

Marie-Josée Turgeon, agr., M. Sc., *CDPQ inc.*

Michel Vignola, agr., M. Sc., *Nutreco Canada Agresearch*

La journée d'aujourd'hui nous aura permis de parler des mycotoxines avec une vision plus globale de la situation. De la génétique des semences jusqu'à l'utilisation des grains dans les aliments pour le bétail, cette question soulève beaucoup d'inquiétudes et pose de nombreux défis au monde agricole.

Avec l'ensemble des présentations d'aujourd'hui, nous avons voulu faire réaliser que la problématique est pluridisciplinaire. Elle commence avec la sélection des lignées et l'amélioration génétique des céréales et du maïs, afin d'augmenter leur résistance à la fusariose et aux autres maladies des plantes. Elle se poursuit tout au long de la culture, durant les récoltes, lors de la manutention des grains et de l'entreposage, lors de la fabrication des aliments du bétail et à la ferme, lors de la distribution aux animaux. La régie d'élevage et la santé des animaux à la ferme viennent aussi influencer l'ampleur des problèmes et des pertes engendrés. À tous les autres niveaux, l'application de bonnes pratiques joue un rôle crucial dans l'apparition et la gravité des problèmes engendrés par les mycotoxines. Les mycotoxines causent des pertes non seulement aux éleveurs de bétail, mais également aux céréaliculteurs et aux commerçants. Il ne sert à rien non plus de se le cacher : les mycotoxines représentent un enjeu pour la sécurité alimentaire. Les produits provenant des animaux et les céréales entrent dans l'alimentation de tous les humains et les mycotoxines sont un des contaminants potentiels sous surveillance par les autorités de presque tous les pays du monde.

Au mois d'août dernier, le *Centre de développement du porc du Québec inc.* (CDPQ) a terminé la réalisation d'une étude sur les mycotoxines¹. Le projet visait à préparer un diagnostic et un plan d'action multidisciplinaire. Il comportait de nombreux objectifs qui ont conduit à aborder la problématique des mycotoxines autant du point de vue végétal qu'animal. Il visait également l'étude de la mise en réseau des connaissances et de l'information entourant la question des mycotoxines. Ce projet a permis d'élaborer un sommaire de constats-recommandations et un plan d'action à moyen-long termes afin de créer un intérêt pour ce qui est de la recherche liée aux mycotoxines et le développement de solutions au bénéfice de toute la filière. Une page Web qui regroupe de l'information plus technique sur les mycotoxines et sur les bonnes pratiques qui peuvent être appliquées a été créée (www.cdpqinc.qc.ca, champs d'activité Techniques d'élevage). Bien que ce travail ait été réalisé par le CDPQ, nous sommes convaincus que les résultats publiés peuvent profiter non seulement aux producteurs de porcs, mais également aux producteurs de grains et probablement aussi aux producteurs d'autres espèces animales également touchés par la problématique des mycotoxines.

Au Canada, les équipes de recherche ou organismes publics travaillant actuellement à la problématique des mycotoxines sont plus nombreux du côté végétal que du côté animal. Nous en avons recensé 18 dans le domaine végétal et 7 du côté animal. Plus spécifiquement au Québec, à part le travail effectué au Centre de développement du porc du Québec (CDPQ) il se fait du travail principalement via le Réseau des grandes cultures Québec (RGCCQ), le Centre de recherche sur les grains (CEROM), le Réseau des avertissements phytosanitaires (RAP), la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, l'Université Laval, l'Université McGill et les stations d'AAC. La Financière Agricole Québec, qui assure en partie les dommages causés par la vomitoxine dans les superficies assurées, publie aussi son *Guide des normes reconnues en matière de pratiques culturales – céréales, maïs-grain, oléagineuses*. Il se fait aussi du travail de recherche et développement du côté des entreprises privées, principalement au niveau des semences, fongicides, aliments et additifs alimentaires. Il est important de maintenir et continuer à déployer les efforts au niveau sol/plantes mais il serait aussi primordial d'intensifier ceux en productions animales, car les équipes sont moins nombreuses qu'avant et la problématique toujours aussi présente. Nous avons joint également trois tableaux, qui sont extraits du rapport du CDPQ et qui présentent les chercheurs, organismes et sites internet d'intérêt liés aux mycotoxines ou à la fusariose (voir à la fin du texte).

Le monde agricole discute depuis des lunes de la question de la fusariose et des effets négatifs de la présence des mycotoxines pour les animaux (et les humains). Avec toutes les équipes de recherche et les organisations qui sont touchées par cette problématique et l'avancement des connaissances issues des activités de recherche publiques et privées qui sont réalisées depuis des décennies, il y a lieu de se demander pourquoi, en 2009, vit-on encore des problèmes avec les mycotoxines? Pourquoi n'a-t-on pas encore réussi à les enrayer de la carte? Est-on condamné à vivre avec le problème? La situation dépend elle entièrement des conditions météorologiques défavorables? Quels sont donc encore nos défis?

Jusqu'à maintenant, nous avons travaillé surtout en fonction de chacune de nos spécialités. Malheureusement, le mauvais climat n'explique pas tout : on peut toujours retrouver des aliments contaminés les bonnes années et des aliments sains les mauvaises. À la base, il faut savoir identifier et gérer les lots contaminés par les mycotoxines. Il faut aussi mettre de l'emphase sur la recherche des solutions pour détoxifier ou mitiger les problèmes. Il est clair que les mycotoxines représentent une problématique qui ne peut pas être résolue uniquement par l'amélioration génétique des plantes, ni par le seul respect de bonnes pratiques de culture, de manipulation, d'entreposage ou d'élevage, ni même par l'ajout d'additifs alimentaires dans les moulées des porcs. Une approche intégrée végétale-animale-commerce est nécessaire, car les mycotoxines ne pourront jamais être éliminées complètement de la chaîne alimentaire. En utilisant une approche de partage des responsabilités, chacun pourra être conscient de son rôle, pourra développer et mettre en place des bonnes pratiques au plus grand bénéfice de tout le monde (meilleurs prix, meilleures performances).

