

LES FUSARIOTOXINES

Rédaction : J Dreyfus, F Lagache, M Roussel

Mise à jour : octobre 2007



DÉFINITIONS ET PROPRIÉTÉS :

La fusariose est une maladie due à un champignon parasite de l'espèce *fusarium* qui se retrouve sur les céréales et le maïs. Certaines fusarioses ont la capacité de produire des mycotoxines rendant parfois les produits impropres à la consommation du fait de leurs effets néfastes sur la santé humaine et animale.

Les symptômes de la fusariose sont décelables peu après la floraison les épis atteints sont échaudés prématurément, les grains auront un aspect rugueux et galeux, de couleur brun clair, rose ou blanc grisâtre.

Les fusarioses sont capables de se conserver pendant l'inter culture dans le sol, les grains infectés, les paillettes ou dans les résidus de récolte laissés à la surface du sol. Les spores sont disséminés par le vent et les éclaboussures. Pour germer, les spores vont avoir besoin de conditions humides au moment de la floraison (100% d'humidité relative pendant 2 à 3 jours). La température optimale est comprise entre 20 et 25 °C. Les spores vont alors envahir les parties florales, les glumes et tout ou une partie de l'épi.

La durée d'incubation des spores est de 3 à 5 jours suivant les conditions.

Suivant le genre de *fusarium*, la mycotoxine produite ne sera pas la même :

Espèces de <i>Fusarium</i>	Mycotoxines produites
<i>F. pseudograminearum</i> <i>F. graminearum</i> <i>F. flocciferum</i> <i>F. cerealis</i> <i>F. culmorum</i> <i>F. lumulosporum</i>	Trichothécènes B (DON, A-DON, NIV) et / ou Zearalénone
<i>F. venenatum</i> <i>F. robustum</i> <i>F. tumidum</i> <i>F. sambicinum</i> <i>F. poae</i> <i>F. sporotrichioides</i>	Trichothécènes A (T-2, HT-2) et / ou Trichothécènes B (NIV, FX)
<i>F. verticilloïdes</i> <i>F. sacchari</i> <i>F. fujikuroi</i> <i>F. proliferatum</i> <i>F. subglutinans</i> <i>F. nygamai</i>	Fumonisines et / ou Beauvericine et / ou Monoliformine

TOXICITÉ DES FUSARIOTOXINES:

La zéaralénone, est une toxine insoluble dans l'eau. Elle est soluble uniquement dans les bases diluées, le benzène, les alcools, le chloroforme et l'eau mélangée au méthanol. Elle entraîne des perturbations physiologiques au niveau des organes génitaux mâles et femelles.

Les Trichothécènes sont divisés en 2 catégories.

La catégorie A, regroupe les mycotoxines solubles dans les solvants aprotiques tels que le chloroforme, l'acétate d'éthyle, l'acétone. Cette catégorie comprend les toxines T2 et HT-2.

Les toxines T2 sont très toxiques. En effet la DL50 est de 3mg/kg pour une souris. Elle a des effets neurotoxiques. En élevage, cette toxine entraîne des pertes de production, des défauts de pigmentation des œufs et des vomissements.

LES FUSARIOTOXINES

Rédaction : J Dreyfus, F Lagache, M Roussel

Mise à jour : octobre 2007



La catégorie B, comprend les mycotoxines solubles dans les alcools et l'eau. Elle regroupe :

- Le Déoxinivalénol (DON),
- Les Déoxinivalénol acétylés (A-DON) de type 3-acétyl DON et 15-acétyl DON,
- Le Nivalénol (NIV),
- Le fusarénone (FX).

Les mycotoxines de types DON sont les plus fréquentes. En effet nous retrouvons le plus fréquemment *Fusarium graminearum* sur les plantes infectées et il est principalement à l'origine des contaminations par les DON.

Ces toxines et leurs dérivés entraînent généralement des vomissements, des inflammations dermiques et des troubles nerveux. Ces toxines ont aussi des effets néfastes sur le foie, le tube digestif et le sang. La DL50 de ces toxines est de 70mg/kg chez la souris.

Dans les aliments des teneurs de 200ppm de ce type de toxine peuvent induire des symptômes.

Les **fumonisines**, et notamment la fumonisine B, peuvent entraîner des oedèmes pulmonaires chez le porc, des leucoencéphalomalacies chez le cheval et elle est suspectée dans l'étiologie du cancer de l'œsophage chez l'homme.

Sa toxicité est très forte car des doses de 5 à 10 ppm peuvent induire des symptômes. Elles se retrouvent souvent dans le maïs.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES :

Des teneurs maximales en toxines dans les denrées alimentaires ont été publiées au JOCE du 19 décembre 2006 et au JOCE du 17 août 2006.

