à la dartrose, tout comme les feuilles abîmées par les particules de sable ou de sol emportées par le vent. Les symptômes visibles sur les feuilles (taches nécrotiques brunes) sont difficiles à distinguer des lésions causées par l'alternariose (brûlure hâtive). Les lésions de la dartrose sur les tiges sont d'abord jaune paille, puis elles deviennent plus foncées, formant des points noirs caractéristiques, surtout à la base de la tige, près du sol. Le *C. coccodes* interagit souvent avec d'autres pathogènes, y compris *Verticillium* spp., pour causer une mortalité précoce des plants, particulièrement ceux qui sont stressés. Les tubercules fils sont souvent infectés près de leur point d'attachement à la tige, d'où des lésions argentées se propagent, ressemblant beaucoup à celles de la gale argentée, sauf pour les minuscules points noirs qui ne sont visibles que de près. L'incidence de la maladie touchant les tubercules augmente lorsqu'on les laisse dans le sol longtemps après la mort de la partie aérienne de la plante.

Les spores du pathogène causant la gale argentée, qu'ils proviennent des plantons ou du sol, peuvent infecter les tubercules fils avant et après la récolte. Si les conditions y sont propices, les tubercules infectés entreposés peuvent produire des spores qui sont disséminées par les courants d'air dans le lieu d'entreposage et qui infectent d'autres pommes de terre. Ainsi, les infections de gale argentée peuvent augmenter énormément dans le lieu d'entreposage et les pommes de terre entreposées durant une longue période y sont particulièrement susceptibles. Il peut en résulter des pertes et une réduction de la qualité marchande des pommes de terre.

Pour lutter contre la dartrose et la gale argentée, il faut éviter la présence d'inoculum dans les plantons et le sol. D'abord, il faut s'assurer d'utiliser des plantons certifiés exempts de maladie. Le traitement chimique des tubercules de semence joue un rôle important, bien que la résistance du pathogène de la gale argentée à certains fongicides limite leur efficacité. En effet, nous avons effectué des relevés au Canada qui ont montré un fort taux de résistance du pathogène au thiophanate-méthyle (Senator) et au fludioxonil (Maxim). Par contre, nous n'avons pas trouvé jusqu'ici de souche du pathogène de la dartrose résistante à un fongicide au Canada. Quelques études ont montré que le fludioxonil (Maxim) est efficace contre la dartrose transmise par les plantons, mais cette utilisation du produit n'est pas homologuée au Canada. Deux nouveaux traitements des plantons sont prometteurs, particulièrement pour lutter contre la gale argentée, soit le Titan Emesto (penflufène et prothioconazole), qui est maintenant homologué au Canada, et le MaximD (fludioxonil et difénoconazole), dont l'homologation est prévue en 2013.

Il existe plusieurs façons de lutter contre l'inoculum transmis par le sol. Nous avons montré qu'une rotation de cultures d'au moins trois ans (soit deux ans de cultures autres que des solanacées) est bénéfique. En effet, dans des études à long terme menées à l'Île-du-Prince-Édouard, nous avons constaté que les plants de pommes de terre cultivés en rotation de deux ans arrivent à sénescence deux semaines plus tôt, en raison de la conjonction de plusieurs maladies (y compris la dartrose) qui causent une mortalité précoce, que ceux cultivés en rotation de trois ans. En s'assurant d'une fertilité et d'une humidité adéquates du sol, on réduit le stress sur les plants et on retarde le développement des maladies. Quelques études ont montré que l'application d'azoxystrobine (Quadris) dans les sillons réduisait l'inoculum dans le sol et la gravité des deux maladies. Le Quadris est actuellement le seul fongicide homologué au Canada pour application foliaire (pulvérisation) en saison afin de combattre la dartrose touchant le feuillage. La lutte contre les mauvaises herbes, surtout les solanacées comme les morelles, est un autre moyen de gestion important durant la saison de croissance. Il n'existe pas de variétés de pommes de terre résistantes aux deux maladies, mais les variétés hâtives semblent mieux y résister que les variétés tardives. Les tubercules devraient être récoltés aussitôt que possible après que leur peau ait fini de se former afin d'éviter qu'ils restent longtemps dans le sol, ce qui accroîtrait la gravité de la maladie. Il faut également s'assurer de récolter les pommes de terre sans les meurtrir. Après la récolte, on recommande un labourage en profondeur pour enfouir les résidus de récolte infectés et favoriser leur décomposition.

La gestion des maladies durant l'entreposage consiste à maintenir de bonnes conditions de température et d'humidité. Il faut réduire la température d'entreposage aussitôt que possible et empêcher l'humidité de se condenser à la surface des pommes de terre. La gestion de l'entreposage est particulièrement importante pour prévenir la gale argentée. L'application de fongicides aux pommes de terre au moment de les entreposer peut être très utile, mais il faut se méfier de la résistance à certains de ces produits. Nos relevés ont montré un fort taux de résistance au thiabendazole (Mertect) chez les populations du pathogène de la gale argentée au Canada. Ces dernières années, nous avons étudié un certain nombre de fongicides appliqués aux pommes de terre récoltées. Nous avons obtenu de bons résultats pour l'application après récolte de phosphite (Confine) et de *Pseudomonas syringae* (Bio-Save), deux produits actuellement homologués au Canada.

Plus récemment, nous avons trouvé qu'un mélange de fludioxonil, d'azoxystrobine et de difénoconazole (Stadium) était extrêmement efficace contre la gale argentée. Ce produit pourrait être homologué au Canada en 2014.

En résumé, une stratégie de lutte intégrée, comprenant diverses activités au moment de la plantation et durant la saison de croissance, la récolte et l'entreposage, est essentielle pour bien combattre la dartrose et la gale argentée. Il faut mener d'autres recherches, particulièrement sur la dartrose, pour comprendre la biologie des pathogènes et les façons de les combattre efficacement dans les conditions de production de pommes de terre au Canada.



## Amélioration des sols

Anne Weill, Ph.D., agronome  
Centre d'expertise et de transfert en agriculture biologique  
et de proximité (CETAB+), Victoriaville

*Ce texte est en partie extrait du document intitulé « Guide sur les profils de sol agronomiques : un outil de diagnostic de l'état des sols » présenté lors d'une conférence au Colloque en agroenvironnement organisé par le CRAAQ en 2008.*

Afin de pouvoir améliorer le sol, il faut commencer identifier les problèmes. Le profil de sol agronomique permet de déterminer visuellement l'état du sol grâce à l'observation de paramètres tels que la structure du sol, l'aération, l'activité biologique et le développement des racines. Cette évaluation permet ensuite de diagnostiquer des problèmes de croissance des cultures et d'égouttement. Des correctifs peuvent ensuite être appliqués. Les principales étapes de la réalisation du profil sont décrites ci-dessous.

### LES COUCHES DE SOL À IDENTIFIER

Lorsque l'on étudie un profil de sol agronomique, on s'attarde surtout à observer les couches en fonction des différents travaux du sol réalisés et de leur répercussion sur l'état du sol. Les horizons pédologiques sont aussi notés.

Dans la plupart des cas, on distingue trois couches importantes :

- la couche travaillée qui devrait être meuble lors de la réalisation du profil;
- la zone de transition située juste sous la couche travaillée. Cette zone est souvent compacte. Il s'agit souvent de tassement dû aux passages de machineries lourdes en conditions humides (par ex. : travaux d'épandage de lisier, travaux de récolte ou utilisations répétées d'outils à disques). Cette couche, souvent appelée à tort « semelle de labour » peut parfois être très imperméable et bloquer le passage de l'eau. Il se crée alors une nappe d'eau perchée. L'épaisseur de cette couche peut varier de 5 à 30 cm selon la gravité du compactage. Souvent, cette couche est épaisse dans les zones où le drainage de surface est mauvais;
- la zone qui n'est pas affectée par les divers travaux cultureux.

Selon la situation, la couche travaillée peut être sous-divisée en :

- une couche de travail superficiel;
- une couche de travail profond non reprise par les instruments de travail secondaires.

Pour un sol travaillé en profondeur avec un instrument de travail de sol primaire (par ex. : charrue, chisel ou offset), les couches à observer sont indiquées dans le tableau 1. Lorsqu'il n'y a pas de travail en profondeur, la couche de transition se situe directement en dessous de la couche de travail

superficiel. Dans les sols en semis direct, à part les horizons pédologiques, il n’y a pas de couche distincte à observer. Le sol change graduellement avec la profondeur.