Malheureusement, tenter d'éliminer complètement les mycotoxines est une mission impossible. On ne peut qu'espérer mieux gérer la situation pour diminuer les pertes économiques. Pour minimiser les pertes liées à la problématique des mycotoxines, il serait avantageux d'accentuer la sensibilisation de tous les maillons de la chaîne : chercheurs, semenciers, céréaliculteurs, commerçants et centres de grains, fabricants d'aliments et éleveurs. Comme on gagne à travailler en équipe, il serait avantageux de favoriser les collaborations et la diffusion des résultats de recherche entre les équipes de recherche au Québec et dans les autres provinces.

Quelle vision pourrait-on avoir pour le Québec? Pourrait-on penser produire les meilleures céréales et en favoriser l'utilisation chez nous? Pourrait-on connaître leur qualité et surtout la reconnaître? Connaît-on réellement la qualité des grains locaux et de ceux que nous importons? Quels sont les obstacles que nous avons à franchir pour concrétiser cette vision? Comment produire le plus de grains et d'aliments sains possibles pour garder nos animaux productifs et en santé et favoriser le développement économique des entreprises dans toute la chaîne?

Il y a assurément des difficultés, sinon nous aurions réglé le problème depuis longtemps. Bien sûr il y a les obstacles techniques : recherche, développement, transfert technologique, application des bonnes pratiques, développements des solutions post-récolte. Il y a aussi les obstacles liés à la communication : la diffusion des bonnes pratiques, la compréhension mutuelle des partenaires. Ces obstacles peuvent être partiellement résolus par l'approche filière pour la coordination des efforts et la gestion des risques, mais aussi par la création de réseaux de contacts multidisciplinaires entre les intervenants et les conseillers. Il faut non seulement se parler, mais il faut se comprendre et surtout être transparent dans ses approches. Cela est loin d'être impossible, mais il faut que la volonté y soit. Il ne faut pas non plus oublier les obstacles qui sont plutôt liés au commerce. Ces difficultés surviennent surtout lors des mauvaises années, lorsqu'il faut trouver des débouchés pour les lots contaminés, lorsque les partenaires commerciaux ont l'impression que le prix offert n'est pas en lien avec les pertes engendrées. Lorsqu'on pense que c'est à l'autre de faire le travail de prévention.

Lorsque nous avons pensé à cette journée d'information, nous avons voulu faire ressortir le fait que les mycotoxines sont un enjeu qui touche toute la filière et pour lequel une vraie concertation est nécessaire. Cette journée aura été une des rares opportunités de rencontre et de réseautage entre tous les intervenants concernés : le secteur végétal, le secteur animal incluant les vétérinaires, les commerçants en grains, les chercheurs et les compagnies privées, afin de mieux comprendre les efforts de chacun et les défis auxquels ils sont confrontés. C'est certainement une contribution bien humble et modeste aux débats et aux défis discutés aujourd'hui. Si on veut concrètement et réellement faire mieux, il faudra dès maintenant poser des gestes, passer à l'action, ce qui veut probablement dire de faire certaines choses différemment. Autrement, nous en serons encore au même point dans 25 ans. Il ne s'agit pas de tout recréer, on peut s'inspirer de ce qui se fait ailleurs en partie et s'améliorer par étapes.

Notre action de ce jour se situe au début de ce cheminement, il nous appartient à tous de faire germer et fructifier cette graine de concertation, ou de la faire avorter!

¹ Ce projet a été rendu possible grâce à la participation financière du ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ) dans le cadre du programme d'appui financier aux associations de producteurs désignées – Volet « Initiatives » et du programme d'appui aux initiatives des tables filières québécoises - Volet Renouveau du cadre stratégique agricole canadien, de la Fédération des producteurs de porcs du Québec (FPPQ) ainsi qu'à l'implication de plusieurs chercheurs et organisations, dont le Centre de recherche sur les grains inc. (CEROM), le département des sciences animales de l'Université Laval, la Faculté de médecine vétérinaire de l'Université de Montréal, Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC), l'Association québécoise des industries de nutrition animale et céréalière (AQINAC), le Centre québécois de valorisation des biotechnologies (CQVB) et le Centre de développement du porc du Québec inc. (CDPQ).

Les trois tableaux suivants sont extraits du rapport du CDPQ (Diagnostic et préparation d'un plan d'action multidisciplinaire pour réduire les impacts, chez les porcs, de la contamination des grains par les mycotoxines) Auteurs : Turgeon, Fortier et Fillion, CDPQ inc. août 2009. Le rapport complet est disponible auprès du CDPQ ou sur le site internet www.agrireseau.qc.ca

Principaux centres et groupes de recherche sur les mycotoxines, incluant les organismes gouvernementaux et réglementaires

Centre ou groupe de recherche	Personne(s) responsable(s)	Discipline
QUÉBEC		
AAC - Lennoxville Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc	Martin Lessard	Le Centre de recherche et de développement sur le bovin laitier et le porc fait partie du réseau national de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada (AAC). Il est situé à Lennoxville, dans la région des Cantons de l'Est au Québec. Il s'agit du seul centre de recherche d'AAC spécialisé dans la recherche novatrice principalement axée sur les industries laitière et porcine du Canada. Quelques travaux sont effectués à la station de Lennoxville (porcs). Martin Lessard s'intéresse principalement à la physiologie du système digestif des porcs et à l'impact des aliments sur la santé digestive et le système immunitaire des animaux.
AAC - Québec Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures	André Comeau, François Langevin (amélioration génétique, blé, triticales) Denis Pageau, Julie Lajeunesse (pratiques culturales, orge, avoine et blé)	Le Centre de recherche et de développement sur les sols et les grandes cultures fait partie du réseau de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les activités du Centre touchent deux secteurs principaux de recherche : les ressources en sols, en eau et en air, et la gestion et l'utilisation des grandes cultures dans l'Est du Canada. La mission du Centre consiste à accroître les connaissances scientifiques, à mettre au point des techniques novatrices et à élaborer des méthodes de gestion intégrée des sols et des grandes cultures favorisant la préservation de la qualité des sols, de l'eau et de l'air. Les équipes de recherche visent également l'amélioration génétique de