Ces normes sont données suivant la fusariotoxine, suivant la denrée alimentaire mais également selon sa destination humaine ou animale.

Les tableaux ci-dessous reprennent les différentes teneurs.

Dans la famille des trichothécènes, la réglementation concernant les toxines T2 et H-T2 est en cours de rédaction.

RÈGLEMENT (CE) N 1126/2007 DE LA COMMISSION du 28 septembre 2007 modifiant le règlement (CE) n°1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires en ce qui concerne les toxines du *Fusarium* dans le maïs et les produits à base de maïs

Tableau 1: Teneurs maximales autorisées pour les denrées alimentaires à destination humaine

Type de mycotoxine	Produits	Teneur maximale en µg/kg
Déoxynivalenol (DON)	Céréales non transformées autres que le blé dur, avoines et maïs	1250
	Blé dur et avoines et maïs*	1750
	Farines de céréales et fractions de mouture de maïs > 500 µm	750
	Fractions de mouture de maïs < 500 µm	1250
	Pâtes	750
	Céréales petits déjeuners, pains, pâtisserie, biscuits, produits à base de maïs, snacks	500
	Alimentation infantile	200

LES FUSARIOTOXINES

Rédaction : J Dreyfus, F Lagache, M Roussel

Mise à jour : octobre 2007



Type de mycotoxine	Produits	Teneur maximale en µg/kg
Zéaralénone (ZEA)	Céréales brutes autres que le maïs	100
	Maïs *	350
	Farines de céréales à l'exception de la farine de maïs	75
	Fractions de mouture de maïs < 500 µm	300
	Fractions de mouture de maïs > 500 µm	200
	Huile raffinée de maïs	400
	Céréales petits déjeuners, pains, pâtisseries, biscuits à l'exception des préparations à base de maïs	50
	Céréales petits déjeuners et produits à base de maïs, snacks	100
Fumonisines ^a	Alimentation infantile	20
	Maïs*	4000
	Fractions de mouture de maïs < 500 µm	2000
	Fractions de mouture de maïs > 500 µm	1400
	Produits à base de maïs, snacks	1000
	Céréales petits déjeuners à base de maïs	800
Alimentation infantile	200	

* Le maïs brut destiné à être transformé par voie humide (production d'amidon) n'est pas concerné par ce règlement car l'amidon et les produits dérivés de l'amidon utilisés comme ingrédients alimentaires ne contiennent quasiment plus de mycotoxines. Les amidonniers doivent vérifier que les co-produits du maïs soient conformes avec les valeurs recommandées pour les matières premières destinées à l'alimentation animale.

^a : Concerne les produits à base de maïs, La teneur maximale s'applique à la somme de Fumonisine B1 (FB1) et de Fumonisine B2 (FB2).

Tableau 2: Recommandations européennes sur les taux maximum de fusariotoxines dans l'alimentation animale (JOCE 576/2005 du 17 août 2006)

Type de mycotoxine	Produits	Teneur maximale en µg/kg
DON	Toutes les céréales et leurs sous- produits, sauf ceux du maïs, en tant que matières premières	8000
	Sous- produits du maïs, en tant que matières premières	12000
	Aliments complémentaires et complets pour porcs	900
	Aliments complémentaires et complets pour veaux (moins de 4 mois), agneaux et chevreux	2000
	Autres aliments complémentaires et complets	5000
Zéaralénone	Toutes les céréales et leurs sous- produits, sauf ceux du maïs, en tant que matières premières	2000
	Sous- produits du maïs, en tant que matières premières	3000

LES FUSARIOTOXINES

Rédaction : J Dreyfus, F Lagache, M Roussel

Mise à jour : octobre 2007



Grandes cultures

Type de mycotoxine	Produits	Teneur maximale en µg/kg
Zéaralénone (suite)	Aliments complémentaires et complets pour porcelets et jeunes truies	100
	Aliments complémentaires et complets pour truies et porcs d'engraissement	250
	Aliments complémentaires et complets pour veaux, bétail laitier, ovins et caprins (agneaux et chevreaux compris)	500
Fumonisines (somme des FB1 et FB2)	Maïs et produits à base de maïs, en tant que matières premières	60000
	Aliments complémentaires et complets pour porcs, équidés, lapins et animaux familiers	5000
	Aliments complémentaires et complets pour poissons	10000
	Aliments complémentaires et complets pour volailles, veaux (moins de 4 mois), agneaux, chevreaux	20000
	Aliments complémentaires et complets pour ruminants adultes (plus de 4 mois) et visons	50000

MESURE DU RISQUE (étude Arvalis):

Des grilles permettent d'évaluer la sensibilité de la parcelle à une contamination de la récolte par les DON. En fonction du score obtenu, différentes recommandations sont faites.