**Tableau 1. Succession des couches dans un sol travaillé en profondeur**

Couche – épaisseur (plus ou moins variable)	Caractéristiques générales
Travail superficiel Épaisseur : 5 à 7 cm	Structure souvent en bon état. Présence d’une croûte de battance possible.
Travail profond non repris Épaisseur : 10 à 15 cm	Structure en bon état, sauf en cas de passages en conditions humides au printemps.
TR : Transition Épaisseur : 5 à 30 cm	Structure souvent compacte en raison de tassement dû aux passages d’équipements lourds (par ex. : épandeurs, batteuses) ou d’un lissage dû aux passages d’outils à disques.
Non affectée par les passages de machinerie Épaisseur : 30 à 60 cm	Structure généralement en bon état dans les sols naturellement bien structurés. Certains sols ont une structure massive naturelle (par ex. : tills). En général, on creuse le profil jusqu’à cette zone.
Zone plus profonde avec présence de nappe d’eau dans de nombreux cas	Sol généralement non structuré (aspect massif).

## ÉVALUATION DE LA STRUCTURE DU SOL

La structure du sol est le mode d’agrégation des particules primaires (sable, limon, argile et matière organique) en particules composées nommées agrégats. Les agrégats sont séparés les uns des autres par des plans de moindre résistance, ce qui contribue à la porosité du sol. Les particules primaires sont agrégées soit par l’activité biologique, soit par des forces internes causées par l’argile. Les agrégats sont d’origine naturelle.

La plupart des sols ont une structure naturelle. Toutefois, les sols qui ne contiennent presque pas d’argile ou les sols saturés d’eau en permanence font exception à cela. Dans le premier cas, sans la présence d’une quantité suffisante d’argile, la structuration n’est possible qu’avec une quantité minimale de matière organique et la présence d’activité biologique. Dans le deuxième cas, il faut que le sol puisse sécher pour qu’apparaissent des fissures qui permettront la naissance des agrégats.

Cultiver le sol amène à exercer des forces qui tendent à coller les agrégats entre eux et à former des mottes. Bien qu’à ce stade on ne puisse pas vraiment parler de compactage, il s’agit quand même là du début du processus de compactage. Plus les forces appliquées sur les agrégats par l’activité anthropique sont intenses, plus les agrégats collent fortement entre eux et plus le sol devient compacté. À l’extrême, ils sont complètement écrasés et le sol devient massif et sans structure. Par la suite, les cycles gel-dégel et humidité-sécheresse peuvent restructurer le sol. En effet, de tels cycles fissurent le sol et ce dernier se divise à nouveau. Plus le sol est lourd, plus le nombre d’années nécessaires pour restructurer le sol augmente. Les agrégats résultant de ce processus de compactage-décompactage sont beaucoup plus massifs que ceux observés avant le compactage.

Il est utile de faire l'évaluation de la structure de sol du profil en deux étapes. La première étape consiste à examiner une pelletée de terre. Cet examen permet principalement d'évaluer la structure de la couche de labour. Elle peut toutefois être aussi utilisée plus en profondeur, au fur et à mesure que l'on creuse le trou pour examiner le profil de sol. La deuxième étape consiste à prélever un peu de sol à différentes profondeurs du profil, puis à juxtaposer sur une surface plane le sol prélevé à chaque profondeur afin de distinguer la variation de la structure pour l'ensemble du profil et de localiser les différentes couches. Il est à noter que la technique du sondage au couteau permet aussi de situer les couches dans le profil.

Dans un sol en bon état, les mottes humides se défont facilement en agrégats. De plus, les mottes ont un aspect rugueux. Lorsque le sol est compacté, les mottes sont massives et lisses (sans porosité apparente). Dans les sols sableux non structurés, il est difficile d'observer le compactage à cause du manque de structure. Il faut alors regarder la répartition et la direction des racines pour voir si une couche de sol limite leur développement.

## **ÉVALUATION DE L'AÉRATION**

L'observation des couleurs de sol sert à compléter les diagnostics agronomiques et à amorcer un diagnostic de l'état de l'égouttement du sol. Dans certains cas de compactage ou de nappe perchée, il est relativement facile d'évaluer visuellement la couleur d'un sol. Dans d'autres situations, cette tâche peut être plus délicate et l'utilisation de la charte Munsell (code international d'indice de couleurs) peut être nécessaire. Il faut se garder de poser un diagnostic en se basant seulement sur la couleur du sol, car elle peut ne pas refléter l'état du sol au moment même de son observation.

### **Couleurs indicatrices de compactage ou de nappe perchée**

Normalement, l'aération du sol est plus faible en profondeur. Il est donc habituel de voir les couleurs rouge-brun de la surface évoluer vers des teintes neutres de gris-bleu ou gris-vert en profondeur. Cette évolution est généralement graduelle.

Lorsque le sol des horizons pédologiques A ou B est très compacté, il est fréquent de voir des petites zones bleutées, particulièrement en présence de résidus. Les microorganismes qui cherchent à décomposer les résidus utilisent tout l'oxygène disponible et réduisent ensuite différents composés, tels les composés ferriques, les nitrates et les composés soufrés afin d'en utiliser l'oxygène. Le fer réduit prend ainsi une teinte bleutée. Il y a souvent une odeur d'œuf pourri dans cette situation.

Une coloration gris-bleu généralisée d'une partie de l'horizon A et parfois du haut de l'horizon B indique des conditions réductrices qui sont souvent dues à une couche compactée ou naturellement peu perméable qui bloque l'eau et crée une nappe d'eau perchée.

### **Diagnostic de drainage des sols agricoles pouvant être fait à l'aide des couleurs du sol**

Les couleurs donnent certains indices qui permettent de compléter un diagnostic de drainage. Il s'agit souvent de cas par cas. Il faut toujours connaître l'historique d'assainissement du champ afin de savoir à quel point on peut se fier aux couleurs pour faire un diagnostic de drainage.

Il faut aussi être capable de reconnaître le processus pédologique dominant (par ex. : podzol, gleysol, brunisol, etc.) avant de poser un diagnostic sur la représentativité des couleurs et d'établir si elles sont symptomatiques d'un état de drainage particulier. La matrice du sol, lorsqu'elle est grise, bleue ou verdâtre (couleur terne) est typique des sols très mal à imparfaitement drainés. Dans ce cas, des marbrures sont en général présentes. Ces dernières sont des taches de couleur brun rouille dispersées dans la matrice du sol. Les marbrures proviennent du phénomène d'oxydation et de réduction du fer dû à des fluctuations de la nappe d'eau. Lorsque le sol est saturé en eau, le fer présent dans le sol est mis en solution sous forme ferreux ( $Fe^{++}$ ), ce qui donne au sol sa coloration neutre de couleur grise, bleue ou verte. Lorsque la nappe se retire, l'oxygène pénètre dans les pores du sol favorisant l'oxydation du fer dissout en fer ferrique ( $FeOH_3$ ), ce qui s'exprime par l'apparition de marbrures de couleur rouille.

Il est important de mentionner que la couleur des horizons A, B et C permet d'évaluer l'état du drainage naturel du sol, mais pas forcément l'état du drainage actuel alors que des travaux d'assainissement ont été réalisés tels que la pose d'un système de drainage souterrain, le recreusage de fossés ou de cours d'eau, l'installation d'avaloirs, etc. En effet, les couleurs mettent des dizaines, voire des centaines d'années à se modifier. Par conséquent, un sol ayant un drainage souterrain adéquat peut avoir des couleurs indiquant le contraire, car ces dernières n'ont pas encore évolué pour exprimer un meilleur drainage.

Il en est de même pour les marbrures qui peuvent s'être formées longtemps avant que le sol soit drainé artificiellement. En effet, le fer n'est redistribué dans le sol que lorsqu'il est sous forme ferreuse. Lorsque la nappe d'eau baisse de façon permanente, le fer qui est transformé en fer ferrique n'est plus redistribué et les marbrures restent présentes. La présence de marbrures n'indique donc pas forcément qu'il y a un problème de nappe d'eau qui fluctue au moment de l'observation. Cette dernière peut avoir fluctué dans le passé et les marbrures en sont des reliques.

## ÉVALUATION DE L'ACTIVITÉ BIOLOGIQUE

L'évaluation de l'activité biologique se fait de façon indirecte. La rapidité de décomposition des résidus de culture et du fumier constitue un premier indice pour évaluer l'activité biologique. L'activité des vers de terre et l'importance de la macroporosité d'origine biologique constituent deux autres indices.