		<p>variétés végétales afin d'offrir des cultivars de qualité nutritive et sanitaire supérieure, qui résistent mieux aux maladies, qui offrent une plus grande tolérance aux stress environnementaux et, selon les besoins de l'industrie, qui peuvent être utilisés comme matière première pour la production de bioproduits. Le Centre est à l'origine d'une part importante des variétés de plantes fourragères et de céréales cultivées au Québec. La ferme expérimentale de Normandin est associée à ce centre de recherche.</p> <p>Amélioration génétique, pratiques culturales (orge, avoine et blé).</p>
<p>AAC - Saint-Jean-sur-Richelieu Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherche et de développement en horticulture</p>	<p>Gaétan Bourgeois</p>	<p>Le Centre de recherche et de développement en horticulture fait partie du réseau de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Situé à Saint-Jean-sur-Richelieu, au Québec, le Centre a pour mandat de mener des recherches dans les secteurs de la production durable, de la lutte antiparasitaire et de la préservation de la qualité des cultures et de l'horticulture après la récolte. Les scientifiques sont spécialisés dans l'exploitation maraîchère intensive, dans les fruits de verger, dans les petits fruits, dans les arbustes d'ornement et dans les nouvelles cultures.</p> <p>Modèles prévisionnels (blé et orge).</p>
<p>CDPQ Centre de développement du porc du Québec inc.</p>	<p>Robert Fillion, Marie-Pierre Fortier, Johanne Nadeau, Marie-Josée Turgeon</p>	<p>Le Centre a pour mission de contribuer à l'innovation et au transfert de connaissances nécessaires au développement durable du secteur porcin québécois. Le secteur des techniques d'élevage est un pilier important pour la recherche au CDPQ et les experts en nutrition coordonnent et collaborent, avec l'industrie et les autres centres d'expertise, à la préparation d'un plan d'action pluridisciplinaire qui vise à long terme à mieux contrôler et réduire les impacts des mycotoxines en alimentation porcine. Avec ces partenaires, d'autres projets seront donc mis sur pied dans les prochaines années.</p>

<p>CEROM Centre de recherche sur les grains inc.</p>	<p>Sylvie Rioux, Yves Dion, Gilles Tremblay, Serge Fortin</p>	<p>La mission du CEROM est de faire de la recherche d'intérêt public et collectif pour le développement du secteur de la production de grains du Québec. Une des orientations de recherche du CEROM vise à améliorer l'innocuité et la qualité des grains produits au Québec (blé, orge, avoine, maïs). Phytopathologie (épidémiologie, méthodes d'évaluation des cultivars, pratiques culturales), amélioration génétique, effets des traitements de fongicides, modélisation, pratiques culturales, entreposage et conservation des grains.</p>
<p>FADQ La Financière agricole du Québec</p>		<p>Programme d'assurance récolte disponible pour le maïs et les céréales. Les dommages causés par la fusariose sont admissibles sur preuves de pertes financières causées par contamination par la vomitoxine. Lorsqu'une superficie en culture a été affectée par la fusariose l'année précédente, au moins une des trois pratiques culturales suivantes y est appliquée : labour, rotation avec une plante autre qu'une graminée ou utilisation des cultivars recommandés par le Réseau Grandes cultures du Québec (RGCCQ) avec une cote de résistance à la fusariose de 1 à 7 inclusivement pour l'orge et de 1, 2 ou 3 pour le blé.</p>
<p>Université Laval Chaire de recherche du Canada en phytoprotection</p>	<p>Richard Bélanger</p>	<p>L'objectif principal du programme de la Chaire consiste à harmoniser les connaissances scientifiques acquises pour ce qui est des méthodes de lutte alternatives aux pesticides avec les réalités pratiques de l'application de telles méthodes. De façon générale, le programme s'articule autour des domaines suivants :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Les agents de lutte biologique 2) Le phénomène de la résistance induite dans le cadre des interactions plante-agent pathogène. <p>Développement de biopesticides. Production de protéines hétérologues. Potentiel nutraceutique de molécules fongiques et végétales. Potentiel anti-fongique de molécules fongiques et végétales.</p>

Université Laval Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation- Département des sciences animales	Frédéric Guay	Évaluation de l'efficacité des additifs alimentaires dans les aliments pour porcs.
Université Laval Faculté des sciences de l'agriculture et de l'alimentation - Département de phytologie	François Belzile, Suzanne Marchand	Biologie moléculaire. Biotechnologie végétale et alimentaire. Amélioration génétique de l'orge (marqueurs moléculaires). Techniques de production de plants d'orge hybrides résistants à la fusariose. Exploitation de la diversité génétique et création variétale chez le soya.
Université McGill	Ajjamada Kushalappa	Profils métaboliques de plantes cultivées, inoculées avec des agents pathogènes afin de produire des plantes à des niveaux de résistance plus élevés. Interactions entre la plante et l'agent pathogène pour détecter et discriminer les maladies pendant l'entreposage.
Université de Montréal, Faculté de médecine vétérinaire	Younès Chorfi	Évaluation des mycotoxicoses sur l'animal vivant. Le laboratoire du D ^r Chorfi a développé et validé une méthode d'analyse par HPLC permettant de quantifier la déoxynivalénol (vomitoxine), son métabolite (déépoxyvalénol) et l'ochratoxine A dans le sérum et les urines des animaux.