Le tableau de gauche ci-dessous donne les différentes sensibilités variétales. A l'aide de l'information obtenu, nous obtenons une note dans le tableau de droite.

Comportement des variétés vis-à-vis des fusarioses et du risque DON associé				
peu sensibles				
7	MERCURY	ORNICAR	APACHE	RENAN
6	(EPHOROS)	(PARADOR)	CATALAN	
5	ANDALOU	RUNAL*	(HYBRED)	
	TROCADERO	SPONSOR*		
	SANKARA*	ATLASS	AUBUSSON	SOISSONS*
	CEZANNE	PR22R28*		
4	PYTAGOR	MENDEL	ACIENDA	ORATORIO*
3	CHARGER	VIVANT	ORVANTIS*	
	AUTAN*	CAPHORN*	ESENGRAIN*	LANCELOT*
	SHANGO*	TOISONDOR		
	BASTIDE*	TREME		
2	ROYSSAC	(INOUI*)		
sensibles				

source : CTPS et ARVALIS - Institut du végétal 2006
* notes GEVES modifiées par ARVALIS - Institut du végétal

Système de culture	Sensibilité Variétale	Recommandations
Céréales à paille, colza, lin, pois, fèves, tournesol	Labour	1 - Peu sensibles 1 - Moyennement sensibles 2 - Sensibles
	Non labour	2 - Peu sensibles 2 - Moyennement sensibles 2 - Sensibles
Betaïves, pomme de terre, soja, autres	Labour	2 - Peu sensibles 2 - Moyennement sensibles 2 - Sensibles
	Non labour	2 - Peu sensibles 2 - Moyennement sensibles 3 - Sensibles
Maïs, sorgho	Labour	2 - Peu sensibles 2 - Moyennement sensibles 3 - Sensibles
	Non labour	4 - Peu sensibles 5 - Moyennement sensibles 6 - Sensibles

A partir de la note obtenue, différentes recommandations sont données.

1 > le risque fusariose est minimum et préserve d'une excellente qualité sanitaire du grain vis-à-vis de la teneur en DON.

2 > pas de traitement fongicide spécifique vis-à-vis des fusarioses.

3 > le risque peut être encore minimisé en choisissant une variété moins sensible. Pas de traitement spécifique vis-à-vis des fusarioses sauf si le climat est humide pendant la période épiaison-début floraison.

LES FUSARIOTOXINES

Rédaction : J Dreyfus, F Lagache, M Roussel

Mise à jour : octobre 2007



4 > il est préférable de modifier la conduite ou le système de culture pour revenir à un niveau de risque inférieur par le labour ou le choix d'un autre précédent. A défaut, réaliser un broyage le plus fin possible et une incorporation superficielle des résidus rapidement après la récolte. Le risque étant limité par le choix d'une variété peu sensible, envisager un traitement avec une triazole anti-fusarium efficace (*F. graminearum* et *F. culmorum*), sauf climat très sec pendant la période épiaison début floraison.

5 et 6 > il faut impérativement modifier certaines composantes du système de culture pour revenir à un niveau de risque inférieur. Choisir une variété peu sensible. A défaut, assurer une meilleure gestion des résidus, réintroduire un labour, ou cultiver le blé derrière un autre précédent.

Toutefois ce tableau ne prend pas en compte le climat. En effet si l'hygrométrie est saturante à partir de la fin de la montaison et si les températures sont supérieures à 10°C, la maturation des périthèces sur les résidus de culture et par conséquent l'émission d'ascospores seront favorisés. Une surveillance renforcée des parcelles sera donc nécessaire.

MOYENS DE LUTTE :

Différents moyens de lutte existent. Ces moyens résident dans la gestion des cultures du choix de la variété jusqu'à la récolte et dans la gestion de la lutte chimique.

✓ Rotation des cultures

La rotation des cultures est un moyen efficace pour réduire le risque de contamination. Elle est très efficace en particulier pour réduire la contamination sur les céréales d'hiver.

Lors du choix de la rotation, il faudra alterner des cultures concernées par une infection de *fusarium* telles que les céréales ou le maïs avec des cultures non hôte de *fusarium* comme la pomme de terre, la betterave sucrière, le lin, le trèfle, la luzerne ou d'autres légumineuses.

Les rotations de type blé/blé, maïs/blé ou blé/maïs ne peuvent être envisagées uniquement si le risque d'infection est faible.