### Vitesse de décomposition des résidus de culture et du fumier

Les résidus de culture sont constitués de tous les débris végétaux provenant de la culture (et des mauvaises herbes!) qui sont laissés au champ après la récolte. La vitesse de décomposition de ces résidus est fonction de l'activité microbienne du sol. Cette dernière dépend de l'aération du sol, du pH, de son humidité et de sa température. Les sables moyens et grossiers sont bien aérés et la décomposition y est plus rapide que dans les argiles. Il faut distinguer le fumier qui a un rapport C/N bas (10-30) des résidus qui ont un rapport C/N élevé (70-400) et qui, par conséquent, se décomposent plus lentement. La vitesse de décomposition dépend aussi de la répartition des résidus et de leur longueur.

Même en sol bien aéré, lorsque les résidus sont concentrés au fond du labour, la décomposition est plus lente. Un labour plat entraîne une concentration de résidus à la base du labour. Idéalement, le labour devrait être dressé, permettant une répartition des résidus dans l'ensemble de la couche travaillée. Il est difficile de chiffrer le temps que devraient prendre les résidus à se décomposer, car il y a peu de littérature scientifique à ce sujet. Les observations sur le terrain permettent de donner quelques lignes générales pour des résidus qui sont bien répartis dans le sol :

- s'il est incorporé l'automne précédent ou au printemps, le fumier ne devrait plus être visible à la fin de l'été;
- les résidus de culture devraient être peu abondants et très friables environ un an et demi après leur incorporation.

Des taux de décomposition lents indiquent une activité biologique ralentie. Les causes agronomiques peuvent être les suivantes :

- problème de drainage;
- problème de compactage;
- pH faible;
- un travail du sol inadéquat qui concentre trop les résidus en une couche.

### **L'évaluation de l'activité des vers de terre**

La présence de vers et de galeries de vers indique que le sol a une bonne capacité d'amélioration sur le plan de la structure, de la macroporosité et donc de l'aération. Les vers peuvent toutefois être présents en sol compact s'ils trouvent une nourriture abondante. L'absence de vers et de galeries n'indique pas forcément que le sol est en mauvais état. Les vers sont plus nombreux dans certaines textures de sol et ils n'aiment pas le sable. Ils sont aussi plus nombreux lorsque le sol n'est pas travaillé ou lorsqu'ils trouvent beaucoup de nourriture. Il n'existe pas de chiffres standards permettant de juger si le nombre de vers est adéquat.

En semis direct, il est aussi possible d'évaluer le nombre de turricules à la surface du sol et de cabanes (petits amas de brindilles réalisés par les vers de terre et qui cachent l'orifice des galeries).

### **La macroporosité d'origine biologique**

On distingue la macroporosité fine (pores de 0,5-2 mm) et la macroporosité grossière (pores de plus de 2 mm). La macroporosité peut être d'origine biologique (par ex. : galeries de vers de terre, espaces laissés par les racines qui se sont décomposées, espaces visibles entre les agrégats) ou d'origine mécanique (par ex. : fissures entre les mottes de sol). Plus les macroporosités fines et grossières d'origine biologique sont importantes, plus il y a de la vie dans le sol et plus ce dernier est en bon état. Cette règle n'est toutefois pas absolue, car il peut y avoir des vers de terre et des galeries alors que le sol est compacté. Dans un tel cas, la macroporosité fine est toutefois faible. D'autre part, en sol très sableux avec une structure amorphe ou particulière, il y a en général peu de macroporosité d'origine biologique.

## ÉVALUATION DE L'ÉTAT DES RACINES

L'aspect des racines est l'un des critères les plus importants pour évaluer le compactage. L'observation des racines est capitale dans les sols sableux où il peut être très difficile d'évaluer la structure.

Les grosses racines comme celles du maïs, du soya, de la luzerne et des légumes racines sont faciles à examiner. Les racines de céréales et de foin de graminées sont difficiles à examiner, car elles sont très fines. Il est toutefois possible d'évaluer leur abondance et leur répartition.

Lorsque le sol ne présente pas d'obstacle, les racines sont réparties dans tout le profil de façon régulière. Toutefois, les racines sont toujours plus nombreuses dans l'horizon A, en raison de l'abondance d'éléments nutritifs et de matière organique qu'elles y retrouvent.

Quand les racines ont de la difficulté à pénétrer le sol, elles peuvent être concentrées de façon anormale dans la couche superficielle du sol ou, plus en profondeur, dans les fissures ou dans les biopores.

Plusieurs types de déformations peuvent aussi être observés :

- épaississement du bout des racines lorsque celles-ci essaient de pénétrer une zone compacte;
- présence de nombreuses racines latérales (aspect duveteux) afin de compenser le fait que les racines principales ne peuvent pas s'allonger;
- regroupement des racines qui se développent dans une zone de moindre résistance comme dans une fente entre deux blocs;
- racines aplaties lorsque les racines passent entre deux mottes et que l'espace entre les mottes est très faible;
- courbure des racines à la jonction d'une zone non compacte et d'une zone compacte : en général, les racines commencent à pousser vers le bas, puis prennent une direction horizontale.

Il faut aussi observer l'aspect général de la masse racinaire ainsi que la profondeur de cette masse. Il peut être utile de faire une comparaison entre le système racinaire des plantes d'une zone à problème et celui des plantes d'une zone sans problème. D'autre part, l'observation de racines de mauvaises herbes peut apporter une information supplémentaire précieuse. La nodulation des légumineuses doit aussi être notée.

## AMÉLIORATION DE L'ÉTAT DES SOLS

Un bon drainage de surface et souterrain est indispensable pour avoir des sols en bon état. Il est difficile d'améliorer un sol si ces conditions ne sont pas remplies. L'utilisation d'engrais verts de façon régulière dans la rotation et l'ajout de matière organique jouent un grand rôle pour l'amélioration de la productivité des sols. Le sous-solage fait en bonne condition est nécessaire

lorsque le sol est compacté. L'idéal est de combiner cette technique avec l'utilisation d'engrais verts afin de stabiliser le sol grâce aux racines.

## RÉFÉRENCES

Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2008. Système d'information des sols du Canada (SISCan). Études pédologiques du Québec.

<http://sis.agr.gc.ca/siscan/publications/pq/index.html>

<http://sis.agr.gc.ca/siscan/nsdb/detailed/pq/zipfiles.html>.

Brunelle A. et V. Savoie. 2000. Guide des pratiques de conservation en grandes cultures, diagnostic et correction de problèmes de compaction et de drainage, module 7 : Compaction et drainage, Problèmes de drainage. Conseil des productions végétales du Québec, 2000, Québec, 520 p.

Groupe de travail sur la classification des sols. 2002. Le Système canadien de classification des sols. 3<sup>e</sup> édition. Direction générale de la recherche, Agriculture et Agroalimentaire Canada, Ottawa, ON. 1646. 196 p.

Institut de recherche et de développement en agroenvironnement. Études pédologiques. [http://www.irda.qc.ca/docs\\_web/etu\\_pedolo.aspx](http://www.irda.qc.ca/docs_web/etu_pedolo.aspx)

Lamontagne L. et M.C. Nolin. 1997. Cadre pédologique de référence pour la corrélation des sols. Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Québec, QC, Bulletin d'extension numéro 7. 69 p.

Lamontagne L. et M.C. Nolin. 1997. Dossier des noms de sol au Québec. SISCan. Système d'information des sols au Québec. Équipe pédologique du Québec, Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada. Québec, QC. Bulletin d'extension numéro 8. 56 p.

Munklom L. 2000. The spade analysis – a modification of the qualitative spade diagnosis for scientific use. Ministry of Food, Agriculture and Fisheries. Danish Institute of Agricultural Sciences. DIAS Report 28.