CANADA

AAC - Charlottetown, Île-du-Prince-Édouard Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherche sur les cultures et les bestiaux de Charlottetown	Richard Martin	Le Centre de recherche sur les cultures et les bestiaux de Charlottetown fait partie du réseau de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Le Centre met au point des techniques novatrices en matière de cultures agricoles d'une manière qui permet d'améliorer l'environnement et de protéger les ressources naturelles régionales. Le Centre participe à un programme conjoint important avec le Conseil national de recherches du Canada et l'Université de l'Île-du-Prince-Édouard dans le secteur des bioressources et de la santé axé sur la découverte et le développement de produits et de procédés d'origine biologique à
--	----------------	---

		<p>valeur ajoutée, à partir de cultures existantes ou nouvelles. Le Centre compte également un site de recherche situé à la ferme Harrington, au nord de Charlottetown, et qui appuie 95 % de la recherche menée sur le terrain par le Centre dans les domaines des pommes de terre, des céréales, des fourrages, ainsi que du travail et de la conservation du sol. Certains blés développés à ce Centre ont un rendement élevé et conviennent au Québec.</p> <p>Phytopathologie.</p>
<p>AAC - Guelph, Ontario Guelph Food Research Centre – Centre de recherches sur les aliments de Guelph</p>	<p>Yuting Zhou Joshua Gong</p>	<p>Écologie des pathogènes d'origine alimentaire et commensale (bactérienne) et leur interaction avec les animaux pour le développement de nouvelles stratégies dans le contrôle des agents pathogènes d'origine alimentaire.</p> <p>Désintoxication des porcs contaminés par la vomitoxine par ajout de bactéries.</p>
<p>AAC - Lethbridge, Alberta Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherche de Lethbridge</p>	<p>François Eudes</p>	<p>Le Centre de recherche de Lethbridge est l'un des plus grands établissements du réseau national de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Situé dans le sud de l'Alberta, le Centre est axé sur la recherche dans les secteurs de la santé environnementale, des produits et des procédés biologiques, de la salubrité des aliments et de la nutrition et des systèmes de production durable. Le Centre mène des recherches importantes sur des technologies nouvelles et améliorées en matière d'élevage de bovins et de qualité des produits. De plus, le CRL met au point des systèmes de culture durables et rentables axés sur les terres sèches et irriguées, de même que sur les grands pâturages des prairies du sud du Canada.</p> <p>Amélioration génétique, biotechnologies (blé et triticales).</p>
<p>AAC - Ottawa, Ontario Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherches de l'Est</p>	<p>Marc Savard, Allen Xue, Lana Reid, Xiaoyang Zhu, Harvey Voldeng, Alek</p>	<p>Le Centre de recherche de l'Est sur les céréales et les oléagineux fait partie du réseau national de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Il se trouve sur le lieu historique de la Ferme</p>

<p>sur les céréales et les oléagineux</p>	<p>Choo, Keh Ming Ho, Weikai Yan</p>	<p>expérimentale centrale, au centre-ville d'Ottawa. Le Centre participe à un large éventail d'activités de recherche. Il s'attache principalement à mettre au point des variétés améliorées d'orge, de maïs, d'avoine, de soja et de blé destinées à l'Est du Canada et à offrir une expertise en matière de végétaux, de champignons et d'insectes à des fins de contrôle biologique et d'amélioration génétique. Analyse des mycotoxines, phytopathologie et amélioration génétique (avoine, orge à deux rangs, orge à six rangs, blé d'automne, blé de printemps, maïs).</p>
<p>AAC - Swift Current, Saskatchewan Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de recherche sur l'agriculture des Prairies semi-arides</p>	<p>Myriam Fernandez</p>	<p>Le Centre de recherche sur l'agriculture des Prairies semi-arides fait partie du réseau de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Situé à Swift Current, dans la région du sud-ouest de la Saskatchewan, le Centre mène des activités de recherche importantes sur les régions de terres arides des Prairies du Canada. 92 % du blé dur et près de 50 % du blé de printemps produits dans l'Ouest canadien découlent de la recherche menée par le Centre. La Ferme expérimentale d'Indian Head et la Ferme expérimentale de Régina sont des sites satellites du Centre. On y effectue des recherches axées sur l'agronomie fondée sur l'élimination du travail du sol et sur des systèmes de culture annuelle destinés à la région de terres à parc; on y effectue également des essais relatifs à des variétés de grandes cultures. La ferme abrite l'Unité de multiplication des semences, qui produit des semences de base pour la sélection généalogique de 60 à 70 céréales annuelles, d'oléagineux et de légumineuses à graines, et de 25 à 35 cultivars de fourrage mis au point par les phytogénéticiens d'AAC. Phytopathologie.</p>
<p>AAC - Winnipeg, Manitoba Agriculture et Agroalimentaire Canada - Centre de</p>	<p>Jeannie Gilbert, Andy Tekauz</p>	<p>Le Centre de recherche sur les céréales de Winnipeg (Manitoba) fait partie du réseau national de 19 centres de recherche d'Agriculture et Agroalimentaire Canada. Les activités du centre sont axées sur</p>

recherche sur les céréales		l'amélioration génétique du blé et de l'avoine et sur l'amélioration de la qualité des céréales et de leur résistance aux maladies et aux insectes ravageurs. Phytopathologie (avoine, orge et blé)
ACIA	Agence canadienne d'inspection des aliments	Protéger la santé et le bien-être des Canadiens, l'environnement et l'économie en préservant la salubrité des aliments, la santé des animaux et la protection des végétaux.
AgReTech, Ontario	H.L Trenholm	AgReTech est composé d'experts internationaux dans le domaine de la toxicologie et de la nutrition animale (mycotoxines, sécurité alimentaire, nutrition, sous-produits, etc.).
CCG	Commission canadienne des grains	La Commission canadienne des grains est l'organisme fédéral chargé d'établir et de maintenir les normes de qualité des grains du Canada.
LRG	Laboratoire de recherches sur les grains	Le laboratoire de recherche sur les grains est un centre de recherche reconnu à l'échelle internationale et le centre canadien de recherches sur la qualité et la salubrité du grain. Les chercheurs mènent des recherches pour élargir les connaissances scientifiques sur les éléments constitutifs de la qualité du grain et s'assurent que le caractère technologique du grain est conservé d'une cargaison à l'autre et d'une année à l'autre.
OMAFRA Ontario Ministry of Agriculture, Food & Rural Affairs - Crop Technology Branch		L'OMAFRA publie régulièrement un bulletin, CropPest, sur l'évolution des récoltes et de la qualité. En 2006 et en 2008, ils ont également publié les résultats d'une campagne d'échantillonnage du maïs au champ dans divers comtés ontariens en vue de connaître la teneur en vomitoxine des récoltes.
Santé Canada	Luc Pelletier	Santé Canada réalise des recherches pour évaluer la toxicité des toxines naturelles chez l'humain et évalue le risque d'effets indésirables lié à leur exposition. Il établit des normes relatives aux limites maximales acceptables dans les aliments. Avec la collaboration d'autres partenaires du gouvernement fédéral, notamment l'Agence

