

## LE NÉMATODE À KYSTE DU SOYA : UN PARASITE À SURVEILLER

Le nématode à kyste du soya (NKS; *Heterodera glycines* Ichinohe) est reconnu comme étant l'un des pires parasites de la culture du soya à travers le monde. Ce nématode est originaire d'Asie et sa répartition s'étend maintenant dans la majorité des pays producteurs de soya, particulièrement aux endroits où le soya est produit à une échelle commerciale. À titre d'exemple, le NKS est présent dans tous les États producteurs de soya aux États-Unis, où il cause des pertes économiques annuelles évaluées à plus d'un milliard de dollars. Au Canada, et jusqu'à tout récemment, on l'observait uniquement en Ontario, où il a été détecté pour la première fois en 1987 dans le sud-ouest de la province (Anderson et coll., 1988).

### État de la situation au Québec

En 2013, le NKS a été détecté pour la première fois au Québec dans un champ situé à Saint-Anicet en Montérégie-Ouest (Mimee, 2013). Au cours des trois dernières années, soit de 2013 à 2015 (voir Figure 1), le NKS a été détecté dans 54 échantillons (32 % des champs testés) répartis dans les 10 régions productrices de soya au Québec (Mimee et coll., 2016). La densité des populations retrouvées dans ces champs est très faible (moyenne d'environ 5 œufs/1 000 cm<sup>3</sup>) et les kystes retrouvés sont généralement secs et ne contiennent que peu d'œufs, indiquant que la reproduction du NKS n'est pas très active dans les champs où il a été détecté. De plus, dans tous ces champs, aucun symptôme visuel du NKS n'a été observé sur les plants de soya.

### Dépistage du nématode à kyste du soya pour les saisons 2013-2015

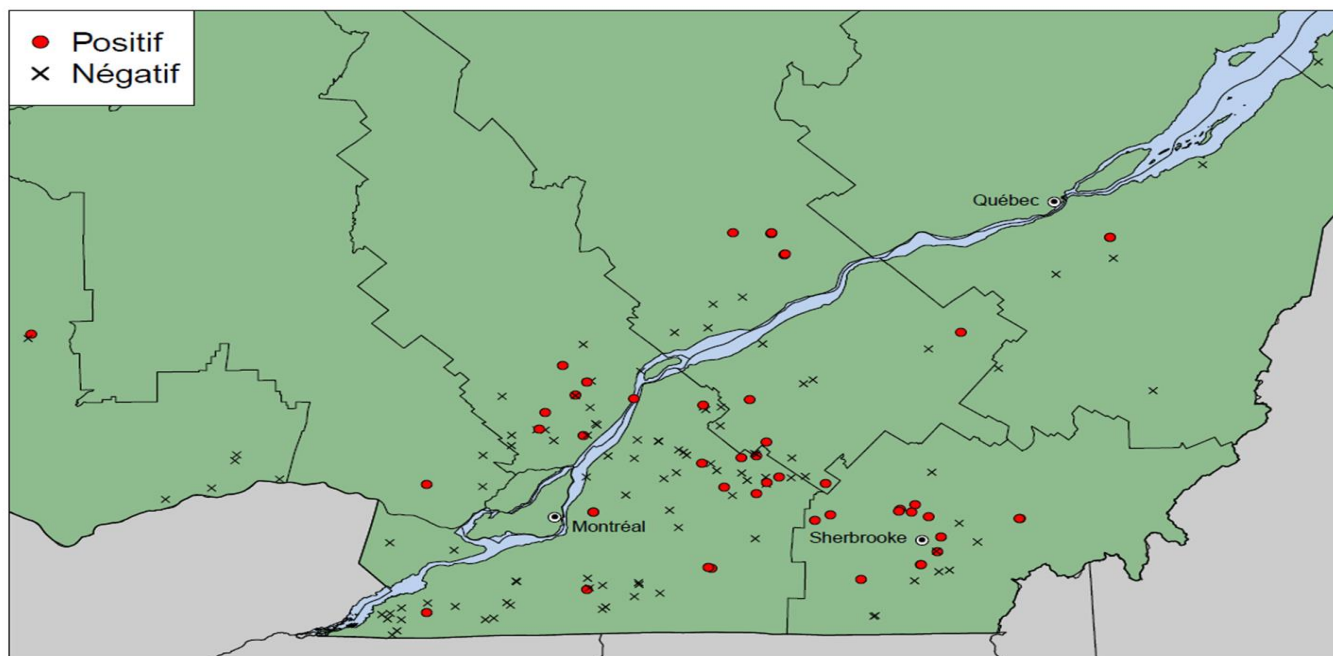


Figure 1 : Sites de dépistage du nématode à kyste du soya (NKS) entre 2013 et 2015 au Québec. Les points rouges indiquent les sites où la présence du NKS a été confirmée. Tiré de Mimee et coll., 2016.