Savoie V. 2005. Les principales causes d'un mauvais drainage de surface, diagnostic et correction. Colloque en agroenvironnement, 2005, Drummondville. [http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/diagnostic\\_correction\\_drainage.pdf](http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/documents/diagnostic_correction_drainage.pdf)

Service national d'information sur les terres et les eaux (SNITE). [http://www.agr.gc.ca/nlwis-snite/index\\_f.cfm](http://www.agr.gc.ca/nlwis-snite/index_f.cfm)

Stämpfli, N., R. Beaulieu, M. Guillou et I. Breune. 2007. Agriculture et Agroalimentaire Canada. Diagnostic et solutions de problèmes d'érosion au champ et de drainage de surface <http://www.agrireseau.qc.ca/agroenvironnement/>



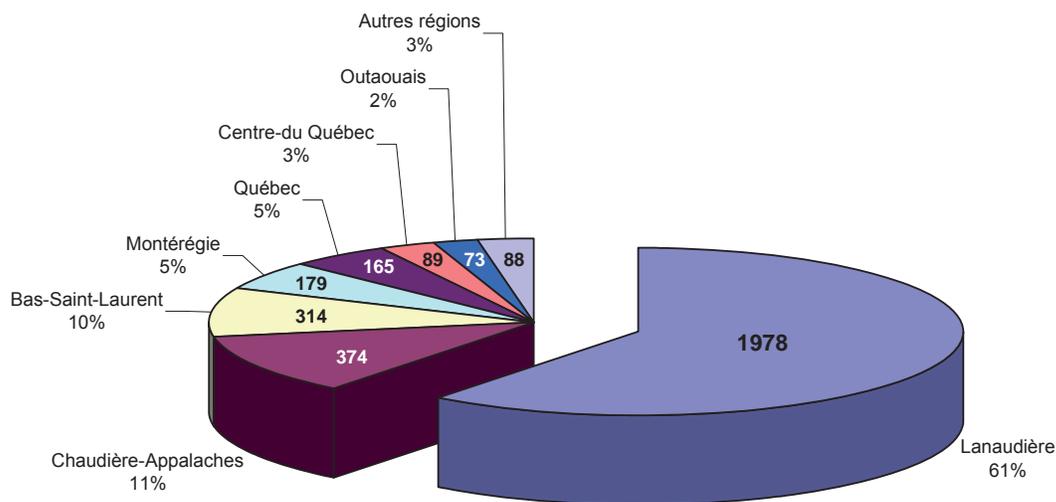
## L'irrigation de la pomme de terre au Québec : état de la situation et tendances

Daniel Bergeron, M.Sc., agronome, conseiller en horticulture  
MAPAQ, Centre de services agricoles de Québec  
1685, boulevard Hamel Ouest, bureau RC-22  
Québec (Québec) G1N 3Y7

Téléphone : 418 643-0033, poste 1707  
Télécopieur : 418 644-8263  
daniel.bergeron@mapaq.gouv.qc.ca

### 1. SUPERFICIES IRRIGUÉES

Selon BPR Groupe-conseil (2003), les superficies en pomme de terre recevant des apports d'eau au début des années 2000 s'établissaient à 3 260 hectares. Ces estimations (Figure 1) avaient été faites à partir des données du Recensement fédéral de l'agriculture de 2001 et du Portrait agroenvironnemental des fermes du Québec de 1998 (BPR Groupe-conseil, 2003).



\* Les superficies sont indiquées en hectare (ha).

Figure 1. Superficies en pommes de terre recevant des apports d'eau par région administrative du Québec au début des années 2000 (BPR Groupe-Conseil, 2003)

Il s'est avéré difficile d'évaluer, en 2012, l'évolution récente des superficies en pommes de terre irriguées au Québec, les données de l'étude de 2003 de BPR n'ayant pas été mises à jour.

Toutefois, il a été possible d'estimer les valeurs actuelles en consultant des producteurs agricoles, des conseillers des principales régions productrices de pommes de terre ainsi que les représentants de fournisseurs d'équipements d'irrigation.

Les conditions climatiques observées au cours des dernières années ont forcé plusieurs entreprises à se doter de systèmes d'irrigation afin d'approvisionner adéquatement les marchés en pommes de terre de qualité. Pour certaines, il s'agissait d'une nouvelle technique de production, pour d'autres, d'ajout de superficies irriguées. Une chose est certaine : l'irrigation dans la pomme de terre au Québec est maintenant fort importante. En effet, en considérant les équipements acquis par les entreprises et les pratiques observées, ce sont maintenant plus de 5 300 hectares qui peuvent être irrigués dans la pomme de terre au Québec. Cela représente une augmentation d'au moins 2 000 hectares au cours des dix dernières années.

## **2. TECHNIQUES UTILISÉES**

L'étude de BPR (2003) avait présenté l'importance des divers systèmes d'irrigation utilisés pour toutes les cultures confondues au Québec, sans mention spécifique à la pomme de terre. Les gicleurs étaient les plus utilisés, avec 50,1 % des entreprises, suivis par les canons avec 23,2 %.

Aujourd'hui, dans la pomme de terre, les canons enrouleurs se révèlent très populaires, mais des pivots et des rampes à basse pression font de plus en plus leur apparition dans les champs québécois. Une économie d'énergie et une meilleure efficacité de l'eau appliquée motivent les entreprises à opter pour ce type d'équipements.

## **3. RÉGIE DE L'IRRIGATION**

L'irrigation de la pomme de terre exige des quantités importantes d'eau de qualité. Les entreprises qui ont commencé l'irrigation de cette culture ont vite fait de le constater. Il s'avère extrêmement important de s'assurer que les réserves en eau répondent à ces besoins, à défaut de quoi l'investissement consenti pour un bel équipement ne saura être rentabilisé.

Aussi, la pomme de terre est souvent cultivée dans des sols sableux. Ces sols risquent de favoriser l'infiltration de contaminants comme les pesticides et autres intrants agricoles de la surface du sol vers les couches profondes et la nappe d'eau souterraine. Une régie adéquate de l'irrigation s'avère donc absolument nécessaire afin de faire en sorte que les quantités appliquées tiennent compte de la capacité de rétention des sols en présence et des besoins de la plante.

L'irrigation aidera à obtenir des pommes de terre en quantité et de qualité. Il faudra toutefois veiller à ce que la régie mise en place soit adéquate pour atteindre une utilisation optimale de l'eau et un retour intéressant sur l'investissement.

### **Référence citée :**

BPR Groupe-conseil. 2003. Analyse des questions d'approvisionnement en eau pour le secteur de l'agriculture – Province de Québec. Programme national d'approvisionnement en eau. Québec. 68 p.



## Role of Potato in Human Health

Danielle Donnelly, Ph.D. & Stan Kubow, Ph.D.  
Plant Science Dept. & School of Dietetics and Human Nutrition  
McGill University, Montreal

---

### INTRODUCTION

Potato has been used as a food for humans for more than 10,000 years, starting in South America where it originated. In the Andes Mountains, you can still find potato prepared as chuño today. In this process, tubers are piled on the ground and repeatedly frozen over several nights. Skin removal is done by trampling, then soaking or leaching in river water removes the bitter flavors of glycoalkaloids. Finally, sun-drying preserves chuño for up to several years. Another dry product is papa seca, which is produced by boiling, peeling, slicing, sun-drying and then grinding. Both chuño and papa seca are used in stews and soups. In the 1500's potato were spread to European countries, including Spain and England. Early consumers, including sailors, may have benefited from the relatively high vitamin C content of potato, which helped to prevent scurvy. Potato became so widely distributed in Europe that it is often called the "Irish potato" or "European potato". Nowadays, potato are grown in 160 countries and eaten fresh or following storage in most countries. In some countries where people have insufficient food, improved potato cultivars that deliver more nutrients, or better potato preparation and processing to increase micronutrient availability, is needed. In some countries where food is widely available, as in Canada, consumer demand is for food that is more convenient to eat, better tasting or novel, and healthier, such as organically-grown produce or cultivars with greater vitamin or mineral composition.

In many countries of the world, humans are getting heavier, and succumbing to a wide range of metabolic disorders that accompany overweight and obesity. Although many factors are to blame for this, including genetics and sedentary lifestyle, carbohydrate-rich foods such as potato are often blamed. On the other hand, potato has an important nutritional role to play in areas of the world where they are an important staple crop – for their great nutritional value.

The following pages outline:

- Where potato is grown and eaten
- Potato nutritional value and health properties
- Role of potato in disease prevention

### WORLD POTATO GROWING AREAS

Potato has tremendous yields per unit area compared with many other food crops. Yields are greatest in North America (averaging 40.6 tha<sup>-1</sup>), where they are double that of Europe, Latin America, or Asia, and much greater than in Africa. This is due to the cool North American climate,

ample rainfall, mechanization and economies of scale, relatively high inputs, longer growing season for which the longer season, higher yielding cultivars are suited, and better production systems that rotate cereals and forages with potato; these discourage disease and improve soil structure.

While potato growing areas have declined over the past 20 years in North America, Europe, and the former Soviet Union, growing areas have doubled in developing areas that include Africa, Asia, and Latin America. The top three world leaders in potato production are China (# 1) and India (# 3), both with a steep trajectory for increasing potato growing areas of around 6% per annum, and the Russian Federation (# 2). Asian production is increasing so rapidly because of increasing numbers of potato consumers in both areas of production and non-production, increasing interest in processed potatoes, and use as animal feed for an expanding livestock industry. Half the global potato supply is now eaten in Asia. The relatively low per capita consumption indicates lots of room for increased demand, which could double or triple in the next few years. Recent soaring food prices in Asia and Africa resulted from diversion of grain from animal feed to biofuels, as well as shortages of fuel and fertilizers. Potato is increasingly important to world food security in developing countries, where it supplements or has replaced grain-based diets.

