



Pour en savoir plus sur la

FUSARIOSE



Connaître son ennemi

Moyens de lutte

Mycotoxines

La recherche

Ce que vous pouvez faire

Principaux hôtes

Blé, orge, avoine, seigle, triticale, maïs, épeautre et graminées fourragères

Champignons responsables

Il y a environ 17 espèces de *Fusarium* qui sont associées à la fusariose.

Les plus observées au Québec sont :

- *Fusarium graminearum* : cette espèce cause le plus de dommages, notamment parce qu'elle est responsable de la production du désoxynivalénol (DON), communément appelé la vomitoxine.
- *F. avenaceum*, *F. poae*, *F. equiseti* et *F. sporotrichioides*

Historique de la maladie

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, la fusariose n'est pas une maladie récente. En effet, elle a été décrite pour la première fois en 1884 en Angleterre. Toutefois, au Canada, cette maladie a été détectée pour la première fois près de 40 ans plus tard.

- 1923 : La fusariose est détectée sur un chaume de maïs au Manitoba.
- Début 80 : Épiphytie* dans l'Est du Canada. Premières études toxicologiques menant à l'établissement de normes pour les élevages. Au Québec, des activités de recherche sont déjà en cours.
- 1996 : Épiphytie chez le blé au Québec et en Ontario.
- 2003 : Grave épiphytie au Québec chez les céréales, une première chez l'orge.
- 2008-2009 : Deux années consécutives d'épiphytie au Québec.

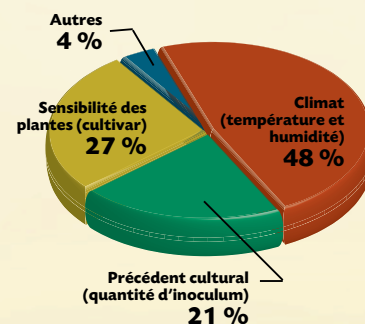
Depuis 2000, la maladie est bien implantée au Canada (d'Est en Ouest) et cause des pertes importantes lorsque les conditions météo sont favorables à la maladie.

* Épiphytie : maladie qui se propage rapidement à un grand nombre de végétaux de la même espèce.

Pertes économiques associées

La fusariose affecte plusieurs volets de la filière des céréales. Quoique l'impact global annuel soit difficile à chiffrer, nous savons que la maladie cause des pertes économiques à différents niveaux :

- Diminution du rendement des cultures
- Baisse de la qualité des grains
- Réduction du prix de vente des grains déclassés
- Commercialisation difficile des grains contaminés
- Coûts supplémentaires associés au contrôle de la qualité des grains
- Silos supplémentaires requis pour la ségrégation des grains contaminés
- Criblage plus sévère des grains contaminés
- Baisse de performance des animaux d'élevage
- Modifications nutritionnelles parfois recommandées



Facteurs responsables de la maladie

Trois principaux facteurs déterminent le développement de la maladie et la production de toxines. Ces **trois facteurs** doivent être **réunis** pour que la maladie se manifeste.

- **La météo** : La température et l'humidité sont responsables de 48 % de la variation dans les concentrations de DON. **La météo joue donc le rôle principal dans le développement de la maladie. Puisque nous n'avons pas d'influence sur la météo, l'emphase doit être mise sur les autres facteurs.**
- **La quantité d'inoculum présent** : Le précédent cultural, qui détermine en partie l'inoculum présent, est responsable de 21 % de la variation dans les concentrations de DON. **Les pratiques culturales permettent de limiter ce facteur.**
- **La sensibilité des plantes présentes** : Le choix d'un cultivar plus ou moins sensible à la fusariose est responsable de 27 % de la variation dans les concentrations de DON. **Le choix des cultivars permet de limiter ce facteur.**



Symptômes de la maladie

Chez le **blé**, l'**épeautre**, le **triticale** et l'**avoine**, les épillets fusariés sont jaunes ou blanchis, comme s'ils avaient mûris prématurément, alors que les autres sont verts. Ils peuvent aussi présenter une coloration rose ou orangée qui correspond aux fructifications du champignon (macroconidies).