Les populations de NKS au Québec ne se comparent aucunement aux populations présentes dans les champs ontariens ou américains aux prises avec ce problème depuis plusieurs années. Malgré cela, de faibles populations peuvent causer de légères pertes de rendement. Voilà pourquoi il est essentiel de connaître de façon précise l'état de la situation des champs à risque afin d'implanter dès maintenant de bonnes pratiques de gestion permettant de limiter la dispersion et la reproduction active des populations de ce nématode.

## **Déréglementation par l'Agence canadienne d'inspection des aliments**

Au Canada, le NKS a été réglementé durant plus de 30 ans par l'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). Toutefois, en raison des défis liés à l'application du règlement concernant le transport à l'intérieur du pays et à l'impossibilité de contrôler la propagation du ravageur par des voies naturelles (oiseaux, eaux, vents, etc.), l'ACIA a décidé de déréglementer le NKS partout au Canada en 2013. Cette décision implique qu'un champ où le NKS est détecté ne doit pas faire l'objet d'une déclaration à l'ACIA et ne serait pas sujet à être mis en quarantaine.

## **Biologie et identification**

Le cycle de vie du NKS est similaire au cycle de vie des autres nématodes à kyste. La femelle adulte se développe initialement à l'intérieur des racines et elle grossit rapidement jusqu'à saillir à l'extérieur en prenant une forme caractéristique de citron de couleur blanche ou jaune. Après sa mort, la cuticule de la femelle se transforme en un kyste brun qui contient les œufs. La femelle peut produire jusqu'à 600 œufs, dont environ 200 sont contenus dans le kyste, où ils demeurent viables environ 11 ans. Le reste des œufs est relâché dans le sol à l'intérieur d'une matrice gélatineuse. Dans les kystes, les œufs peuvent résister à des températures allant jusqu'à - 24 °C sur une période de 6 mois.

Le cycle vital du NKS inclut l'œuf, quatre stades larvaires (J1 à J4) et le stade adulte. Les larves du premier stade (J1) se développent à l'intérieur des œufs jusqu'à ce qu'elles atteignent le deuxième stade (J2) lors duquel elles émergent des œufs. Par la suite, elles pénètrent les racines des plantes hôtes comme le soya et sécrètent des enzymes leur permettant de se nourrir à même le système vasculaire des racines pour ensuite se développer en troisième (J3) et quatrième (J4) stades larvaires. Les larves du stade J4 se développent soit en femelles qui demeurent accrochées sur la racine de la plante hôte ou en mâles vermiformes qui quittent la racine à la recherche de femelles pour s'accoupler. Sous des conditions optimales, le cycle de vie du NKS peut se compléter en 22 jours, ce qui permet à plusieurs générations (habituellement 3 à 5) de se développer chaque année. Les deux premières générations de l'année sont celles qui contribuent le plus à augmenter la population de nématodes dans un champ.

Les conditions de température et d'humidité favorables à la culture du soya sont aussi les plus propices au développement du NKS (la température optimale pour l'émergence de la larve et la pénétration des racines est de 24 °C). Selon une étude réalisée par Workneh et coll. (1999) dans près de 1 500 champs de 5 États américains, le NKS est en mesure de proliférer dans tous les types de sols. Toutefois, cette étude a montré que la pratique du semis direct sur les sols lourds peut limiter l'augmentation des populations du NKS. Aucune corrélation n'a été trouvée entre la détection du NKS et le type de sol dans les échantillons du Québec (Mimee et coll., 2016).

À titre informatif, les kystes présents sur les racines sont environ dix fois plus petits qu'un nodule (Figure 2). Les larves, quant à elles, sont microscopiques et ne peuvent pas être observées à l'œil nu.