✓ Gestion des résidus

La gestion des résidus est également très importante. En effet les spores de *fusarium* restent dans les résidus pendant l'hiver. La présence de résidus influe donc directement sur la teneur en toxine dans les grains. Une technique de travail du sol simplifiée génère donc un risque encore plus important si deux cultures hôtes se suivent.

Des études ont montré qu'un labour entre une culture hôte et un blé permettait de faire nettement diminuer la teneur en DON.

Etant donné qu'il faut éliminer les résidus de récolte, le labour semble le plus approprié. Il est également possible de réaliser un broyage fin suivi d'un enfouissement partiel (type déchaumage) afin d'accélérer leur décomposition.

✓ Choix variétal

Le choix de la variété devra se raisonner sur deux points.

Tout d'abord il faudra choisir une variété peu sensible à la fusariose, notamment dans les situations où le risque agronomique est élevé. Afin de limiter les risques, il faudra également utiliser différentes variétés existantes. Les notes sont données par le GEVES et la liste des variétés est publiée annuellement par ARVALIS-institut du végétal.

Le deuxième point à prendre en compte réside dans la précocité ou non des variétés. En effet selon le climat de la région d'implantation, il faudra choisir une variété dont la fin de montaison ne se situe pas dans une période climatique à haut risque. Ce choix devra se faire en prenant en compte les conditions climatiques des années précédentes.

LES FUSARIOTOXINES

Rédaction : J Dreyfus, F Lagache, M Roussel

Mise à jour : octobre 2007



Ce dernier aspect dans le choix de la variété peut être couplé avec la planification des cultures. En effet il faudra planifier le semis et la conduite de la culture afin d'éviter d'avoir la fin de montaison avec des conditions à risque mais également de ne pas avoir des conditions provoquant un mûrissement prolongé en champs.

Il faudra également utiliser uniquement des semences certifiées afin d'éviter de semer des grains contaminés.

✓ **Travail du sol**

Le travail du sol, qui doit permettre une rapide dégradation des résidus, doit aussi permettre d'obtenir une surface de semis rugueuse, grossièrement retournée afin de favoriser au maximum l'infiltration de l'eau et ainsi éviter une érosion du sol et des nutriments contenus dans celui-ci.

✓ **Conseil pour l'irrigation**

Pour réduire le stress des plantes vis à vis de la sécheresse, l'irrigation est utilisée. Son utilisation est néanmoins déconseillé au moment de la floraison afin de réduire le risque de contamination.

✓ **Nettoyage des outils et gestion de la récolte**

Un nettoyage des outils de semis et de récolte permet de limiter le risque de contamination de la parcelle ou de la récolte.

La récolte devra être réalisée dans les conditions les plus sèches possibles, avec une moissonneuse parfaitement réglée.

✓ **Protection fongicide**

La lutte chimique peut aussi être envisagée rapidement après la sporulation. Cette lutte se fait notamment par des triazoles qui permettent de limiter la fusariose sur épis et par conséquent l'accumulation de toxines dans les grains. Les strobilurines ont un rôle beaucoup moins marqué sur les espèces du genre *fusarium*.

✓ **Gestion vis à vis du devenir de la culture**

Les stratégies de lutte devront également prendre en compte le devenir de la culture. En effet les parcelles destinées à des marchés tels que les « baby food » ou l'alimentation à porcelets devront avoir une concentration en fusariotoxines très faibles (cf. réglementation).

La maîtrise du risque « mycotoxines » est avant tout la juxtaposition de toutes ces mesures.

SOURCES :

Edition spéciale du GLCG, N°2 de juillet 2007 « *Mycotoxines, partout, nulle part : Comment savoir ?* »

<http://www.omafra.gov.on.ca>

Penser et gérer l'innovation en agriculture à l'heure du génie génétique, Gaëtan Vanloqueren (disponible à l'adresse :

<http://edoc.bib.ucl.ac.be:81/ETD-db/collection/available/BelUcetd-06082007-161151/unrestricted/these.pdf>)

« *Don et blé tendre, des solutions pour évaluer et maîtriser le risque* » Arvalis – Institut du végétal

RÈGLEMENT (CE) N 1126/2007 DE LA COMMISSION du 28 septembre 2007 modifiant le règlement (CE)

n°1881/2006 portant fixation de teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires en ce qui concerne les toxines du *Fusarium* dans le maïs et les produits à base de maïs

RECOMMANDATION DE LA COMMISSION (2006/583/CE) du 17 août 2006 sur la prévention et la réduction des toxines du *Fusarium* dans les céréales et produits céréaliers

« *Quelles réglementations en matière de mycotoxines dans les céréales* » : Culture et qualité, lettre d'information de BASF, Maj 08/07

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES : Amending Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs as regards *Fusarium*-toxins in maize and maize products