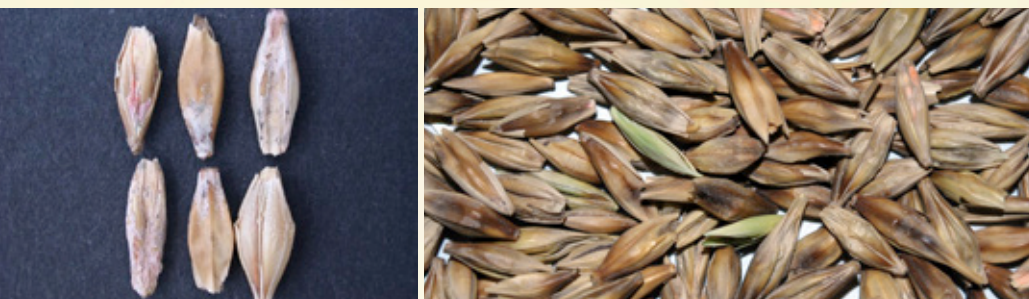
Les **grains de blé fusariés** se caractérisent normalement par des grains minces et ridés d'apparence crayeuse.



Chez l'**orge**, les épillets fusariés peuvent aussi être jaunes ou roses, mais prennent le plus souvent une coloration brune qui n'est cependant pas unique à la fusariose.



Les **grains d'orge fusariés** présentent une coloration rose, orangée ou parfois noire.

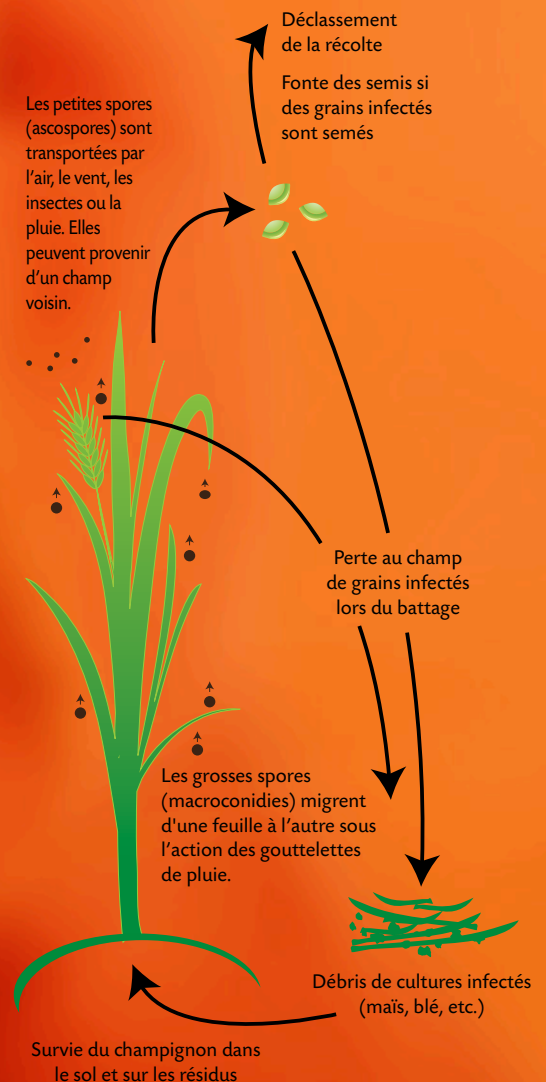


ATTENTION : les symptômes sur les grains sont peu représentatifs de la quantité de toxines dans les grains.



Cycle du *Fusarium*

Les *Fusarium* survivent sur les résidus végétaux. Les spores de *Fusarium* produites sur ces résidus sont transportées par le vent ou la pluie jusqu'aux épis. Si les conditions météo sont favorables, les spores pourront germer et infecter les tissus de l'épi.



Stades critiques de la propagation et de l'infection

La première phase de la période critique se déroule durant l'épiaison (**stades Zadoks 51 à 59**), c'est la **propagation**. Les spores alors présentes au sol ou sur la plante peuvent être transportées jusqu'à l'épi qui n'est plus protégé par sa gaine. C'est à ce moment qu'on doit commencer à **surveiller les conditions météo** pour savoir si un traitement fongicide est justifié. Les niveaux de risque d'infection sont présentés sur des cartes interactives sur le site d'Agrométéo Québec (agrometeo.org) à la page [Grandes cultures sous l'onglet Météo agricole](#).

STADES ZADOKS



L'**infection** est la seconde phase de la période critique. Elle se déroule durant la floraison (**stades Zadoks 61 à 69**). Une fois sur l'épi, si ce dernier est suffisamment humide, les spores germent ou, en d'autres mots, produisent un filament appelé mycélium. Ce dernier pénètre dans les tissus de l'épi comme les étamines (parties mâles de la fleur qui sortent de l'épi lors de la floraison), poursuit sa croissance jusqu'à l'intérieur de la fleur et infecte le grain en formation.

