

Recommandations de la branche pour prévenir les risques de mycotoxines sur les grains de céréales

1. Introduction

Les mycotoxines les plus fréquentes sont produites par des champignons du genre *Fusarium* (fusarioses). Sur les céréales à pailles, les fusarioses infectent le plus fréquemment les épillets pendant la floraison. Une contamination des tiges est toutefois possible durant une bonne partie de la période de végétation. Sur le maïs, les fusarioses peuvent infecter soit les tiges, soit les épis. Une fois présentes sur les céréales ou le maïs, les fusarioses peuvent former des mycotoxines jusqu'à la récolte. Produites par *F. graminearum* et *F. culmorum*, le déoxynivalénol (DON) et la zéaralénone (ZEA) sont les mycotoxines les plus fréquentes sur le blé et le triticale. Le maïs peut aussi être contaminé par de la fumonisine, produite par *F. moniliforme*.

Les attaques de fusarioses surviennent lorsque les trois conditions suivantes sont réunies : présence d'inoculum (« potentiel infectieux »), espèces / variétés sensibles et temps humide durant le stade sensible de la céréale, respectivement de la partie de plante, considérée (surtout durant la floraison pour les céréales à paille).

Le précédent maïs, une rotation chargée en céréales et en maïs, le travail du sol sans enfouissement complet des résidus de culture et la sensibilité variétale constituent les principaux facteurs de risque. D'autres facteurs, comme une application tardive de Strobilurine, une fumure azotée excessive ou l'application d'un raccourcisseur peuvent aussi jouer un rôle, mais de moindre importance. La corrélation entre la présence de symptômes sur les végétaux et de mycotoxines n'est malheureusement pas très bonne. Il peut en effet arriver que des grains visuellement atteints ne contiennent pas de mycotoxines et vice-versa. En règle générale, les fusarium ne continuent pas à produire de toxines lorsque les céréales sont stockées dans des conditions optimales (sec, bonne température, etc.).

Des mycotoxines peuvent être produites durant le stockage par des champignons des genres *Aspergillus* et *Penicillium*. L'ochratoxine A peut être produite par des espèces des deux genres précités lorsque les conditions de stockage sont inadéquates (trop humide, etc.). L'aflatoxine, produite par des espèces d'*Aspergillus*, est une substance hautement toxique qui ne survient heureusement que très rarement en Suisse. Le risque peut toutefois être un peu plus élevé dans les lots de maïs, d'arachide, de noix et d'oléagineux importés de pays tropicaux ou subtropicaux avec lesquels il convient d'être vigilant.

Etant donné les facteurs de risque énumérés ci-dessus, les recommandations de la branche reposent avant tout sur des mesures préventives.

2. Effets négatifs des mycotoxines

Les effets négatifs énumérés dans le tableau 1 ci-après surviennent lors d'intoxications aiguës avec des concentrations relativement élevées. Les symptômes dépendent du type de mycotoxines et varient selon l'espèce animale considérée.