		canadienne d'inspection des aliments, le ministère des Pêches et des Océans, et la Commission canadienne des grains, cet organisme contrôle régulièrement le niveau de diverses toxines naturelles présentes dans les aliments.
Université de Guelph Animal and Poultry Science	Kees de Lange Trevor K. Smith (<i>Gabriel Diaz-Llano a également co-signé plusieurs publications lorsqu'il travaillait à l'Université de Guelph</i>)	Nutrition des porcs, santé intestinale, modélisation mathématique, détoxification enzymatique des aliments contaminés par les <i>Fusarium</i> . Effets des facteurs anti-nutritionnels tels que les mycotoxines du genre <i>Fusarium</i> (porcs, volailles, bovins laitiers, chevaux, animaux de compagnie). Méthodes analytiques de détection des mycotoxines dans les aliments.
Université de Guelph Plant Agriculture, Ridgetown Campus	Art Schaafsma, Lily Tamburic-Ilincic, Victor Limay-Rios	Phytopathologie (maïs et céréales), modèle de prédiction de la fusariose DONcast (nom du modèle), application de fongicides dans le blé, résistance génétique du blé, tests de détection des mycotoxines.
Université de Guelph Plant Agriculture, Ridgetown Campus	Peter Pauls Laima Kott	Sélection d'hybride de maïs pour la résistance à la fusarium graminearum
Université du Manitoba	Dilantha Fernando, Xiaowei Guo	Phytopathologie (blé) – modélisation.
Université de Manitoba	Jim House	Nutrition des monogastriques, biochimie et nutrition vitaminique.
MONDE		
Agroscope (Suisse) Station de recherche fédérale Reckenholz - Tänikon ART		Les travaux de cette station sont plutôt orientés vers les méthodes culturales avec un pôle de recherche sur la fusariose dans les céréales et le maïs.
Agroscope (Suisse) Station de recherche fédérale Changins - Wädenswil ACW		Les chercheurs de l'ACW travaillent sur la sélection et la résistance des variétés de céréales et de maïs.
Agroscope (Suisse) Station de recherche fédérale Liebefeld- Posieux ALP		Dans cette station de recherche fédérale suisse, les travaux de recherche portent sur les productions animales.
Alltech (USA)		Mycosorb – additifs alimentaires pour prévenir le développement des mycotoxines,

		efficace pour toutes les espèces animales. Alltech supporte le site Internet www.knowmycotoxins.com .
Biomin (Autriche)		Ligne de produits Mycofix – pour la désactivation des mycotoxines dans l'alimentation des animaux. Créateur du site Internet www.mycotoxins.info
HGCA Home grown cereals authority (UK)		Cette organisation vise l'amélioration de la production, de la mise en marché et de la compétitivité des grains et oléagineuses produits au Royaume-Uni HGCA a également un site Web (voir Tableau 4).
INRA (France)	Isabelle Oswald Jean-Pierre Jouany	Influence de l'ingestion de mycotoxines sur la réponse immunitaire et sensibilité aux infections chez les porcs. Détoxification des mycotoxines par l'utilisation des levures.
Stimul (France)		Pôle de recherche et expertise sur la qualité sanitaire des céréales. Groupe d'intérêt scientifique formé des trois partenaires suivants : Groupe coopératif Maïsador, Syngenta seeds et Maïsador semences.
Toxicology and mycotoxins Research Unit (TMRU) (USA)	Charles W. Bacon Anthony E. Glenn Kenneth A. Voss Ida E. Yates	Branche du Research and Service du United States Department of Agriculture (USDA). Amélioration de la consommation et du marché d'exportation, de l'acceptabilité des produits agricoles des États-Unis (maïs, blé) qui peuvent être contaminés par <i>Fusarium</i> . Études toxicologiques de paramètres associés à une ou plusieurs mycotoxines, individuellement ou combinées, ainsi que la toxicité <i>in vivo</i> des espèces de <i>Fusarium</i> isolées à partir de maïs, de blé et autres céréales. Contrôler et / ou prévenir la formation de mycotoxines dans le maïs qui sont produites par le champignon <i>F. moniliforme</i> . Production écologique, accumulation de <i>F. moniliforme</i> des toxines et prévention de ces toxines dans la plante, principalement par le biais de stratégies de lutte biologique, telles que les bactéries inoffensives.

