



# Mycotoxines dans les céréales et les aliments pour animaux en Suisse: revue de littérature

L. CZEGLÉDI, Université de Debrecen, Böszörményi 138, 4032 Debrecen, Hongrie

A. GUTZWILLER, Station de recherche Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Tioleyre 4, 1725 Posieux

@ E-mail: [andreas.gutzwiler@alp.admin.ch](mailto:andreas.gutzwiler@alp.admin.ch)  
Tél. (+41) 26 40 77 223.

## Résumé

Ce tour d'horizon se base sur des enquêtes publiées entre 1980 et 2003 sur la contamination des céréales en Suisse par des champignons du genre *Fusarium* et sur la contamination des céréales et des aliments pour animaux par des mycotoxines. Le taux de contamination par l'aflatoxine des 3500 échantillons analysés était faible. Les faibles quantités d'aflatoxine trouvées dans du maïs indigène stocké en conditions humides démontrent que cette mycotoxine peut être produite dans nos conditions climatiques. L'ochratoxine A, une mycotoxine également formée pendant le stockage, n'a été trouvée qu'une fois dans les 270 échantillons analysés. L'examen visuel de 23 000 lots de blé a révélé un taux de contamination par *Fusarium spp.* de 1,7% en 1993, une année à été plutôt humide, et de 0,2% en 1994, où l'été était plutôt sec. La contamination ne différait pas entre les lots de culture conventionnelle et les lots extenso. Les toxines produites par *Fusarium* ont été analysées dans des lots de différentes céréales à paille, principalement du blé. 40% des 1200 échantillons analysés étaient contaminés par du déoxynivalénol, tandis que 12% de 211 échantillons contenaient de la toxine T-2 et 10% de 950 échantillons de la zéaralénone. Le nivalénol n'a été trouvé dans aucun des 78 échantillons analysés. La concentration en toxines de *Fusarium* des échantillons positifs était généralement faible.

## Introduction

Les moisissures altèrent la qualité des aliments pour animaux en dégradant des substances nutritives et en formant des métabolites toxiques (= mycotoxines), qui nuisent aux performances et à la santé des animaux. La recherche systématique de mycotoxines a commencé vers 1960 avec la découverte de l'aflatoxine, après la mort de 100 000 dindes en Angleterre intoxiquées par du tourteau d'arachide contaminé par cette mycotoxine. Depuis lors, de nombreuses mycotoxines ont été découvertes. Les mycotoxines sont régulièrement recherchées afin de garantir la qualité des aliments pour animaux. Les observations du *Council for Agricultural Science and*

## Champignons producteurs de mycotoxines

Les champignons les plus courants qui produisent des mycotoxines appartiennent aux genres *Fusarium* (un champignon du champ), *Aspergillus* et *Penicillium* (deux champignons de stockage).

Les champignons du genre *Fusarium* attaquent le maïs, les céréales à paille et d'autres graminées au champ et produisent différents types de mycotoxines.

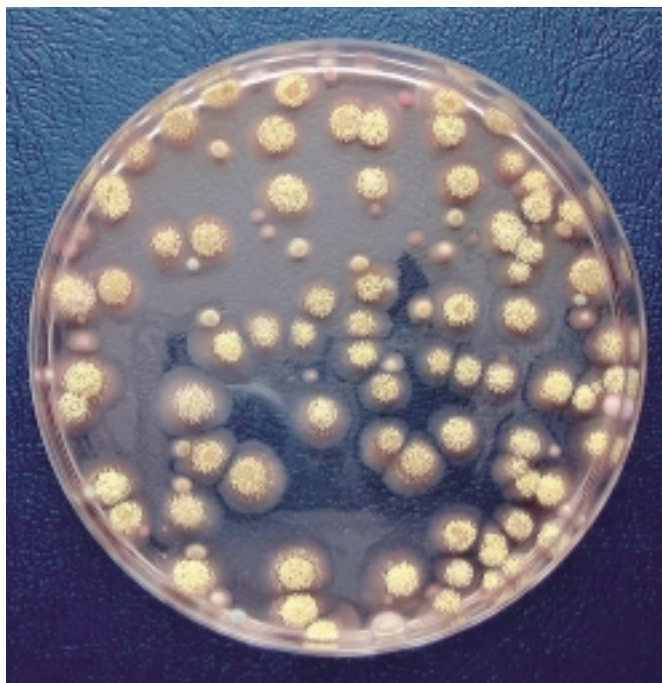
Ces fusariotoxines appartiennent à trois groupes qui se différencient par leurs structures chimiques et par leurs effets sur l'organisme animal.