Chez le **blé** et l'**épeautre**, la période critique d'infection est assez courte et les conditions météo sont déterminantes pour le degré d'infection des étamines.

Chez l'**orge**, la période critique d'infection est moins aiguë, mais dure plus longtemps que celle du blé.

Chez l'**avoine**, la panicule est sujette à l'infection dès l'émergence hors de la gaine. Cependant, la structure et l'aération de la panicule jouent en sa faveur, ce qui fait de l'avoine la céréale à paille la moins sensible à la fusariose.

Chez le **seigle** et le **triticale**, l'infection suit un processus très semblable à celui du blé, mais ces céréales sont plus sensibles à la fusariose parce que la fleur s'ouvre d'avantage et plus longtemps que celle du blé.



Pour intervenir efficacement contre la fusariose, une combinaison de moyens de lutte doit être utilisée incluant, lorsque justifiée, l'application de fongicides. **La stratégie d'intervention optimale ne doit pas reposer uniquement sur l'usage de fongicides.** De plus, **la plupart des autres moyens de lutte n'engendrent pas de coûts supplémentaires.**

Choix des cultivars

- Choisir un cultivar peu sensible à la fusariose. Les cultivars sont classés selon une cote de sensibilité allant de 1 (peu sensible) à 9 (extrêmement sensible). Il est préférable de choisir un cultivar ayant une cote de sensibilité le plus près possible de 1.*
- Choisir un cultivar peu sensible à la verse car l'environnement autour des épis versés est plus humide et par conséquent plus propice au développement du champignon.*

* Consulter le plus récent « Guide RGCQ » publié par le CÉROM. Ce guide est disponible sur le site du CÉROM cerom.qc.ca.

Pratiques culturales

- *Effectuer une rotation des cultures* afin de couper le cycle de la fusariose avec une culture à feuilles larges telle le soya ou le canola.
- Si la rotation est impossible, *enfouir les résidus avec un labour* afin de réduire l'inoculum.
- *Semer rapidement* afin que la floraison ne soit pas synchronisée avec le développement des spores, ce qui pourrait diminuer les risques d'infection.
- *Récolter à la maturité et maintenir une récolte sèche.* Il est recommandé de récolter sans tarder à la maturité ou un peu avant dans le cas du blé (entre 14 % et 19 % d'humidité) et d'abaisser par la suite la teneur en eau des grains à moins de 14 %.

Il est donc important de sécher ou de ventiler adéquatement la récolte afin de maintenir une humidité adéquate pendant toute la période de l'entreposage.

Pour plus d'information « Consulter le guide « [Ventilation et conservation des grains à la ferme](http://craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/ventilation-et-conservation-des-grains-a-la-ferme/p/PGCC0101-01PDF) », craaq.qc.ca/Publications-du-CRAAQ/ventilation-et-conservation-des-grains-a-la-ferme/p/PGCC0101-01PDF

- *Ajuster la ventilation de la batteuse* de façon à ce que les grains fusariés, qui sont plus petits que les grains sains, ne soient pas conservés. ATTENTION : l'inoculum dans ce champ sera augmenté l'année suivante.
- *Choisir plusieurs cultivars avec des dates de floraison et de maturité différentes* si la superficie en céréales est grande.

Traitement fongicide

Il faut d'abord savoir que ce ne sont pas tous les fongicides homologués chez les céréales qui sont efficaces pour lutter contre la fusariose. Les fongicides efficaces peuvent réduire l'intensité de la maladie et la production de toxines, mais **aucun ne peut réprimer totalement la fusariose.** Ces fongicides doivent être utilisés **avant l'infection.** Il faut donc surveiller les conditions météo lors des stades critiques de **propagation** et d'**infection** pour savoir si un traitement est vraiment nécessaire.

Stades idéaux pour le traitement fongicide*

- **Blé, avoine, triticale et seigle** : Lorsque tous les épis sont situés entre le stade épi presque complètement émergé de la gaine et le stade 50 % floraison, soit entre les stades 57 et 65 de Zadoks. Après ce stade, les traitements sont nettement moins efficaces, car l'infection est déjà bien amorcée. On dispose de 1 à 6 jours pour faire le traitement.
- **Orge** : De la fin de l'épiaison (épi complètement dégagé de la gaine [stade Zadoks 59]) pour 70 % des épis de la culture jusqu'à 3 jours après que 100 % des épis aient atteint ce stade. Tout comme pour le blé, la fenêtre d'application est d'environ 6 jours. Les épis mal dégagés ne seront pas couverts par le fongicide et l'efficacité du traitement sera réduite.