Université Cornell (NY, USA)	Gary Burgstrom, David Schmale III	Phytopathologie (maïs et blé).
Université de l'état du Dakota du nord (ND, USA)	Marcia McMullen	Phytopathologie (blé et orge).
Université du Michigan (MI, USA)	James J Pestka	Nutrition, toxicologie des aliments, effets immunotoxicologiques des mycotoxines et des bactéries, suppléments naturels.
Université du Minnesota (MN, USA)	Ruth Dill-Macky	Phytopathologie (céréales et maïs).
Université fédérale de Parana (Brésil)	Elizabeth Santin	Dre Santin est professeure adjointe à l'Université fédérale de Parana, d'où elle a fait ses études post-doctorales. Elle est graduée en médecine vétérinaire de l'Université Fédérale de Santa Maria avec une spécialisation en diagnostic biomoléculaire de virologie à l'université du Nebraska et une maîtrise et un doctorat à l'Université <i>Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho</i> . Ses travaux portent principalement sur les levures <i>S. cerevisiae</i> , les mycotoxines, l'immunité, la maladie Newcastle et l'interaction entre la nutrition et les performances zootechniques.
Université de l'Utah (USA)	Duarte E. Diaz	Dr Diaz est professeur assistant au département des sciences animales de l'Université de l'Utah. Il a effectué différents travaux portant sur l'analyse des mycotoxines, l'impact des mycotoxines dans l'alimentation des ruminants et sur l'efficacité de l'ajout d'additif alimentaire dans la ration. Il est également l'éditeur du livre <i>Mycotoxin Blue Book</i> .
USDA-GIPSA (IL, USA)	Anne Desjardins	Mycotoxicologie des <i>Fusarium</i> .
USWBSI US Wheat and barley scab initiative (USA)		L'objectif de l'USWBSI est de contribuer au développement rapide de moyens et méthodes de contrôle pour minimiser les impacts de la fusariose dans les cultures d'orge et de blé. Par la coordination des activités de recherche et le financement de projets, il vise aussi à identifier et faire connaître les meilleures pratiques de

		production (résistance des cultivars, fongicides, pratiques culturales, rotations, modèles prévisionnels, analyses économiques). L'USWBSI est financé par l'Agricultural Research Service du USDA et le comité exécutif est composé de producteurs de grains, d'utilisateurs, de représentants de plusieurs universités et du USDA.
--	--	---

Équipes de recherche sur la fusariose de l'épi des céréales

Centre de recherche	Chercheur responsable	Espèce	Discipline
QUÉBEC			
AAC Normandin	Denis Pageau Julie Lajeunesse	Orge, avoine, blé	Pratiques culturales Évaluation de la résistance à <i>Fusarium</i>
AAC Québec	François Langevin André Comeau	Blé, tritcale (orge : évaluation seulement)	Amélioration génétique But : résistance à <i>Fusarium</i> et autres stress
AAC Saint-Jean-sur-Richelieu	Gaétan Bourgeois	Blé et orge	Modèles prévisionnels
CÉROM	Sylvie Rioux Yves Dion Gilles Tremblay Serge Fortin	Blé, orge, avoine Blé, orge Maïs, blé Céréales	Phytopathologie (emphasis sur <i>Fusarium</i>) (épidémiologie, méthodes d'évaluation de cultivars - pratiques culturales) Amélioration génétique - Essais de fongicides Modélisation Pratiques culturales Entreposage et- conservation des grains
Université Laval Québec	François J. Belzile Suzanne Marchand	Orge	Amélioration génétique, marqueurs moléculaires
Université McGill Sainte-Anne-de-Bellevue	Ajjamada Kushalappa	Blé et orge	Amélioration génétique - marqueurs métaboliques

CANADA			
AAC Charlottetown Île-du-Prince-Édouard	Richard Martin	Céréales	Phytopathologie Amélioration génétique
AAC Lethbridge Alberta	François Eudes	Blé, triticale	Amélioration génétique - biotechnologie
AAC – Ottawa	Marc Savard Allen Xue Lana Reid Xiaoyang Zhu Harvey Voldeng Alek Choo Keh Ming Ho Weikai Yan	Céréales Blé, orge Maïs Maïs Blé de printemps Orge à six rangs Orge à deux rangs Avoine	Chimie- Analyses de mycotoxines Phytopathologie Amélioration génétique Amélioration génétique Amélioration génétique Amélioration génétique Amélioration génétique (emphasis sur <i>Fusarium</i>)
AAC Swift Current Saskatchewan	Myriam Fernandez	Céréales	Phytopathologie
AAC Winnipeg	Jeannie Gilbert Andy Tekauz	Blé Orge, avoine	Phytopathologie Phytopathologie (emphasis sur <i>Fusarium</i>)
Université de Guelph	Art Schaafsma Lily Tamburic- Ilincic	Maïs, céréales	Phytopathologie
Université du Manitoba	Dilantha Fernando / Xiaowei Guo	Blé	Phytopathologie (modélisation)
ÉTATS-UNIS			
Université Cornell,	Gary Burgstrom David Schmale III (VA)	Maïs, blé	Phytopathologie
Université du Dakota du Nord	Marcia McMullen Mohamed Mergoum	Blé, orge	Phytopathologie (une certaine emphasis sur <i>Fusarium</i>)
Université du Minnesota	Ruth Dill-Macky	Céréales, maïs	Phytopathologie

USDA- GIPSA	Anne Desjardins		Mycotoxicologie des <i>Fusarium</i>
-------------	-----------------	--	-------------------------------------

Sites et outils Internet sur les mycotoxines

Organisation responsable	Adresse Internet	Description
QUÉBEC		
CDPQ	http://www.nav_cdpq.asp?page=champs_dactivite/05Technique_delevage/Mycotoxines	Cette page Web présente l'information sur les facteurs qui peuvent influencer l'apparition des mycotoxines ou leurs impacts sur les porcs. Des documents techniques provenant de différents partenaires y sont également déposés. Cet outil de diffusion a été conçu de façon à apporter un complément plus technique au présent document. La page web évoluera au fil du temps et de nouveaux documents y seront ajoutés.
CEROM	www.cerom.qc.ca	Ce site contient plusieurs bulletins techniques sur l'entreposage des grains (séchage, ventilation, conservation).
La Financière agricole du Québec	www.fadq.qc.ca/index.php?id=2311	On y retrouve en ligne les bilans en assurance récolte pour les différentes régions du Québec. La Financière agricole publie aussi le bulletin <i>L'état des cultures au Québec</i> ainsi que l'évolution des récoltes par région.
RAP- Réseau d'avertissements phytosanitaires	www.agrireseau.qc.ca/rap	On y retrouve tous les bulletins émis par le RAP. Ces avertissements sont produits par le CEROM. Trois fois par semaine pendant l'été des avertissements donnent le niveau de risque d'infection à la fusariose (blé et orge seulement) pour les régions du Québec. Les producteurs peuvent donc utiliser cette information pour planifier les traitements fongiques.