1. Les **trichothécènes** englobent le déoxynivalénol (DON), la toxine T-2 et le nivalénol. Ils inhibent la synthèse des protéines. En outre, ils freinent la prise de nourriture et provoquent, à haute dose, des vomissements chez le porc. C'est pourquoi le déoxynivalénol est aussi nommé vomitoxine.
2. La **zéaralénone** a un effet oestrogène et perturbe le fonctionnement des organes génitaux.
3. La **fumonisine** a une structure chimique qui ressemble à l'acide gras sphingosine contenu en grandes quantités dans les membranes des cellules de certains tissus comme le cerveau. La fumonisine inhibe la formation de l'acide gras sphingosine. Cela provoque des lésions au niveau du cerveau chez le cheval et au niveau des poumons chez le porc.

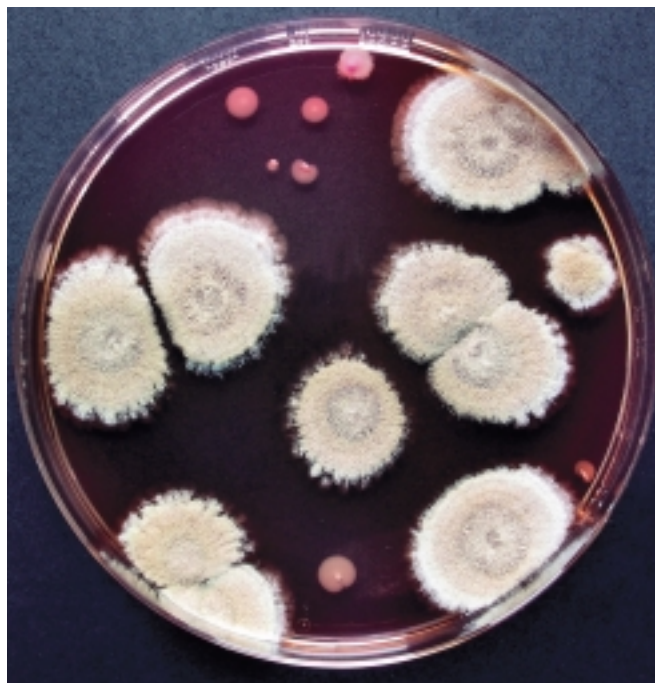
Les champignons des genres *Aspergillus* et *Penicillium* peuvent contaminer les plantes au champ, mais c'est lors du stockage qu'ils se multiplient et forment des mycotoxines, s'ils disposent de suffisamment d'oxygène et d'eau.

L'**aflatoxine** est produite par des aspergilles. Elle se trouve principalement dans des aliments importés de pays au climat humide et chaud. Des quantités minimes de cette mycotoxine cancérigène suffisent pour provoquer des lésions du foie.

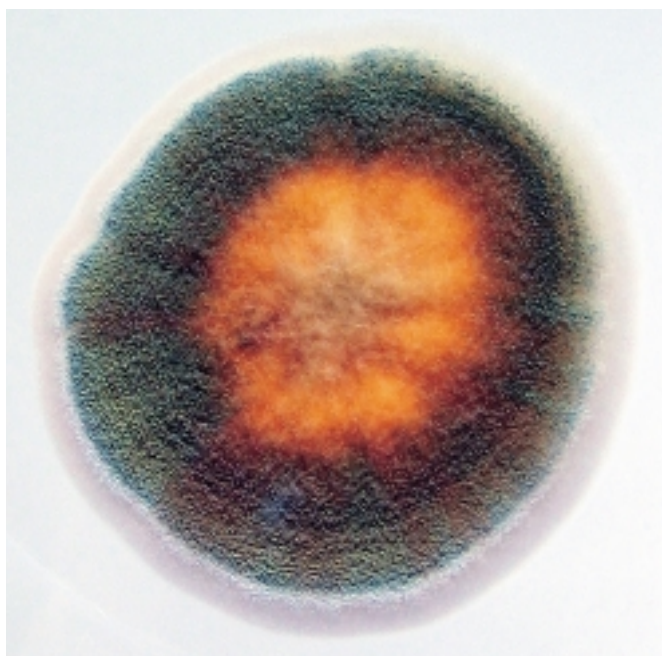
L'**ochratoxine** est produite par des champignons des genres *Aspergillus* et *Penicillium* dans les aliments stockés indépendamment de la température de stockage. Elle provoque des lésions au niveau des reins.