Global climate change is already impacting agricultural production. Major adaptations will involve planting time and cultivar choices (particularly more heat tolerant cultivars) and will vary with geographic areas. Least affected will be high latitudes (Canada, China, Russia, Scandinavia) and high altitudes in the tropics (Altiplano of Peru and Bolivia) where production area may increase. Most affected areas will be lower latitudes (Europe, Russia, and Kazakhstan) where yield is predicted to decline and subtropical areas (India, Bangladesh) where potato is already grown during the coolest season offering little scope to maintain growing area and yields.

## **POTATO NUTRITIONAL VALUE & HEALTH PROPERTIES**

Potato is higher in dry mass and protein per unit growing area than cereals! However, consumers are often under the impression that potatoes make you fat; that they are high in calories and fat compared with other carbohydrate sources such as rice, pasta, or bread. This is incorrect as potato has negligible fat and a low energy density similar to legumes. Potato and potato products could replace cereal or cereal products in many cooked and processed food items.

### **Carbohydrates**

Carbohydrates, primarily starch, make up 10-30% of the total fresh mass of the tuber. The later maturing cultivars achieve the largest size and greatest starch yield compared with the earlier maturing cultivars. Starch is packed into starch granules that contain two forms of starch; amylose (long chains of glucose residues) and amylopectin (branched chains of glucose residues). On average, cultivated potato have a ratio of about 1 : 3 amylose : amylopectin. However, the range among cultivars is 22-43% amylose. It is generally agreed that cultivars with greater amylose content would be healthier. One reason for this relates to the speed at which potato starch is digested to sugars which enter the bloodstream. The crystal-like properties of starch granules make them resistant to starch-digesting enzymes, with amylose more resistant to enzymatic cleavage than amylopectin. The cooking process causes starch to gelatinize and lose its crystalline properties.

This makes the starch more readily solubilized. From the human health point of view amylose is more resistant to digestion than amylopectin. When we eat starches with relatively greater amylose content, the digestion is slowed so the blood glucose raising response is lower than when amylose content is less. When potato is cooked and then cooled, as when potato salad is made, starch retrogrades (resumes its crystalline properties). Potato salad is therefore a healthier product than hot boiled or mashed potato (depending upon what you eat it with). Potato that is fried in oil tends to absorb less fat if the starch content is greater in amylose than amylopectin as the strong film-forming characteristics of amylose are known to inhibit oil pick-up in fried foods. Since higher amylose starches reduce oil penetration they are favored for use in snack foods to reduce consumer fat intake.

As a starch item, potato should be consumed in moderation and without excess lipid additions. It is not necessary to restrict potato from the diets of people attempting weight control or weight loss. In addition to the important food benefits of the potato, a meal containing potato contributes to a feeling of fullness (satiety). This is a good thing in preventing over-eating. Potato servings do not in themselves promote overweight or obesity; this is a complex problem with many contributing factors, particularly inactivity and consumption of starchy food with additions of high calorie lipids.

In storage, the equilibrium between starch and their sugar break-down products can change with time. The more sugars are present, the darker the fry colour as these sugars caramelize in the hot oil. Quebecers love their dark-coloured French fries! However, the industry for frozen fry products is geared towards a very pale product. Why is this? When carbohydrate-rich food is heated, reducing sugars and the amino acid asparagine can combine to form a toxic product called acrylamide. The amount of acrylamide present in some commonly eaten foods, such as toast, coffee, and French fries is worrying. It appears prudent to limit acrylamide in heat processed potato products, although no studies have yet supported a link between dietary acrylamide exposure and human neurotoxicity. This has been related in part to human exposures to dietary acrylamide being from 50-300 times lower than in animal experimental toxicity studies. Moreover, since acrylamide is found in a wide variety of regularly consumed foods, large changes in acrylamide concentration either for a single food or categories of foods is unlikely to impact significantly on overall intake or health risk for the population. The advice from the US Food and Drug Administration is to eat a balanced and varied diet low in trans and saturated fat and rich in whole grains, fruits, and vegetables.

## **Protein**

Potato protein generally ranges from 1-1.5% of tuber fresh mass. Compared with other raw vegetables, potato is not typically thought of as a good dietary protein source. However, the quality of potato protein is exceptionally good. On a scale of biological value (BV) compared to whole egg (BV 100), potato had a BV of 90-100. In contrast, soybean was 84 and beans 73. Compared with the cereal proteins, potato has more lysine and less sulfur-containing amino acids (methionine and cysteine). Patatin is the major storage protein, but there are others of importance. One of these, proteinase inhibitor 2, has been incorporated into a weight loss supplement (Slendesta ®) as this protein acts as an appetite suppressant to increase satiety.

At various points in history, such as in Europe at the time of the “Potato Famine” people were able to sustain themselves on a diet of potato alone, or with few other dietary items, such as cow’s milk. There are individuals today who subsist on a diet of potato alone, sometimes for a very long time, without apparent illness. This is largely attributed to the high energetic value of potato carbohydrates in combination with the high quality of potato protein.

## Lipids and Dietary Fibre

Only a tiny fraction of potato weight (0.15 g/150 g FM) is composed of lipids; less than cooked rice (1.95 g) or pasta (0.5 g). The dietary fiber is supplied by cell walls, particularly the thick cell walls of the peel (periderm) which makes up 1-2% of the tuber. These fibers are believed to play a dietary role in reducing cholesterol levels. This is one very good reason to eat your potato peels!

## Minerals

Minerals are important to maintaining health through their function as electrolytes, enzyme constituents, antioxidants, and structural components for bones and teeth. Mineral deficiencies are common around the world because of the relatively low content of bioavailable minerals in many staple crops. Globally, calcium, iron, selenium, iodine, and zinc deficiencies are the most widespread forms of mineral malnutrition. Depending on the age range and gender, many Canadians do not appear to be meeting their dietary needs for calcium, magnesium, phosphorus, zinc, copper, and iron.

A recent study done in our lab, with help from local industry, compared the mineral content of 16 cultivars grown at 5 sites in Canada. The Quebec site grew ‘Chieftain’, ‘Goldrush’, ‘Russet Burbank’, and ‘Yukon Gold’. We determined that a consumer who eats one serving of potato per day could receive from 30-48% of the recommended daily intake (%RDI) for macrominerals except for calcium and sodium and from 6-82% of the RDI for trace minerals. Across all 5 growing sites, ‘Russet Burbank’ ‘Freedom’ and ‘Yukon Gold’ had the greatest contribution of minerals per serving (150 g fresh mass). In one serving a day, these supply 30-62% of the RDI for the macrominerals magnesium, phosphorus and potassium (twice the overall average) and 12-82% of the RDI of the trace minerals copper, iron, selenium, and zinc (1.3-3.4 times the overall average).

So potato, as a major staple food crop, could play an important role to combat mineral deficiencies through its relatively high mineral content. Also, potato is high in compounds that promote mineral bioavailability, such as ascorbate,  $\beta$ -carotene, organic acids, and cysteine-rich polypeptides. Furthermore, potato is relatively low in anti-nutrients that decrease mineral bioavailability, such as oxalates and phytates.

This study highlighted the very important contribution of potato to the Canadian diet in terms of mineral content, particularly due to the substantial estimated consumption of potatoes in the Canadian diet (190.66 g/person/day); more than one serving. It also showed that some potato contribute more minerals than others, so using cultivar names would help consumers request specific high-mineral cultivars. On a cautionary note, none of the potato examined were high in calcium, and many Canadians are deficient in this mineral. A potato with a significantly greater calcium content would be desirable.

## Vitamins and Other Useful Phytochemicals

Potatoes are an important source of vitamin C (ascorbic acid) in many areas of the world. Levels range from 84-145 mg per 100 g dry mass, depending on cultivar, planting site, and storage conditions. Vitamin C is important to the availability of iron, a mineral that tends to be limiting in our diet. Also present are several B vitamins (folic acid, niacin, pyridoxine, riboflavin, and thiamin). In particular, potatoes are described as a good dietary source of pyridoxine (vitamin B6).