Réseau Grandes Cultures du Québec	http://www.cerom.qc.ca/documentations/Resultats_RGCQ_2008.pdf	Ce document présente le degré de sensibilité de certains cultivars dont le blé et l'orge, évalués par l'Atelier céréales du Réseau Grandes Cultures du Québec. Il renferme les résultats 2007 ainsi que les recommandations pour 2008. Ce réseau impose des normes sévères concernant <i>Fusarium</i> et ses toxines.
Vent-Expert	www.cerom.qc.ca/3_0/3_1.html	Logiciel développé par le CEROM pour le calcul des systèmes de ventilation des grains.
CANADA		
Commission canadienne des grains	www.grainscanada.gc.ca	Statistiques annuelles sur les grains de blé fusariés dans l'Ouest canadien, autres données sur la qualité pour divers grains, photos de grains fusariés, normes de classement.
Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives	www.gov.mb.ca/agriculture/crops/diseases	Information diverse sur la fusariose des grains, les méthodes culturales, l'entreposage, le choix des variétés.
Manitoba Agriculture, Food and Rural Initiatives	www.gov.mb.ca/agriculture/crops/fhb/index.html	Modèles de prédiction du risque de fusariose en fonction des prévisions et conditions météorologiques dans les différentes régions du Manitoba. Les résultats sont présentés sur des cartes mises à jour chaque semaine.
OMAFRA Ontario Ministry of Agriculture, Food & Rural Affairs - Crop Technology Branch	www.omafra.gov.on.ca/english/crops/field/news/news_croppest.html	Bulletin CropPest qui fait état de la qualité et de l'évolution des récoltes en Ontario. L'abonnement à la version électronique du bulletin est gratuit.
Weather Innovations inc.	www.weatherinnovations.com/DONcast.cfm	Weather Innovations Incorporated est une nouvelle compagnie mise sur pied à l'origine au Campus Ridgetown de l'Université de Guelph sous le nom de projet Ontario Weather Network. La compagnie se

		<p>spécialise dans le développement de modèles prévisionnels basés sur les conditions météorologiques facilement utilisables sur les fermes de grandes cultures. Un des modèles développés est le DONcast qui prédit pour un site de culture de blé, le risque de contamination de la récolte par la vomitoxine.</p>
ÉTATS-UNIS		
<p>Alltech (selon François, Alltech n'est pas l'auteur de ce site mais le supporte)</p>	<p>www.knowmycotoxins.com</p>	<p>Site Internet géré de façon autonome par un groupe de spécialistes des mycotoxines avec l'appui technique de Alltech. Contient de l'information sur les événements à venir, la réglementation, les impacts des mycotoxines sur l'animal et les stratégies pour en combattre les effets, les méthodes d'échantillonnage. Le site propose aussi « l'Expert du mois » et fait connaître ses travaux en lien avec la problématique des mycotoxines.</p>
<p>FAO/IAEA</p>	<p>www.iaea.org/trc/main.htm</p>	<p>Entente entre la FAO (Food and Agriculture Organization) et l'IAEA (International Atomic Energy Agency). Il supporte les États membres et leurs institutions dans l'implantation de normes internationales relatives à la sécurité alimentaire, à l'utilisation judicieuse des pesticides et aux mesures phytosanitaires (méthodes d'analyse). Il exerce son mandat par la formation, par des services d'assurance qualité et du transfert technologique. Sur le site Internet (onglets « General information » et « Mycotoxins »), on peut retrouver des publications sur les méthodes analytiques et la réglementation en rapport avec les mycotoxines.</p>

Grain Inspection, Packers & Stockyards Administration GIPSA/USDA	www.gipsa.usda.gov	Le site Internet présente une section sur les mycotoxines (sous l'onglet « <i>grain, rice & pulses</i> »). De nombreuses publications disponibles en ligne se retrouvent également sous l'onglet « laws & regulations ». Un rapport d'évaluation des performances des trousse de détection rapide des mycotoxines (test kits) se retrouve également sur le site (aflatoxine, DON, fumigation, inspection des grains, méthodes de détection, etc.
National Agricultural Statistics Service (USDA)	www.nass.usda.gov/publications/state_crop_progress_and_conditions/index.asp	Rapports de progression des récoltes pour tous les États américains. On peut s'inscrire en ligne pour recevoir les bulletins hebdomadaires par courriel ou les consulter sur le site.
Université du Dakota du Nord	www.ag.ndsu.nodak.edu/cropdisease/cropdisease.htm	Modèle prévisionnel du risque d'infection par la fusariose.
Université de l'Ohio	www.oardc.ohio-state.edu/ohiofieldcropdisease/	Le site contient beaucoup d'information sur les mycotoxines et les cultures. Il y a une section sur les effets chez les animaux, les niveaux recommandés et les bonnes pratiques à mettre en place. Le site comporte aussi un modèle prévisionnel du risque d'infection par la fusariose.
Université de la Pennsylvanie	www.wheatcab.psu.edu	Modèle prévisionnel du risque d'infection par la fusariose.
USWBSI US Wheat and barley scab initiative	www.scabusa.org	Site de l'USWBSI. On y retrouve des rapports de projets, des liens vers d'autres sites, les résumés des forums nationaux sur la fusariose de l'épi (National Fusarium Head Blight Forum) et les chercheurs impliqués dans les projets.
EUROPE		
Agroscope (Suisse)	www.mycotoxines.ch	Site commun pour les travaux de recherche sur les mycotoxines effectués dans les stations