Détection du champignon *Aspergillus ochraceus* dans un aliment détérioré. Formation de colonies de moisissures après inoculation sur un milieu de culture. La forme et la couleur des colonies permettent l'identification des champignons (Photo Olivier Bloch, ALP).



Détection du champignon *Penicillium* dans un ensilage de maïs détérioré. Les petites colonies blanches sont formées par des levures (Photo Jean-Louis Gafner, ALP).



◁ *Aspergillus versicolor*, provenant d'un aliment mélangé. Photo agrandie d'une colonie, sept jours après l'incubation à 25 °C sur un milieu de culture (Photo Jean-Louis Gafner, ALP).



△ A gauche, blé fortement contaminé par le champignon *Fusarium*, à droite blé sain. Les céréales contaminées par ce champignon contiennent beaucoup de petits grains déformés et de grains rougeâtres. (Photo Andreas Hecker, ART).

*Technology* (CAST, 1989), selon lesquelles près d'un quart des céréales récoltées sont contaminées par des mycotoxines, indiquent qu'une surveillance permanente est nécessaire. Cet article offre un aperçu des études publiées en Suisse entre 1980 et 2003 sur la contamination de céréales et d'aliments pour animaux par des mycotoxines ainsi que par les champignons du genre *Fusarium*, contaminants fréquents des céréales au champ et producteurs prolifiques de mycotoxines.

## Législation sur les mycotoxines dans les aliments pour animaux en Suisse

L'aflatoxine est produite par des champignons du genre *Aspergillus*. Elle est la seule mycotoxine pour laquelle des teneurs légales maximales sont prescrites dans les aliments pour animaux en Suisse et dans l'UE. De manière analogue, dans l'UE et en Suisse, une teneur maximale légale de 1000 mg

d'ergot de seigle par kg de céréales non concassées est prescrite comme mesure de protection contre les intoxications aux alcaloïdes d'ergot de seigle.

Des résidus d'aflatoxine peuvent se trouver dans les tissus des animaux et surtout dans le lait; par conséquent, il s'agit d'éviter une contamination des aliments pour animaux par cette mycotoxine, surtout pour protéger le consommateur. Comme le risque de contamination des tourteaux d'arachides par l'aflatoxine est beaucoup plus élevé

**Tableau 1. Teneurs maximales admissibles pour l'aflatoxine B1 dans les aliments pour animaux en Suisse (DFE, 1999).**

| Aliment pour animaux                                                                                                                                                               | (µg/kg)   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Graines de babassu, de coton, d'arachide, noix de coco, grains de maïs, noix de palme et produits de leur transformation<br>– comme matières premières<br>– comme aliments simples | 200<br>20 |
| Autres aliments simples/matières premières                                                                                                                                         | 50        |
| Aliments complets et complémentaires pour bovins, moutons et chèvres, bétail laitier, veaux et agneaux exceptés                                                                    | 50        |
| Aliments complémentaires pour porcs et volailles, jeunes animaux exceptés                                                                                                          | 30        |
| Aliments complets pour porcs et volailles, jeunes animaux exceptés                                                                                                                 | 20        |
| Aliments complémentaires pour vaches, brebis et chèvres laitières                                                                                                                  | 5         |
| Autres aliments complets et complémentaires                                                                                                                                        | 10        |

**Tableau 2. Concentrations de DON et de zéaralénone dans les aliments destinés aux porcs, aux bovins et aux poules (mg/kg d'aliment complet, 88% de matière sèche), au-delà desquelles les mycotoxines peuvent avoir des effets négatifs sur la santé et les performances.**

| Espèce animale/catégorie                         | DON | Zéaralénone    |
|--------------------------------------------------|-----|----------------|
| Porc: porcelets d'élevage                        | 1,0 | 0,05           |
| Porc: porcs à l'engrais et truies d'élevage      | 1,0 | 0,25           |
| Bovin: préruminant                               | 2,0 | 0,25           |
| Bovin: génisses d'élevage, vaches laitières      | 5,0 | 0,5            |
| Bovin: bovins à l'engrais                        | 5,0 | — <sup>1</sup> |
| Poule: poules pondeuses, poulets d'engraissement | 5,0 | — <sup>1</sup> |

Source: Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2000).