* Se référer à l'étiquette des produits.

Pour connaître les fongicides homologués contre la fusariose au Québec, consulter le site web sagepesticides.qc.ca, ainsi que l'étiquette des produits pour obtenir plus d'informations. Ces outils devraient toujours être consultés avant de choisir un produit.

Comment bien réussir les traitements

Attention : il ne faut pas appliquer les fongicides contre la fusariose de la même façon que les fongicides utilisés contre les maladies foliaires, les herbicides ou les insecticides!

Un appareillage adéquat doit être utilisé pour assurer une bonne couverture de toutes les faces des épis. L'épi étant vertical et en trois dimensions, il est plus difficile à atteindre qu'une feuille. Une couverture complète des épis assure une efficacité optimale du traitement. De plus, la fenêtre d'application des fongicides étant restreinte, un semis uniforme permet une floraison synchronisée des épis, augmentant ainsi l'efficacité du traitement.



Pour un traitement réussi, il faut principalement choisir

- **Les bonnes buses** : La qualité de la couverture est fonction du système de buse utilisé. L'angle de la buse et le type de jet utilisé (conique, conique aplati ou jet en balai) sont déterminants pour la couverture du produit sur l'épi. Les buses doivent être à une distance de 15 à 30 cm au-dessus des épis selon l'angle de la buse et le type de jet utilisé. Vous trouverez des schémas explicatifs dans le document « [Ground Application of fungicide for the suppression of Fusarium Head Blight in small grains](http://ag.ndsu.edu/publications/crops/ground-application-of-fungicide-for-the-suppression-of-fusarium-head-blight-in-small-grains) » sur le site : ag.ndsu.edu/publications/crops/ground-application-of-fungicide-for-the-suppression-of-fusarium-head-blight-in-small-grains
- **Un volume de bouillie adéquat** d'environ 100 L/ha assure une bonne couverture des épis. Les recommandations du manufacturier et les limites du système de pulvérisation doivent également être considérées. Pour plus de détails, consultez le document « *Fusariose de l'épi du blé et de l'orge : Intervention avec un fongicide* (Lauzon et coll., 2010) » disponible sur le site : agrireseau.net/Rap/documents/b10gc10.pdf

Types de mycotoxines

Il existe deux familles de mycotoxines pouvant être produites par les champignons de type *Fusarium* :

TRICHOTHÉCÈNES (CINQ SOUS-FAMILLES)



DON
(ou vomitoxine)
Désoxynivalénol

Produite par
F. graminearum

A-DON
Dérivés du
désoxynivalénol

Produite par
F. graminearum

NIV
Nivalénol

Produite par
F. graminearum

HT-2

Produite par
F. sporotrichioides

T-2

Produite par
F. sporotrichioides

- Inhibiteurs de protéines
- Caused une diminution de la prise alimentaire du bétail, une diminution de la performance alimentaire et peuvent aussi causer des vomissements si elles sont ingérées en quantité suffisante
- Produites par le champignon lors de sa croissance dans le grain, que ce soit avant ou après la récolte
- La HT-2 et la T-2 sont les plus toxiques
- La T-2 affecte le système immunitaire

ZÉARALÉNONES (ZEN) (PAS DE SOUS-FAMILLE)

- Produites par *Fusarium graminearum*
- Affectent le système reproducteur
- Caused une diminution de la fertilité, des fausses chaleurs et des prolapses chez la truie
- Produites par le champignon avant ou après la récolte des grains, tout comme pour les trichothécènes

ATTENTION : certaines mycotoxines, lorsqu'elles sont réunies, peuvent produire un effet synergique, c'est-à-dire qu'une fois mises ensemble elles peuvent avoir un effet plus grand que si elles avaient agi indépendamment.