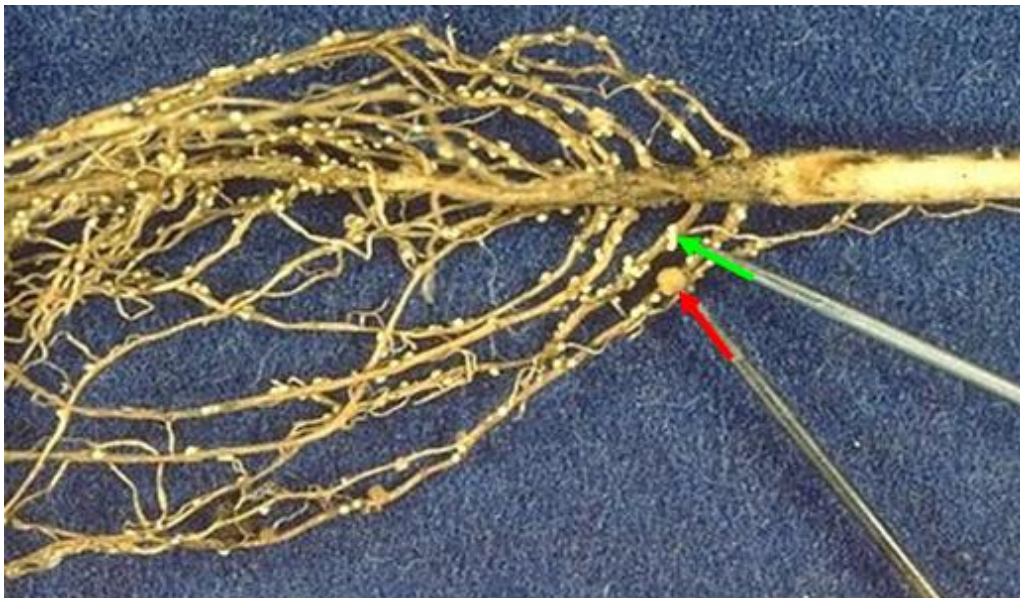


Figure 2 : Un kyste (flèche verte) de nématode à kyste du soya est environ dix fois plus petit qu'un nodule (flèche rouge).  
*G.L. Tylka (Iowa State University)*

## Symptômes

Dans les champs qui sont très infestés par le NKS (ce qui n'a pas encore été observé au Québec), les symptômes apparaissent généralement deux mois après le semis, surtout à l'entrée du champ et dans les endroits sujets aux stress hydriques (buttes, baissières, sols compactés). La distribution du NKS dans un champ étant irrégulière, les symptômes sont généralement observés seulement à certains endroits, sous forme de plaques jaunes arrondies ou ovales s'allongeant dans la direction du travail du sol (Figure 4).

On peut souvent confondre les symptômes du NKS avec d'autres désordres tels que les carences en azote ou en potassium, les phytotoxicités causées par un herbicide, la compaction du sol, le stress hydrique ou certaines maladies. Les plants de soya infectés par le NKS sont attaqués plus fortement par les maladies fongiques, comme le syndrome de la mort subite du soya ou la pourriture brune de la tige. Notons toutefois qu'aucun cas de ces deux maladies n'a encore été diagnostiqué par le Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ.

Les symptômes d'une infestation par le NKS sont les suivants :

- Rabougrissement des plants
- Chlorose des feuilles (jaunissement)
- Plaques jaunes irrégulières arrondies ou ovales s'allongeant dans le sens du travail du sol dans le champ
- Présence de kystes blancs, jaunes ou bruns sur les racines (ils sont visibles à l'œil nu, mais de très petite taille avec une longueur de moins d'un millimètre) (Figures 2 et 3)
- Réduction de la nodulation du soya
- Réduction du nombre de racines latérales
- Lenteur de la canopée à recouvrir l'entre-rang
- Sénescence hâtive
- Mort du plant (cas extrême)
- Perte de rendement.



Figure 3 : Kystes blancs du NKS sur une racine de soya  
G. Bélair, AAC



Figure 4 : La présence abondante du NKS peut causer des plaques jaunes irrégulières s'allongeant dans le sens du travail du sol dans les champs de soya. Notez que cette photo n'a pas été prise au Québec.  
T. Welacky, AAC

## Impact sur le rendement

Les premiers dommages économiques causés par ce parasite peuvent prendre jusqu'à 10 ans avant d'apparaître dans un champ après son introduction. Lorsque les symptômes visibles d'une infestation par le NKS apparaissent sur les plants de soya, les producteurs ont généralement déjà subi des pertes de rendement. En Ontario, le NKS peut causer des pertes de rendement variant entre 5 et 100 %. En s'alimentant des éléments nutritifs qui circulent dans le système vasculaire des racines, le NKS cause un ralentissement du développement des plants infectés. Même en l'absence de symptômes visibles sur les plants, le rendement d'un champ peut être réduit jusqu'à 30 %.