Tableau 1 : Résumé des effets négatifs des mycotoxines les plus fréquentes

	Effets négatifs connus sur l'être humain et les animaux	Remarques spécifiques pour certains types d'animaux
Aflatoxine	<ul style="list-style-type: none"> • cancérigène • mutagène • affecte le système immunitaire 	
Déoxynivalénol	<ul style="list-style-type: none"> • inhibition de la synthèse des protéines • lésions cutanées et cellulaires • hémorragies • affecte le système immunitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcs : vomissements en cas d'intoxication aiguë, diminution d'appétence en cas d'intoxication chronique. • Diminution des défenses naturelles et augmentation des risques d'infections. • Volaille et bovins moins sensibles que les porcs.
Toxine T-2, Toxine HT-2	<ul style="list-style-type: none"> • irritation de la peau et des muqueuses en contact avec la toxine • hémorragies • affecte le système immunitaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcs : vomissements en cas d'intoxication aiguë, diminution d'appétence en cas d'intoxication chronique. Irritation de la peau du groin. Fertilité réduite. • La volaille et les bovins sont moins sensibles.
Zéaralénone	<ul style="list-style-type: none"> • influence le système de reproduction (action oestrogène) 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcs prépubères : enflure de la vulve et/ou de la tétine. • Truies : trouble de fertilité • Volaille et bovins moins sensibles que les porcs.
Fumonisine	<ul style="list-style-type: none"> • cancérigène • Affecte le métabolisme des lipides 	<ul style="list-style-type: none"> • Les chevaux (lésions du cerveau) et les lapins sont les plus sensibles, suivis par les porcs (lésions des poumons et du foie).
Ochratoxine A	<ul style="list-style-type: none"> • action cancérigène possible • tératogène • affecte le système immunitaire • toxique pour les reins et le système nerveux 	<ul style="list-style-type: none"> • Porcs et volaille de sensibilité équivalente : intoxication des reins, retards de croissance non spécifiques, action négative sur le système immunitaire.

Les intoxications chroniques, causées par des concentrations plus faibles de mycotoxines survenant plus fréquemment dans la pratique, provoquent des symptômes moins spécifiques et beaucoup plus difficiles à diagnostiquer, comme par exemple un retard de croissance ou des troubles de fertilité. Dans une telle situation il faut d'abord exclure toutes les autres causes possibles (ex : alimentation inappropriée, autre maladie) avant de suspecter une intoxication provoquée par des mycotoxines.

On observe des différences de sensibilité selon le type d'animal, respectivement d'élevage. Les porcs sont les plus sensibles aux mycotoxines (porcs à l'engrais pour déoxynivalénol et ochratoxine A ; truies d'élevage pour zéaralénone), suivis ensuite par la volaille (surtout pour ochratoxine A), puis les bovins. Ce dernier groupe est le moins sensible grâce à l'action des micro-organismes de la panse qui parviennent à inactiver en partie certaines mycotoxines.

Rappel :

Les mycotoxines pénètrent dans l'organisme par voie orale, plus rarement par inhalation. Une intoxication provoquée par des mycotoxines n'est pas contagieuse et ne peut pas être soignée avec des antibiotiques. Il y a une relation de cause à effet entre l'intoxication et l'aliment source de la contamination (céréales, aliments fourragers ou pailles contaminés).

3. Recommandations au niveau de la production de céréales

3.1 Facteurs de risque les plus importants dans l'ordre décroissant :

Facteurs de risque	Peut augmenter le risque de :	Remarques
1) Précédent maïs	⇒ 6 à 10 fois*	Le choix d'une variété tolérante n'offre généralement pas une prévention suffisante en cas de semis direct de blé ou de triticale après du maïs. Ceci est par contre le cas si un seul des deux facteurs de risque précités est présent.
2) Travail minimum du sol sans enfouissement des pailles (surtout semis direct)	⇒ 5 à 8 fois *	
3) Variété sensible	⇒ 1.5 à 2.5 fois*	

* Augmentation du risque de valeurs critiques en *Fusarium graminearum* / DON dans une étude conduite par Agroscope Reckenholz en collaboration avec le service phytosanitaire du canton d'Argovie (resp. par rapport à : autre précédent, labour, variété tolérante).

3.2 Recommandations préventives

Rotation diversifiée :

- Eviter une rotation trop chargée en céréales, en particulier en maïs grains.
- Ne pas cultiver du blé ou du triticale après du maïs, ni du triticale après du blé en cas de travail du sol sans incorporation complète des résidus de plantes.

Travail du sol – décomposition rapide des résidus :

- Broyer efficacement les résidus de pailles, bien les répartir et les enfouir de manière à favoriser une décomposition rapide. Il est important de ne pas enfouir les résidus trop profondément.
- Pas de semis direct après le maïs. Ceci est requis pour combattre la pyrale.
- Alternier judicieusement les techniques de travail du sol superficiel et le labour.