Carotenoids, and their derivative xanthophylls are diverse lipid-soluble pigments. Xanthophylls are the most abundant carotenoids in potato. Two of these pigments ( $\beta$ -carotene and lutein) are important in eye health. Vitamin A deficiency is widespread globally. This leads to various ailments, including blindness and premature death.  $\beta$ -carotene is a potent dietary source of vitamin A (pro-vitamin A). Lutein is an oxygenated xanthophyll that protects against one of the leading causes of visual impairment and blindness in older North American adults, called macular degeneration. Yellow-fleshed potatoes are the best source of lutein, with a trace of  $\beta$ -carotene. However, you'd have to eat a lot of yellow potato to meet your  $\beta$ -carotene and lutein requirements for maximum eye health. It is best to supplement with root vegetables such as carrot and sweet potato, as well as brightly coloured fruit including bell pepper and tomato.

## ROLE OF POTATO IN DISEASE PREVENTION

As noted above, potato contains energy-rich carbohydrates, high-value protein, is low in fats, and is important as a source of vitamins and minerals. As such, potato has an important role in maintaining our health. Potatoes also contain a diverse number of compounds, including vitamin C, carotenoids, some minerals, and various phenolic substances that are important as antioxidants.

Most antioxidants are invisible to us, including phenolic acids and polyphenols that occur in relatively high concentration and diversity in potato tubers. These include chlorogenic acid, caffeic acid, ferulic acid, and others. Polyphenolic compounds are responsible for a large part of the antioxidant capacity of potatoes. Other antioxidants are pigments that are highly visible, and brightly coloured, such as anthocyanins and carotenoids. Usually cultivars high in anthocyanins are low in carotenoids, and vice versa, but breeding efforts may overcome this. Anthocyanins occur as red, blue, and purple pigments in skin and flesh of many wild species and some cultivars. These highly coloured potatoes are more widely grown in Canada now than in previous years. Some are for use in cooking or processed into chips.

Antioxidants are compounds that protect cells and tissues from the damaging effects of reactive oxygen species (ROS). These ROS are linked to the initiation and progression of many important age-related and inflammatory disease conditions, including arthritis, atherosclerosis, cancers, cardiovascular diseases, diabetes, gastrointestinal disorders, and neurodegenerative diseases. Consumption of foods high in antioxidant content is expected to increase antioxidant levels in the body. Studies have repeatedly shown that people who eat more servings of fresh fruit and vegetables have reduced incidence of a wide range of metabolic diseases. There is no consensus on the role of vegetable consumption in prevention of cancer. Little has been published on the long-term cancer related health effects of potato in diets of consumers around the world.

However, short term studies have implicated potato anthocyanins, glycoalkaloids, and lectins as anti-tumor agents. Little has been published on the role of potato in preventing cardiovascular disease. It is known that for maximum heart health, potato should be prepared with few fat additions and the peels should be eaten for their fiber content. There is some evidence that potato protein, resistant starch, and phosphorylated starch contribute to cholesterol-lowering properties. Phytochemicals, particularly antioxidants, are implicated in reducing inflammation, a risk for cardiovascular disease. Diabetes is increasing world-wide and is characterized by insulin resistance and often associated with obesity. The combination within potato of readily absorbable carbohydrate that rapidly raises blood glucose versus anti-diabetic factors such as antioxidants complicates the role of potato in prevention and management of diabetes. Some antioxidants increase insulin sensitivity, which can be important in diabetes prevention. Two phenolics (caffeic and chlorogenic acids) found in high concentrations in potato, were implicated in prevention of type-2 diabetes (Paynter et al., 2006) but more studies are needed to confirm the link between potato dietary fiber and polyphenolic content in prevention or management of diabetes.

*This summary was abstracted from the following:*

Camire, M.E., S. Kubow and D.J. Donnelly. 2009. Potatoes and Human Health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 49:823-840.

Nassar, A.M.K., K. Sabally, S. Kubow, Y.N. Leclerc and D.J. Donnelly. 2012. Some Canadian-Grown Potato Cultivars Contribute to a Substantial Content of Essential Dietary Minerals. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 60:4688–4696.



Le 23 novembre 2012  
Centre de congrès et d'expositions de Lévis

*30 ans d'excellence et d'innovation*

**Le comité organisateur  
remercie sincèrement  
les collaborateurs  
financiers suivants...**

Comité pomme de terre





LA PATATE LAC-SAINT-JEAN



Vente et mise en marché  
de pommes de terre

**1 800 864-2292**  
**WWW.PLSJ.CA**

# SEMER LA RÉUSSITE

Nos experts comprennent votre réalité et s'investissent de tout cœur dans la réalisation de vos projets.

[bnc.ca/entreprises](http://bnc.ca/entreprises)





Les miracles de la science™

## RELEVEZ VOS STANDARDS!

**Vertisan<sup>mc</sup> de DuPont<sup>mc</sup> - un nouveau regard sur la gestion de la maladie.**

Quand vient le temps de protéger votre précieuse culture de pommes de terre, n'acceptez rien d'autre que ce qu'il y a de mieux. Lancement du fongicide Vertisan<sup>mc</sup> de DuPont<sup>mc</sup> : un nouveau fongicide puissant pour gérer la rhizoctonie, la pourriture grise et la brûlure alternarienne dans les pommes de terre.

Des questions? Veuillez demander à votre détaillant, appeler au 1-800-667-3925, ou visiter [protectiondescultures.dupont.ca](http://protectiondescultures.dupont.ca)

**DuPont<sup>mc</sup>  
Vertisan<sup>mc</sup>**

N'utilisez tout produit de protection des cultures, il faut suivre soigneusement les directives de l'étiquette.  
Le logo ovale de DuPont, DuPont™, Les miracles de la science™, Vertisan™ sont des marques déposées ou de commerce de E. I. du Pont de Nemours & Cie. La Société E. I. DuPont du Canada détient une licence. Membre de CropLife Canada.  
© Droits d'auteur 2012, la Société E. I. du Pont Canada. Tous droits réservés.

Fière de participer à ce colloque



Fédération  
des producteurs  
de pommes de terre  
du Québec



# Voyez comme la traçabilité est facile

Faites le suivi de votre production de pommes de terre avec Gestionnaire de champs PRO

Vos clients veulent des produits traçables. Avec Gestionnaire de champs PRO, vous pouvez faire le suivi de vos intrants, coûts et activités. Augmentez la qualité marchande de votre récolte de pommes de terre et obtenez une vue d'ensemble complète de votre production et de vos registres agricoles. Gestionnaire de champs PRO comprend un logiciel pour ordinateur de bureau et un logiciel pour ordinateur de poche.

1-800-667-7893 | [www.logicielsfac.ca](http://www.logicielsfac.ca)



**Financement agricole Canada**  
Pour l'avenir de l'agroindustrie

Canada





# L'assurance récolte, indispensable!



## QUATRE BONNES RAISONS D'Y ADHÉRER :

- une protection annuelle de vos récoltes contre les risques naturels et incontrôlables;
- la liberté d'assurer une ou plusieurs de vos cultures;
- la possibilité de choisir parmi différents niveaux de protection;
- des indemnités versées rapidement à la suite de dommages causés à vos récoltes.

Pour connaître  
les dates limites  
d'adhésion  
des différentes  
productions:

[www.fadq.qc.ca](http://www.fadq.qc.ca)  
1 800 749-3646

## TOUT COMPTE FAIT, C'EST CHOISIR LA TRANQUILLITÉ D'ESPRIT !

Pour en savoir plus, téléphonez dès aujourd'hui à un conseiller en assurances de La Financière agricole du Québec, cette personne saura vous proposer des protections adaptées à votre réalité.

**La Financière  
agricole**

Québec 

Québec 

*Cultivons l'avenir*, une initiative fédérale—provinciale—territoriale

Canada 



RBC Banque Royale®

# Des conseils financiers spécialisés qui favorisent le succès de votre entreprise agricole.

Une équipe de directeurs de comptes RBC® est spécialisée  
dans les services financiers à l'agriculture.

Pour parler à un directeur de comptes,  
Services agricoles, visitez le  
[rbcbanqueroyale.com/agriculture](http://rbcbanqueroyale.com/agriculture).  
1-800-769-2520

Une banque de conseils  
pour vous guider.<sup>MC</sup>



MC

# Puissant. Concentré.



## Echo<sup>®</sup>. Le plus fort, le meilleur.

Echo est un fongicide de nouvelle génération reconnu pour son activité à large spectre contre les maladies dans une vaste gamme de cultures. Avec sa concentration supérieure en chlorothalonil, Echo met les pathogènes fongiques en échec bien avant qu'ils puissent endommager votre culture. Grâce à sa technologie DuraShield<sup>™</sup>, Echo bénéficie d'une résistance durable au lessivage, quelle que soit la météo ou la pression d'irrigation. Protégez votre culture. Fiez-vous à la puissance d'Echo, à son endurance et à son mode d'action multisite pour en faire le pilier de votre stratégie de lutte aux maladies.