## Dépistage

La période idéale pour dépister le NKS est à l'atteinte de la maturité du soya ou tout juste après sa récolte. C'est à ce moment que les densités de kystes sont les plus élevées et qu'il est plus probable de détecter leur présence dans un champ.

L'absence de kystes ne garantit pas l'absence du NKS dans un champ. De plus, il existe d'autres espèces de nématodes ne produisant pas de kystes, mais pouvant réduire les rendements du soya à divers degrés, tel que le nématode des lésions (*Pratylenchus* spp.), qui cause des symptômes similaires au NKS. Puisqu'il est impossible de distinguer les espèces de nématodes à l'œil nu, il est recommandé de faire analyser le sol et les racines des plants pour les champs de soya à risque à l'automne.

Un champ est considéré à risque s'il répond à un ou plusieurs de ces critères :

- Le soya démontre des symptômes ressemblant à ceux causés par le NKS.
- Le soya a été cultivé au moins trois années dans ce champ (pas nécessairement consécutivement, mais une monoculture de soya augmente les risques).
- Il y a régulièrement des travaux à forfait effectués dans ce champ.
- Les mauvaises herbes pouvant servir de plantes hôtes sont retrouvées régulièrement dans ce champ.
- Le champ est situé près d'un ou de plusieurs champs où le NKS a été détecté auparavant.

Voici une méthode pour prélever un échantillon de sol :

- Repérez un ou plusieurs endroits dans le champ présentant un ou plusieurs symptômes du NKS, pour déterminer la zone ou les zones à échantillonner. Si le champ ne comporte aucune zone suspecte, commencez la prise de sous-échantillons à l'entrée du champ.
- À l'aide d'une sonde ou d'une truelle propre, récoltez 25 échantillons de sol dans la zone racinaire des plants sur plusieurs rangs, de façon à prendre les 20 premiers cm. Ces échantillons doivent être bien pris de manière à bien couvrir la ou les zones potentiellement atteinte(s) du NKS ou être prélevés aléatoirement dans le champ si aucun symptôme n'est observé.
- Mélangez l'ensemble des échantillons dans une chaudière propre.
- Récupérez un litre de sol et le verser dans un sac de plastique étanche bien identifié avec le nom de l'entreprise agricole, l'adresse complète la plus proche du champ échantillonné, les coordonnées GPS du champ (si possible), le nom du conseiller et la date du prélèvement.
- Il est important de bien désinfecter les bottes et les outils d'échantillonnage à l'aide d'eau savonneuse et d'éthanol avant de sortir du champ.
- Inscrivez l'historique cultural du champ sur un papier que vous insérerez dans un sac avant de le placer dans le sac de l'échantillon.
- Conservez l'échantillon au réfrigérateur et à l'abri des rayons du soleil jusqu'à son envoi.

Si des zones présentant des symptômes de stress sont observables, un plant entier avec sa motte racinaire devrait être déterré et soulevé délicatement à l'aide d'une pelle afin de récupérer tout le système racinaire et placé dans un sac étanche pour un envoi au Laboratoire de diagnostic en phytoprotection du MAPAQ. Il est recommandé de récolter ce plant en bordure d'une zone « potentiellement atteinte » (et non au centre de cette zone), puisqu'un plus grand nombre de kystes sont généralement présents sur les racines de ces plants en fin de saison.

En 2016, le RAP Grandes cultures procédera à l'échantillonnage de près de cinquante champs situés dans plusieurs régions du Québec. Nous vous tiendrons informés de l'état de la situation à la suite des analyses de ces échantillons. Pour envoyer des échantillons pour vos champs dont vous soupçonnez la présence du NKS, veuillez d'abord contacter Isabelle Fréchette par téléphone au 450 464-2715, poste 242, ou par courriel à : [isabelle.frechette@cerom.qc.ca](mailto:isabelle.frechette@cerom.qc.ca).

Dans le cadre du Programme services-conseils, les producteurs agricoles peuvent bénéficier d'une aide financière pour avoir recours aux services d'un agronome afin de faire échantillonner leurs champs et de mettre en place un plan de gestion du NKS à la ferme. Pour obtenir plus d'information, veuillez communiquer avec le [réseau Agriconseils](#) de votre région.