		d'Agroscope.
Swiss Granum (Suisse)	http://swissgranum.ch	Swiss granum est la plate-forme commune de la branche des céréales, oléagineux et protéagineux. Elle représente et défend les intérêts communs définis par ses membres.
Australian Mycotoxin Newsletter (Australie)	www.aciar.gov.au/node/461	Newsletter publiée entre 1982 et 2003 par Postharvest Technology Program de l'Australian Center for International Agricultural Research. Regroupait des résumés de publications scientifiques traitant des mycotoxines et des données analytiques sur l'occurrence des contaminations en Australie. Le format était intéressant mais la publication a cessé étant donné qu'avec la venue de l'Internet l'accès aux publications s'est vu grandement facilité. Les anciens numéros sont encore en ligne et peuvent être téléchargés gratuitement.
Biomin	www.mycotoxins.info	Nouveau site Internet publié par la compagnie Biomin. Le site renferme une foule de renseignements sur les mycotoxines, un calendrier des grands événements mondiaux en rapport avec les mycotoxines, une section questions & réponses. L'information est regroupée dans différents onglets : champs, entreposage, effets sur les animaux, données scientifiques et vétérinaires ainsi qu'une section dédiée aux consommateurs. L'information de base est présentée ainsi que les mesures de prévention à chaque niveau. Biomin dépose également des capsules sur le thème des mycotoxines.
Commission européenne	www.ec.europa.eu/food/food/chemicalsafety/contaminants	Ce site permet de télécharger les opinions scientifiques publiées par le Scientific Committee for Food sur les toxines suivantes : deoxynivalénol,

		nivalénol, T-2 et HT-2, zéaralénone et fumonisines. Les liens pour les textes de lois, règlements et recommandations de la Communauté européenne figurent aussi sur le site.
École d'ingénieurs en agriculture	http://biosol.espita.org/liens/myco_2004/index.htm	Site contenant de l'information spécifique aux mycotoxines, créé par l'école d'ingénieurs en agriculture, en Europe. Il renferme les principaux aspects concernant les mycotoxines, à savoir les facteurs d'apparition, les méthodes de détection, les risques et conséquences.
European Mycotoxins Awareness Network (EMAN)	www.mycotoxins.org	Site Web qui regroupe de l'information scientifique et technique déposée par un consortium d'experts. Le réseau a été créé en 2000. Le site regroupe des fiches techniques, de l'information, entre autres, sur les méthodes de détection et d'analyse des mycotoxines, la prévention, l'évaluation des risques et la législation. Il est actuellement financé par Biomin, Neogen et Leatherhead International.
HGCA (UK) Home grown cereals authority	http://www.hgca.com/content.templat/0/0/Home/Home/Home.e.msp	Le site présente beaucoup d'information relativement aux marchés, à la recherche sur les cultures, des cartes sur l'évolution des récoltes et de l'état sanitaire, ainsi que des outils en ligne. La section sur les mycotoxines renferme des guides de bonnes pratiques afin de minimiser la contamination des grains, des rapports sur les niveaux de contamination, des fiches techniques sur l'entreposage des grains et un chiffrier qui permet de calculer la durée d'entreposage.

<p>IFA TuIn Université de Vienne</p>	<p>http://www.ifa-tulln.ac.at/index.php?id=6&L=1</p>	<p>IFA TuIn est l'unité d'Agrobiotechnologie de l'Université de Vienne. BiomIn est en relation très étroite avec cette faculté. Cette branche se spécialise en chimie analytique, mycotoxine, de l'eau et la biochimie.</p>
<p>ISPB Université de Lyon Institut des sciences pharmaceutiques et biologiques</p>	<p>http://ispb.univ-lyon1.fr/mycologie/site_labomyc/enseignement/3/mycotoxines01.htm</p>	<p>Ce site regroupe des documents destinés à l'enseignement de la mycologie. On y retrouve des textes et des présentations PowerPoint sur le développement des moisissures, sur les mycotoxicoses et leurs effets sur la santé des hommes et des animaux, sur les modes de prévention et la réglementation.</p>
<p>MoniQA</p>	<p>http://www.moniqa.org/</p>	<p>Financé par l'Union européenne, MONIQA regroupe 33 organisations du monde entier qui travaillent ensemble pour aider les fabricants de produits alimentaires, les magasins de détails et les organismes de réglementation à faire face aux défis posés par la mondialisation de l'économie alimentaire. En particulier, MONIQA est en train d'établir des méthodes et des normes dans l'analyse alimentaire. Cet organisme assure l'efficacité et l'efficience de la qualité des aliments et de sécurité au sein de l'UE et dans le monde entier.</p>
<p>Mycotoxicology Newsletter <i>Dr. Angelo Visconti, Institute of Sciences of Food Production</i></p>	<p>http://www.mycotoxicology.org/index.html</p>	<p>Newsletter publiée entre 1998 et 2008. Forum regroupant des résumés de publications scientifiques, les nouvelles récentes et les conférences portant sur divers aspects des mycotoxines au niveau international.</p>
<p>Rapid alert system for food and feed RASFF</p>	<p>http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/index_en.htm</p>	<p>Réseau d'information en lien avec l'innocuité alimentaire dans les pays européens, incluant les alertes pour la présence de tous types de contaminants alimentaires, les</p>

		<p>mycotoxines dans les aliments (humains, animaux) et les grains. Ce réseau a été créé par le règlement EC 178/2002. Il permet la transmission rapide d'information entre les États membres, la Commission européenne et l'EFSA-European food safety authority. Par ce réseau, les États membres qui détectent des contaminants dans les aliments doivent en faire un rapport immédiat au RASFF, qui retransmet l'information à tous.</p>
Stimul	www.maitriserlesfusarium.org	<p>Information générale sur les mycotoxines, réglementation européenne, programmes de recherche sur la résistance et la tolérance des lignées et cultivars de maïs, pratiques culturales et facteurs agro-environnementaux et leur lien avec les taux de contamination, schémas de bonnes pratiques.</p>