Sensibilité variétale :

- Choisir des variétés, respectivement des espèces peu sensibles, surtout dans les régions pluvieuses et humides durant la floraison, ainsi que dans les autres situations à risque.
- Pour le blé et le triticale, la sensibilité à la fusariose est décrite dans les listes recommandées établies par swiss granum. Pour le maïs, se référer à la sensibilité sur tiges figurant sur la liste recommandée.

Récolte et livraison :

- Récolter dès que la céréale a atteint le stade de maturité requis et lorsque le taux d'humidité est faible. Eviter en particulier les récoltes tardives de maïs grains (choisir une précocité adaptée !).
- Régler la moissonneuse-batteuse de manière à éliminer un maximum de résidus de pailles, de balles, de grains échaudés et de toutes autres impuretés éventuelles.
- Récolter et livrer séparément les parcelles ou zones atteintes de fusarioses (à trier et nettoyer de manière intensive ; analyse recommandée).
- Sécher le maïs grains tout de suite après la récolte, respectivement l'ensiler rapidement.
- Sécher de suite les céréales à pailles récoltées à un taux d'humidité trop élevé.
- Trier, nettoyer et stocker rapidement les céréales dans des conditions optimales.

Densité de semis et fumure raisonnée :

- Eviter des densités trop élevées qui favorisent un microclimat plus humide de la culture.
- Appliquer une fumure adaptée aux besoins de la culture. Eviter en particulier une fumure azotée excessive et trop tardive.

Fongicide :

- Ne pas appliquer de fongicide à base de Strobilurine après le stade « début gonflement » des céréales à paille (CD41).

4. Recommandations au niveau des centres collecteurs

Partenariat avec les agriculteurs :

- Mettre au point avec les agriculteurs les recommandations à respecter au niveau de la production (point 3).
- Régler les modalités des livraisons tardives.

Mesures d'hygiène générale :

- Nettoyage intensif de toutes les installations et de tous les locaux au moins une fois par année et élimination des poussières.

Prise en charge :

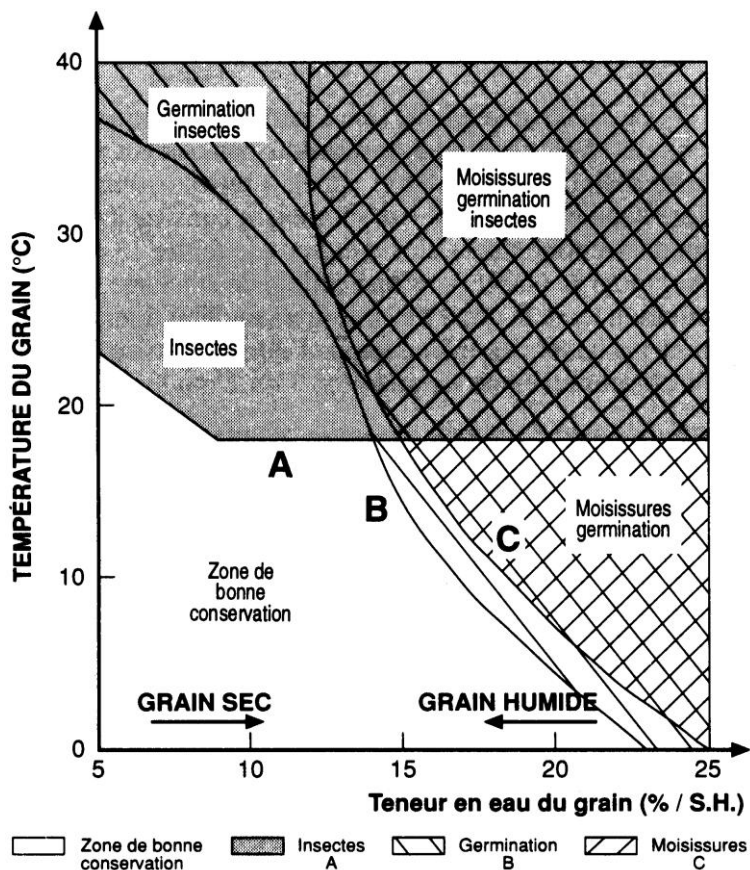
- Pour chaque lot réceptionné, contrôle de qualité visuel méticuleux et prélèvement d'un échantillon de contrôle avant le déversement dans la trémie de prise en charge.
- En cas de grains visuellement atteints de fusarioses (grains avec des tâches roses ou grains « ratatinés » et mal formés) ou de facteurs de risques au niveau de la production, stocker si possible le lot séparément. Si un test rapide ⁽¹⁾ peut être effectué avant la prise en charge, le stockage séparé n'est nécessaire qu'en cas de résultat positif.
- Dans les zones à risque ou en cas de blé germé, demander aux agriculteurs l'itinéraire technique appliqué et stocker séparément les lots issus de précédent maïs et / ou de travail du sol minimal.