Visitez [www.uap.ca](http://www.uap.ca) pour consulter l'étiquette.

Colombie-Britannique : 1-604-534-8815

Prairies : 1-800-561-5444

Ontario & Maritimes : 1-800-265-5444

Québec : 1-800-361-9369

## Echo<sup>®</sup>

### Durashield<sup>™</sup>

Excellente résistance  
au délavage



[www.uap.ca](http://www.uap.ca)

Toujours lire l'étiquette et s'y conformer.

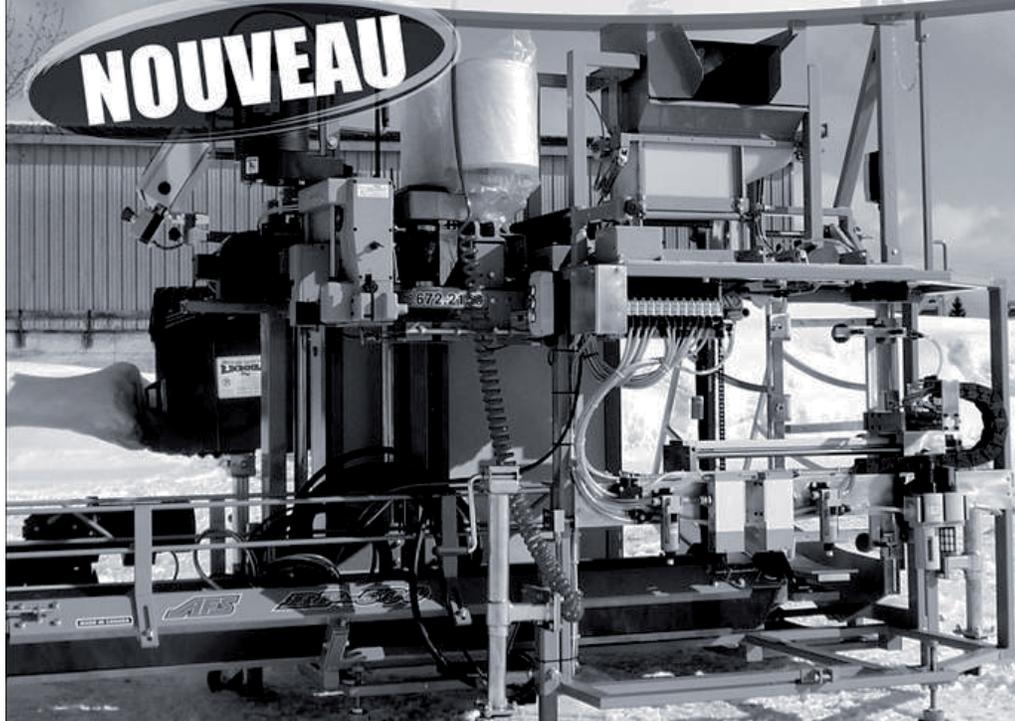
© <sup>™</sup> Echo est une marque déposée et DuraShield est une marque commerce de Sipcam Agro USA Inc. 12034 09.12

NOUS CONCEVONS ET FABRIQUONS POUR VOUS!

# BP-500

Placeur papier  
pour 50 lbs.

**NOUVEAU**



## Équipements agricoles

Ligne complète d'emballage • Présentateurs de sacs papier et plastique • Bancs couseurs • Convoyeurs

Distributeur Calibreur D.T Dijkstra **D.T. Dijkstra**

Distributeur de balance automatique ABV



Pomme de terre • Oignon • Betterave • Carotte nantaise • Rutabaga • Radis



**AFS** Ateliers de  
Fabrication  
Saguenay inc.

1190 rang 5, St-Amboise (QC) G7P 2E2  
Tél.: 418-672-2154 Téléc.: 418-672-4490

Tél.: 418-672-2156 Téléc.: 418-672-6795

[www.afscanada.ca](http://www.afscanada.ca)



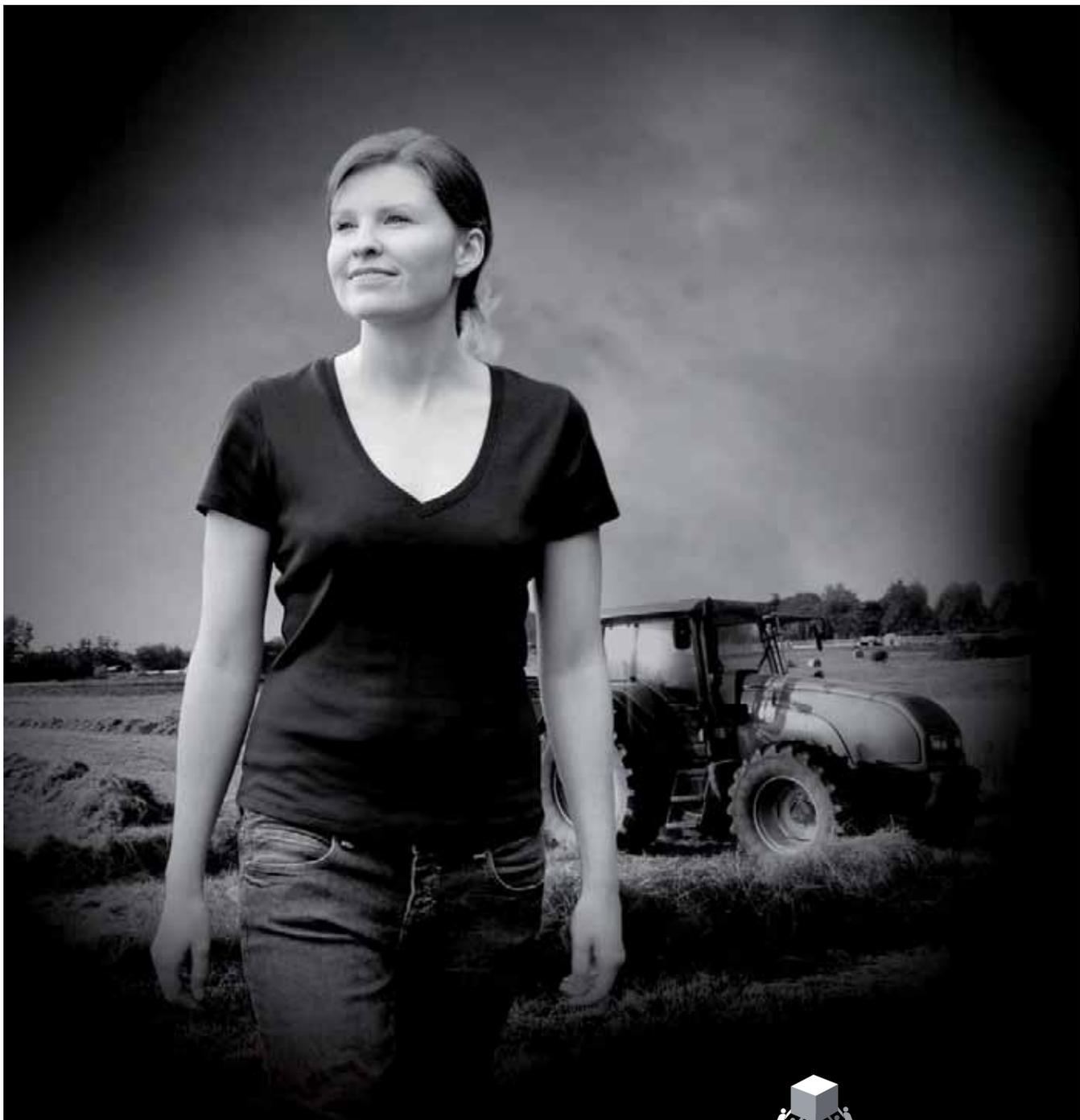
**TITAN<sup>MC</sup>**  
**EMESTO<sup>MC</sup>**

**Une autre façon  
de voir les traitements  
de plantons**

Un seul de ces plantons de pommes de terre est protégé contre la plus grande diversité d'insectes et de maladies envisageable. Un seul est à l'abri grâce à deux nouveaux fongicides. Un seul bénéficie d'une protection maximale contre le fusarium, même les souches les plus résistantes. Enfin, un seul est recouvert de Titan<sup>MC</sup> Emesto<sup>MC</sup>, le premier et l'unique traitement pour plantons offert sous forme de liquide coloré. Facile d'emploi, il permet de bien voir la différence qu'il apporte... et vous n'avez encore jamais vu une telle efficacité.