Toxicité



Les volailles sont les espèces animales les moins sensibles au DON et à la ZEN. Elles sont toutefois sensibles à la T-2. L'ingestion de cette toxine chez la volaille peut causer des lésions au bec ainsi qu'un affaiblissement du système immunitaire.
Recommandations en vigueur pour la ration totale des volailles*
DON : 5 ppm
HT-2 : 0,1 ppm
T-2 : 1 ppm



Les ruminants sont en général peu sensibles au DON et à la ZEN. En effet la population microbienne du rumen est capable de détoxifier certaines mycotoxines.
Recommandations en vigueur pour la ration totale des bovins*
DON : 5 ppm
HT-2 : 0,1 ppm



ATTENTION : la réglementation pour les vaches laitières est différente de celle des ruminants. Même s'il s'agit de ruminants, les animaux en lactation (vaches, chèvres, brebis) sont sensibles aux mycotoxines.
Recommandations en vigueur pour la ration totale des animaux laitiers*
DON : 1 ppm
ZEN : 1,5 ppm
HT-2 : 0,025 ppm



Les porcs sont très sensibles aux deux familles de mycotoxines, spécifiquement au DON et à la ZEN. Le DON diminue la prise alimentaire et le gain de poids tandis que la ZEN affecte le système reproducteur.
Recommandations en vigueur pour la ration totale des porcs*
DON : 1 ppm
ZEN : 0,25 ppm
T-2 : 1 ppm



L'ingestion de DON à des doses suffisantes chez l'humain cause des vomissements, des diarrhées et des hémorragies. Des études suggèrent que la toxine T-2 pourrait avoir des effets sur le système immunitaire.
Réglementation en vigueur pour les humains*
DON : 2 ppm dans le grain livré à la minoterie.

ATTENTION : l'industrie peut avoir des normes différentes

* Voir la Fiche de renseignements Les mycotoxines de l'ACIA au inspection.gc.ca

Analyse des mycotoxines

L'analyse est la seule façon de vérifier la présence de mycotoxines dans un lot suspect. Il faut aussi savoir que les mycotoxines ne sont pas réparties uniformément sur et dans les grains, ce qui rend l'analyse encore plus difficile. Il existe des méthodes d'analyse **quantitatives et semi-quantitatives**.

Les méthodes **quantitatives** sont plus formelles et peuvent analyser plusieurs toxines simultanément. Elles donnent une valeur plus juste mais sont plus laborieuses et coûteuses. La chromatographie en phase liquide (HPLC) et en phase gazeuse couplée à la spectrographie de masse (GC/MS) en sont de bons exemples.

Les méthodes **semi-quantitatives** sont plus rapides, plus simples et moins coûteuses. Par contre, elles ne produisent pas toujours des résultats précis ou répétables. De plus, ces tests ne détectent qu'une toxine à la fois, mais sont moins spécifiques, puisqu'ils peuvent détecter des analogues. La méthode la plus utilisée est ELISA.

Si l'analyse est en vue d'une réclamation à La Financière agricole du Québec, sachez que seules les méthodes quantitatives et semi-quantitatives (HPLC, GC/MS et ELISA) sont acceptées.

Le protocole d'échantillonnage

Avant d'envoyer un échantillon au laboratoire, il est important de faire l'échantillonnage du lot selon un protocole qui assure la représentativité de l'échantillon.

1. Pour prélever un échantillon dans un camion, utiliser une sonde suffisamment longue pour atteindre le fond du chargement. Pour plus d'information sur la méthode à utiliser, consulter le Guide sur le prélèvement d'un échantillon représentatif à cette adresse : grainscanada.gc.ca

Pour une cellule d'entreposage (ex : silo), utiliser la méthode décrite dans le même guide.

2. Réduire la taille de l'échantillon prélevé à l'aide d'un diviseur à grains ou en utilisant la méthode décrite dans le guide mentionné au point 1. Un échantillon doit peser environ 1 kg et représenter un lot de 30 tonnes maximum.
3. Sécher l'échantillon à l'air libre ou le garder au réfrigérateur dans un contenant hermétique jusqu'à l'expédition au laboratoire s'il est humide (> 14 % de teneur en eau).
4. Mettre l'échantillon dans un sac résistant et bien l'identifier (nom, adresse, culture, cultivar, no. de champ, analyse demandée, unité d'entreposage).
5. Envoyer l'échantillon à un laboratoire accrédité en précisant les tests demandés.



Où en est la recherche?

La recherche se poursuit afin de réduire les pertes économiques associées à la fusariose. En voici quelques exemples :

- Développement de cultivars plus résistants à la fusariose et ayant des qualités agronomiques
- Recherche de gènes de résistance à la fusariose et des fonctions des gènes chez différentes céréales
- Développement et mise au point de modèles de prédiction du risque d'infection des épis de blé par les *Fusarium*



Consignes de prévention contre la fusariose

Avez-vous bien suivi les consignes afin de réduire l'incidence de la fusariose dans vos champs de céréales? Révissez ces principales consignes et ajustez, au besoin, vos pratiques culturales!