## Stratégie d'intervention

Les larves du NKS se déplacent seulement de quelques centimètres par année dans le sol. Par contre, le déplacement des machineries agricoles souillées par de la terre contaminée d'un champ à un autre favorisera une dissémination du NKS plus rapide que les facteurs naturels comme l'eau et le vent. Une fois introduit dans un champ, il est impossible d'éradiquer le NKS, mais la production peut demeurer rentable en adoptant de bonnes pratiques de gestion.

### 1) *Rotation des cultivars de soya et des cultures*

La rotation avec des cultivars résistants et des cultures non hôtes (Tableau 1) est la stratégie la plus efficace pour maîtriser ce parasite. Plusieurs cultivars résistants au NKS sont déjà disponibles pour les groupes de maturité utilisés au Québec. Par contre, il existe de nombreuses sous-populations (types HG) de NKS qui se différencient par leur capacité à se reproduire ou non sur certaines lignées de soya résistantes. Leur efficacité devrait être validée au cours des prochaines années quand nous en saurons plus sur la sous-population de NKS récemment découverte au Québec.

**Tableau 1 : Cultures hôtes et non hôtes du nématode à kyste du soya**

Plantes hôtes	Plantes non hôtes		
Haricot	Avoine	Lin	Sorgho
Lupin	Blé	Luzerne	Tournesol
Pois	Betterave à sucre	Maïs	Trèfle blanc
Soya	Canola	Orge	Trèfle rouge
	Graminées de prairie	Pomme de terre	

Pour retarder l'introduction du NKS dans un champ, il importe de continuer les bonnes pratiques de gestion en pratiquant des rotations avec des cultures non hôtes. Si le NKS est détecté dans un champ, il est recommandé de mettre rapidement en place un programme de rotation alternant différents cultivars de soya résistants et des cultures non hôtes.

## 2) **Contrôle des mauvaises herbes**

Le désherbage doit être très rigoureux dans les champs où le NKS est présent, puisque les mauvaises herbes de plus de 23 familles peuvent servir de plantes hôtes. Les études montrent que la reproduction du NKS varie selon les différentes espèces de mauvaises herbes. Même en absence de soya dans un champ, les mauvaises herbes annuelles hivernantes présentes en fin de saison, particulièrement le lamier amplexicaule (*Lamium amplexicaule*) et le tabouret des champs (*Thlaspi arvense*), mais aussi la céraïste vulgaire (*Cerastium fontanum*), la stellaire moyenne (*Stellaria media*) et la bourse-à-pasteur (*Capsella bursa-pastoris*), favorisent le maintien des populations du NKS. Dans un champ où la présence de NKS n'a pas été vérifiée ou confirmée, une répression adéquate des mauvaises herbes peut retarder son introduction ou limiter la prolifération d'une population trop faible pour être détectée.

## 3) **Prévention de la dissémination**

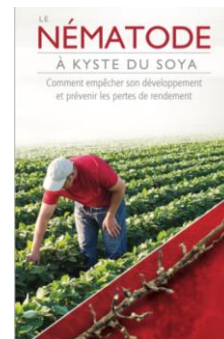
- Il est fortement recommandé de nettoyer en profondeur la machinerie après son utilisation dans un champ contaminé afin de limiter la dispersion du NKS et de travailler les champs non contaminés avant les champs contaminés.
- Comme les premiers foyers d'infection se retrouvent le plus souvent à l'endroit où la machinerie entre dans un champ, l'utilisation d'une voie de sortie différente du lieu d'entrée (ou éloignée d'une zone contaminée) peut contribuer à ralentir la dissémination du NKS.
- Éviter si possible de circuler dans les champs à la suite d'une pluie ou lorsque la surface du sol est collante pour éviter que du sol contaminé adhère aux chaussures, aux pneus et à la machinerie.
- Si un champ est contaminé, condamnez si possible les sentiers de véhicules utilitaires dans ce champ.
- En tout temps, si la présence du NKS a été signalée dans votre secteur, assurez-vous que la machinerie qui effectue du travail à forfait dans vos champs est exempte, à son arrivée, de traces visibles de sol ou de résidus de plantes hôtes.
- Informez les visiteurs qui doivent se rendre dans des champs contaminés par le NKS. Demandez-leur de retirer le sol et les résidus de soya de leurs chaussures, vêtements, véhicules et outils de travail (ex. : pelles et sondes) à l'entrée et à la sortie des champs.