⁽¹⁾ Adresses utiles pour les tests rapides : www.charm.com, www.neogen.com, www.r-biopharm.com.

Triage, nettoyage et stockage :

- Trier et nettoyer soigneusement toutes les céréales.
- Eliminer toutes les poussières produites lors des différentes étapes de manutention.
- Les lots avec des symptômes visuels ou présentant des facteurs de risque au niveau de la production, respectivement s'étant révélés positifs au test rapide, seront traités de manière particulière :
 - ⇒ stocker séparément.
 - ⇒ triage / nettoyage supplémentaire.
 - ⇒ éliminer les déchets de triage.
 - ⇒ soumettre la cellule des lots douteux à une analyse HPLC avant toute commercialisation ou utilisation de la marchandise. Prélever à l'échantillonneur automatique un échantillon global d'au moins 10 kg, duquel un échantillon de laboratoire d'au moins 1 kg sera constitué et analysé.
- Respecter scrupuleusement les règles élémentaires de stockage tout au long de la période de conservation (voir graphique 1). Les éléments les plus importants sont notamment : le contrôle régulier de la température, de l'humidité (activité en eau) et de la présence éventuelle de ravageurs, ainsi que l'homogénéisation périodique des cellules.
- Lors de la vente de la marchandise, prélever un échantillon de contrôle pour chaque livraison.

Graphique 1 : Diagramme général de conservation des céréales



5. Valeurs limites et valeurs maximales recommandées

A. Concentrations maximales dans le secteur des aliments pour animaux

Tableau 2 : Concentrations maximales pour l'aflatoxine B₁ figurant dans le Livre des aliments pour animaux (OLAIA, RS 916.307.1, annexe 10)

Aliment	Teneur maximale (mg / kg)
Toutes les matières premières	0.02
Aliments complets pour bovins, ovins et caprins, à l'exception de :	0.02
- aliments complets pour bétail laitier	0.005
- aliments complets pour veaux et agneaux	0.01
Aliments complets pour porcs et volailles, excepté les jeunes animaux	0.02
Autres aliments complets	0.01
Aliments complémentaires pour bovins, ovins et caprins, à l'exception des aliments complémentaires pour bétail laitier, veaux et agneaux	0.02
Aliments complémentaires pour porcs et volailles, à l'exception des jeunes animaux	0.02
Autres aliments complémentaires	0.005

Remarque : les teneurs se rapportent aux aliments ramenés à 88 % de matière sèche

Il n'existe pas de concentrations maximales pour les mycotoxines énumérées dans le tableau 1. Pour ces dernières, des valeurs d'orientation sont reconnues (voir tableau 3).

Tableau 3 : Valeurs d'orientation⁽¹⁾ pour la ration des porcs, des bovins et de la volaille (88% de matière sèche).