Avant le semis

- Éviter la monoculture de céréales pendant 2 ou 3 années consécutives.
- Dans la rotation, inclure une culture à feuilles larges l'année précédant la céréale.
- Lorsque la rotation avec une culture à feuilles larges est impossible, faire un **labour** pour enfouir les résidus de cultures contaminés.
- Choisir des **cultivars plus résistants à la fusariose** et peu sensibles à la verse.
- **Semer tôt**, dans un sol en bonnes conditions et bien préparé.

À partir de l'épiaison

- Surveiller de près les **conditions météo** (le suivi du champ doit se faire à partir de l'épiaison).
- Évaluer le **risque** d'infection par le champignon de la fusariose en consultant les niveaux de risque présentés sur des cartes interactives sur le site d'Agrométéo Québec (agrometeo.org).
- Traiter au bon **stade** si un **fongicide** est nécessaire. Utiliser un pulvérisateur spécialement équipé pour assurer une bonne couverture des épis.

À la récolte

- Ajuster le **ventilateur** de la batteuse si la récolte est affectée.
- Récolter à la **maturité**.

Post-récolte

- **Sécher** la récolte et la maintenir en dessous de 14 % d'humidité pour prévenir le développement du champignon.
- Faire **analyser** le lot, cribler et séparer les lots dans les silos au besoin.
- Ventiler le grain adéquatement pendant l'entreposage.

Documents ou sites intéressants à consulter

Agri-réseau
agrireseau.net

Agence Canadienne d'Inspection des Aliments
inspection.gc.ca

Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.
cerom.qc.ca

Références

Commission canadienne des grains (2010). Bref historique de la fusariose dans l'Ouest du Canada. [En ligne] grainscanada.gc.ca/fr/recherche-donnees/rapports-scientifiques/fusariose-west/fusariose-west-2.html?wbdisable=true

Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales de l'Ontario, Université de Guelph et Bayer CropScience. Guide de champ sur les stades de croissance des céréales. 27p.

Lafond N. (2009). Les mycotoxines en alimentation animale : quoi faire pour limiter les dégâts! Présentation lors de la Journée d'information sur les mycotoxines. [En ligne] symposium-mycotoxines.ca/sites/default/files/imce/documents/myco-n_lafond.pdf

Lauzon M., Dion Y. et Rioux S. (2010). Fiches techniques, bulletins et avertissements sur la fusariose, documents publiés par le Réseau d'avertissements phytosanitaires (RAP), (agrireseau.net/RAP)

Pageau D. et Filion P. (2009). Fusariose : réduire les risques au champ!. Présentation lors de la Journée d'information sur les mycotoxines. [En ligne] symposium-mycotoxines.ca/sites/default/files/imce/documents/myco-pageau_filion.pdf

Savard M. (2009). L'analyse des mycotoxines, plus facile à demander qu'à faire. Présentation lors de la Journée d'information sur les mycotoxines. [En ligne] symposium-mycotoxines.ca/sites/default/files/imce/documents/myco-savard.pdf

Schaafsma A.W., Tamburic-Ilinic L., Miller J.D et Hooker D.C. (2001). Agronomic considerations for reducing deoxynivalenol in wheat grain. Canadian journal of plant pathology, 23 : 279-285.

Rioux S., Pouleur S. et Langevin F. (2005). Réduire les risques de fusariose. Le bulletin des agriculteurs, p.35 à 37.

Rioux S. (2006). Influence du mode et du temps de récolte sur le développement de la vomitoxine (DON) chez l'orge. Bulletin technique du CÉROM no. 06.02.

Ce document a été réalisé dans le cadre du Programme Prime-Vert, Appui à la stratégie phytosanitaire québécoise en agriculture, avec une aide financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ).

Auteurs

Lise Tremblay, agronome, chargée de projet,
Fédération de l'UPA du Saguenay-Lac-St-Jean

Mathieu Côté, Club-conseil Pro-Vert

Nathalie Simard, agronome, Club-conseil Pro-Vert

Denis Pageau, chercheur en gestion des ressources et des cultures, Agriculture et Agroalimentaire Canada

Sylvie Rioux, agronome, chercheur en phytopathologie, Centre de recherche sur les grains (CÉROM) inc.

Réviseurs

Anne Vanasse (Université Laval), Annie Delaunais (RMAAQ), Brigitte Duval (MAPAQ), Claude Parent (MAPAQ), Gérard Gilbert (MAPAQ), Raymond-Marie Duchesne (MAPAQ), William Van Tassel (PGQ), Yves Dion (CÉROM)

Edition, conception et mise en page

Agence Polka