## 4) **Biopesticides**

Il existe actuellement deux biopesticides homologués contre le NKS dans la culture du soya. Il s'agit du nématicide **VOTIVO**<sup>®</sup> (Bayer CropScience) fabriqué à partir de spores de la bactérie *Bacillus firmus* de la souche I-1582 et du **MUSTGROW** (MPT Mustard Products & Technologies Inc.) à base de graines de moutarde chinoise. Pour obtenir plus de détails sur les produits disponibles pour lutter contre le NKS, consultez le site de [SAGe pesticides](#).

## Dépliant

Le dépliant intitulé « Le nématode à kyste du soya : comment empêcher son développement et prévenir les pertes de rendement » est disponible en [ligne](#) ou format papier en contactant : [rapcerom@cerom.qc.ca](mailto:rapcerom@cerom.qc.ca).



## Références

- Agence canadienne d'inspection des aliments. 2013. Document de travail sur la gestion des risques phytosanitaires pour la déréglementation de *Heterodera glycines* Ichinohe (nématode à kyste du soya). Disponible [en ligne](#).
- Anderson, T.R., Welacky, T.W., Ablett, G., Ebsary, B.A. 1988. First report of *Heterodera glycines* on soybeans in Ontario Canada. *Plant Disease* 72:453.
- Giesler, L.J., Tylka, G.L. 2012. Improving Management of Soybean Cyst Nematode through Extension Demonstration and Outreach-Phase II. Indiana Certified Crop Conference. Disponible [en ligne](#).
- Kristjansson, G. 2010. Evaluation of import pathways for the soybean cyst nematode *Heterodera glycines*.
- Ichinohe. Évaluation des risques phytosanitaires. Agence canadienne d'inspection des aliments.
- Mimee, B., Peng, H., Popovic, V., Yu, Q., Duceppe, M-O., Tetreault, M-P., Bélair, G. 2013. First report of soybean cyst nematode (*Heterodera glycines* Ichinohe) on soybean in the province of Quebec, Canada. *Plant Disease*. Disponible [en ligne](#).
- Mimee, B., Gagnon, A.-È., Colton-Gagnon, K., Tremblay, É. 2016. Portrait de la situation du nématode à kyste du soya (*Heterodera glycines*) au Québec (2013-2015), sous presse, [Phytoprotection](#).
- Poromarto, S.H., Gramig, G.G., Nelson, B.D.Jr., Jain, S. 2015. Evaluation of Weed Species from the Northern Great Plains as Hosts of Soybean Cyst Nematode. *Plant Health Progress* 16: 23-28.
- Wilson, M.J., Jackson, T.A. 2013. Progress in the commercialisation of bionematicides. *BioControl* 58:715-722.
- Workneh, F., Yang, X.B., Tylka, G.L. 1999. Soybean brown stem rot, *Phytophthora sojae*, and *Heterodera glycines* affected by soil texture and tillage relations. *Phytopathology* 89:844-850.

Texte rédigé par : Katia Colton-Gagnon, Annie-Ève Gagnon et Claude Parent

Avec la collaboration de : Benjamin Mimee (Agriculture et Agroalimentaire Canada), Jacqueline Van Acker (Agence canadienne d'inspection des aliments), Marie-Édith Cuerrier (CÉROM), Romain Néron (MAPAQ), Sylvie Rioux (CÉROM) et Sophia Boivin (MAPAQ)

Mis à jour en 2016 par : Annie-Ève Gagnon, Brigitte Duval et Isabelle Fréchette

[Groupe de travail sur les maladies des grandes cultures](#)

### LE GROUPE D'EXPERTS EN PROTECTION DES GRANDES CULTURES

Isabelle Fréchette, agronome – Avertisseuse  
Centre de recherche sur les grains inc. (CÉROM)  
Tél. : 450 464-2715, poste 242 – Téléc. : 450 464-8767  
Courriel : [isabelle.frechette@cerom.qc.ca](mailto:isabelle.frechette@cerom.qc.ca)

Claude Parent – Coavertisseur  
Direction de la phytoprotection, MAPAQ  
Tél. : 418 380-2100, poste 3862 – Téléc. : 418 380-2181  
Courriel : [claudio.parent@mapaq.gouv.qc.ca](mailto:claudio.parent@mapaq.gouv.qc.ca)

Édition et mise en page : Louise Thériault, agronome, et Marie-France Asselin, RAP

© *Reproduction intégrale autorisée en mentionnant toujours la source du document* :  
Réseau d'avertissements phytosanitaires – Bulletin d'information N° 15 – Grandes cultures – 18 août 2016