Espèce / catégorie d'animal	Déoxynivalenol (mg/kg)	Zéaralénone (mg/kg)	Toxine T2 (mg/kg)	Fumonisine B1+B2 (mg/kg)	Ochra-toxine A (mg/kg)
Porcs, Truie pré-pubère	0.9	0.1	0.1	5	0.05
Porcs, Porc à l'engrais et truie	0.9	0.25	0.15	5	0.05
Bovins, Pré-ruminant	2	0.5	0.1	20	(2)
Bovins, Genisse d'élevage et vache laitière	5	0.5	0.15	50	(2)
Bovins, Bovin à l'engrais	5	(2)	0.2	50	(2)
Volaille, Pondeuse, poulet à l'engrais	5	(2)	0.15	20	0.1
Chevaux et Lapins	5	(2)	(2)	5	(2)

⁽¹⁾ Synthèse des recommandations la « Commission de l'Union européenne » et de « l'U.S. Food and Drug Administration ».

⁽²⁾ Pas de recommandation nécessaire en l'état des connaissances actuelles.

Remarque : 1 µg/kg = 0.001 mg/kg = 1ppb

? = pas d'information

B. Valeurs limites dans le secteur alimentaire

Les valeurs limites pour les différentes mycotoxines sont définies à la liste 5 de l'annexe 1 de l'« Ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires » (OSEC ; RS 817.021.23). L'ordonnance est disponible à l'adresse internet suivante : http://www.admin.ch/ch/f/rs/c817_021_23.html. Les principales valeurs limites concernant notre filière sont énumérées dans le tableau 3 ci-après.

Tableau 4 : Valeurs limites pour les mycotoxines figurant dans l'« Ordonnance sur les substances étrangères et les composants dans les denrées alimentaires » (OSEC ; RS 817.021.23) ⁽¹⁾

Denrées alimentaires	Aflatoxine B1 (mg/kg)	Aflatoxines Σ B1 + B2 + G1 + G2 (mg/kg)	Ochratoxine A (mg/kg)	Déoxynivalenole (mg/kg)	Zéaralénone (mg/kg)	Fumonisine Σ B1+B2 (mg/kg)	Ergot (mg/kg)
Avoine brute ⁽²⁾				1.75			
Maïs brut ⁽²⁾				1.75	0.35	4	
Céréales brutes ⁽²⁾			0.005	1.25	0.1		500
Céréales ⁽³⁾	0.002	0.004	0.003	0.75	0.075		200 ⁽⁴⁾
Germes de céréales	0.002	0.004	0.003	0.75	0.075		
Son	0.002	0.004	0.003	0.75	0.075		
Maïs ⁽³⁾					0.1	1	
Céréales pour le petit déjeuner				0.5		0.8	
Pain, articles de boulangerie et de biscuiterie				0.5	0.05		
Préparation à base de céréales et autres aliments pour bébés	0.0001		0.0005	0.2	0.02	0.2	

⁽¹⁾ Extrait des principaux types de denrées alimentaires (produits) concernant la filière des céréales panifiables. Pour la liste complète, consulter la liste 5 de l'annexe 1 de l'OSEC.

⁽²⁾ **Céréales brutes** mises sur le marché en vue de subir une première transformation. On entend par « première transformation » tout traitement physique ou thermique appliqué au grain, autre que le séchage. Les opérations de nettoyage, de tri et de séchage ne sont pas considérées comme « première transformation », dans la mesure où aucune action physique n'est exercée sur le grain proprement dit et que le grain reste totalement intact après le nettoyage et le tri.

⁽³⁾ Farines de céréales, mouture et tous types de semoule issus de cette même céréale.

⁽⁴⁾ Céréales en grains destinées aux consommateurs.

Remarque : 1 μ g/kg = 0.001 mg/kg = 1ppb

Berne, le 09.03.2011