Apprenez-en davantage au  
[BayerCropScience.ca/TitanEmesto](http://BayerCropScience.ca/TitanEmesto)

 Bayer CropScience



Desjardins, premier groupe financier coopératif  
au Canada.



**Desjardins & Cie**

C'est tout Desjardins qui appuie la filière agroalimentaire.

[desjardins.com/entreprises](http://desjardins.com/entreprises)



**Desjardins**

Coopérer pour créer l'avenir

**METTEZ-VOUS À LA PAGE**

Abonnez-vous maintenant

# le Bulletin des agriculteurs



## La référence en nouvelles technologies agricoles au Québec

Comptez sur *le Bulletin des agriculteurs* pour vous faire découvrir les nouvelles techniques et technologies agricoles.



Économisez du temps en vous abonnant sur le web dès maintenant:

[www.leBulletin.com/abonnement/](http://www.leBulletin.com/abonnement/)

Service aux abonnés: 514 766-9554  
poste 226



Rendez-vous **SERVICE**  
Demandez **CONSEIL** à un agronome

## L'ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC EST FIER DE S'ASSOCIER AU SUCCÈS DE CET ÉVÉNEMENT

L'ORDRE DES AGRONOMES DU QUÉBEC (OAQ) EST L'ORDRE PROFESSIONNEL  
QUI A LE MANDAT DE PROTÉGER LE PUBLIC EN GARANTISSANT NOTAMMENT  
UNE HAUTE QUALITÉ DES SERVICES PROFESSIONNELS EN AGRONOMIE.

AU QUÉBEC, QUELQUE 3 300 AGRONOMES  
SONT MEMBRES DE L'OAQ. DES FEMMES ET  
DES HOMMES DE TALENT DONT L'EXPERTISE  
EST REQUISE DANS DE MULTIPLES CHAMPS  
D'ACTIVITÉ. DES PROFESSIONNELS DONT LES  
DOMAINES D'INTERVENTION REFLÈTENT LA  
DIVERSITÉ DES PASSIONS QUI LES ANIMENT.

Productions animale et végétale  
Contrôle de la qualité des aliments  
Gestion de l'eau, de l'air et du sol  
Protection de l'environnement  
Recherche fondamentale et  
appliquée  
Biotechnologies  
Enseignement  
Services-conseils  
Microbiologie  
Économie, financement et  
gestion agroalimentaires  
Génie rural

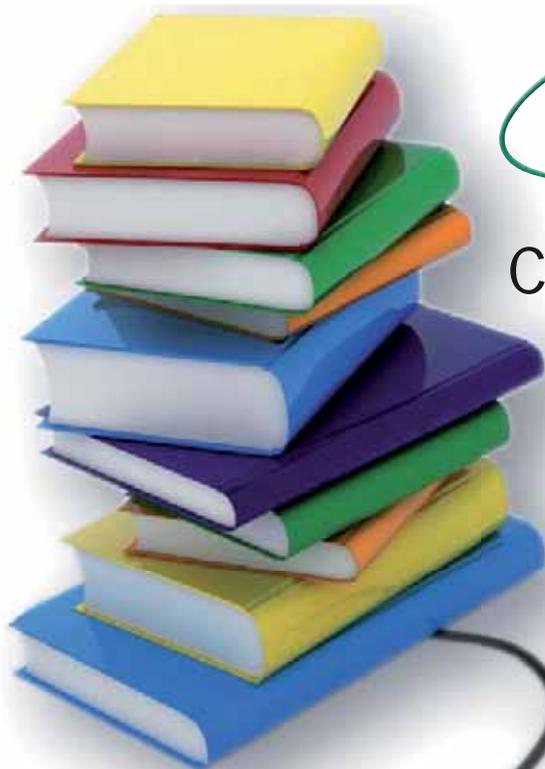
Transformation alimentaire  
Mise en marché  
Développement régional  
Aménagement du territoire  
Transfert technologique  
Géomatique et télédétection  
Gestion des pesticides  
Aménagement paysager  
Horticulture ornementale  
Journalisme  
Communication  
Coopération internationale



**Ordre  
des agronomes  
du Québec**

**Pour plus d'information sur la profession**

1001, rue Sherbrooke Est, bureau 810, Montréal (Québec) H2L 1L3  
Tél : 514 596-3833, poste 0  
agronome@oaq.qc.ca    www.oaq.qc.ca



C'est **LA bibliothèque virtuelle**  
agricole et agroalimentaire



**ABONNEZ-VOUS  
C'EST GRATUIT!**

**[WWW.AGRIRESEAU.QC.CA](http://WWW.AGRIRESEAU.QC.CA)**

*Agriculture, Pêcheries  
et Alimentation*

Québec 

CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC



**CRAAQ**

CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR

# Besoin d'un coup de main?

Trouvez le professionnel qu'il vous faut!



[www.repertoiresducraaq.ca](http://www.repertoiresducraaq.ca)

Ciblez votre recherche par région, par service offert et par production parmi les différents répertoires. Que ce soit pour un appui à la commercialisation de vos produits, pour améliorer l'efficacité de votre entreprise, pour démarrer un nouveau projet ou pour résoudre une problématique, vous y trouverez la ressource dont vous avez besoin.



CENTRE DE RÉFÉRENCE EN AGRICULTURE ET AGROALIMENTAIRE DU QUÉBEC





# *Références* ÉCONOMIQUES

## Un investissement payant!

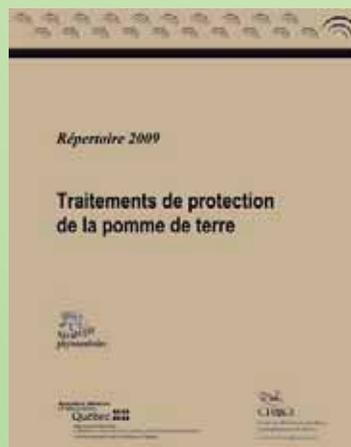
Investissez aussi peu que 20 \$  
dans un budget des *Références économiques*  
et bénéficiez du savoir et de l'expertise de  
conseillers en gestion, en financement et  
en productions végétale et animale.

[www.craaq.qc.ca/referenceseconomiques](http://www.craaq.qc.ca/referenceseconomiques)

# Pour des récoltes réussies!



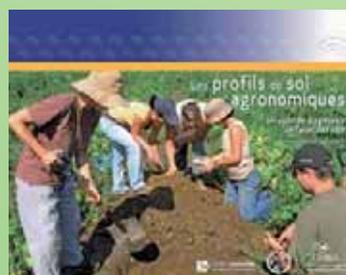
2002  
68 pages  
16 \$ + taxe



2009  
117 pages  
21 \$ + taxe



2010  
473 pages  
40 \$ + taxe



2009  
136 pages  
27,25 \$ + taxe

## Pour intégrer des cultures de rotation dans votre système de production!

SPÉCIAL  
Automne  
**50\$** + taxe



2012  
148 pages  
57 \$ + taxe

CONSULTEZ NOTRE CATALOGUE AU [WWW.CRAAQ.QC.CA](http://WWW.CRAAQ.QC.CA) OU COMMUNIQUEZ AVEC NOTRE SERVICE À LA CLIENTÈLE AU 418 523-5411 OU 1 888 535-2537



CULTIVER L'EXPERTISE  
DIFFUSER LE SAVOIR



G.R.T. Inc.



Une filiale de Propur Inc.

Producteurs situés dans le  
Bas-Saint-Laurent, en Gaspésie  
et au Saguenay-Lac-Saint-Jean

CP 605  
Rivière-du-Loup, Québec  
G5R 3Z3

G.R.T. inc.

Pomme de terre

- Semence
  - Primevère
  - Elfe
  - Rebond
  - Harmony
  - Tenace
  - Valor
  - Snowbird
  - AC Chaleur
  - Vivaldi
  - Du Mont
- Table
- Transformation

Téléphone : 418 862-7739  
Sans frais : 1 800 463-8003  
Télécopieur : 418 862-9421  
Courriel : grt2007@videotron.ca

*Chez-nous, le client avant tout!!!*

Prix Entreprise de l'Année 2009

Prix production industrielle  
et de transformation 2009

Gala du mérite économique  
du Saguenay et la  
Chambre de commerce  
du Saguenay



Pomme de terre

- Table
- Jumbo
- Transformation
- Centre  
d'emballage



Propur  
G r o u p e

Propur/Légupro  
1424, rang des Chutes  
Saint-Ambroise, Québec  
G7P 2V4

Téléphone : 418 672-4717  
Sans frais : 1 800 463-9594  
Télécopieur : 418 672-4058  
Courriel : propur@propur.com