<sup>1</sup>Aucune valeur indicative nécessaire selon l'état actuel des connaissances.

**Tableau 3. Aflatoxine B<sub>1</sub> dans les aliments pour animaux en Suisse.**

| Aliment pour animaux                             | n    | Echantillons positifs (%) | Limite de détection (µg/kg) | $\bar{x}$ (µg/kg) | Valeurs maximales (µg/kg) | Prélèvement (année) | Source                                                                   |
|--------------------------------------------------|------|---------------------------|-----------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| Aliments composés pour vaches laitières          | 59   | 93                        | 1                           | 47                | > 50                      | 1976/77             | Rihs <i>et al.</i> (1982);<br>Morel (1983);<br>Hüni <i>et al.</i> (1990) |
|                                                  | 780  | 56                        |                             | 24                | > 50                      | 1977/78             |                                                                          |
|                                                  | 1038 | 47                        |                             | 6,8               | > 50                      | 1978/79             |                                                                          |
|                                                  | 274  | 28                        |                             | 16                |                           | 1979/80             |                                                                          |
|                                                  | 38   | 20                        |                             | 2,5               |                           | 1980/81             |                                                                          |
|                                                  | 109  | 12                        |                             | 1,8               | 4,8                       | 1981/82             |                                                                          |
| Aliments composés pour vaches laitières          | 142  | 6                         | —                           | «faible»          | —                         | 1986/87             | Morel (1987)                                                             |
| Aliments pour le bétail laitier                  | 25   | 12                        |                             |                   |                           |                     |                                                                          |
| Aliments composés pour vaches laitières          | 153  | 2                         | —                           | «faible»          | —                         | 1989/90             | Guidon (1990)                                                            |
| Aliments composés pour vaches laitières          | 322  | 2                         | 2                           | —                 | 6                         | 1994                | Gafner <i>et al.</i> (1994)                                              |
| Ensilage d'herbe                                 | 51   | 0                         | 1                           | < 1               | < 1                       | 1979                | Schneider <i>et al.</i> (1980)                                           |
| Ensilage de maïs                                 | 74   | 0                         |                             | < 1               | < 1                       | 1979                |                                                                          |
| Ensilages (orge, seigle, feuilles de betteraves) | 10   | 0                         |                             | < 1               | < 1                       | 1979                |                                                                          |
| Maïs-grain CH du champ                           | 33   | 0                         | 0,2                         | < 0,2             | < 0,2                     | 1987                | Steiner <i>et al.</i> (1991)                                             |
| Maïs-grain CH stocké                             | 22   | 10                        | 0,2                         | 1,8*              | 3,2*                      | 1987/88             |                                                                          |

n = nombre d'échantillons analysés;  $\bar{x}$  = valeur moyenne des échantillons positifs.

\*Les 22 échantillons (près de 20 kg par échantillon) ont été analysés par fluorescence BGY; l'aflatoxine a été analysée dans les grains fluorescents et la contamination de l'ensemble de l'échantillon a été calculée (détails: voir texte).

que dans tous les autres aliments pour animaux, il était interdit de les distribuer aux vaches laitières entre 1977 et 1995 (Département fédéral de l'économie DFE, 1976). En 1995, l'interdiction a été levée et remplacée par des teneurs maximales admissibles pour l'aflatoxine B1 dans différents aliments pour animaux (Département fédéral de l'économie DFE, 1999; tabl. 1).

Il n'existe pas de teneurs légales maximales dans les aliments pour animaux pour les autres mycotoxines. Les valeurs indicatives pour les deux toxines de *Fusarium* déoxynivalénol (DON) et zéaralénone dans les aliments pour animaux (tabl. 2), publiées par le Ministère allemand pour l'alimentation, l'agriculture et les forêts (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2000), sont souvent utilisées en Suisse comme valeurs de référence.

### Aflatoxine dans les aliments pour animaux en Suisse

L'aflatoxine est produite dans les aliments (en particulier l'arachide et le maïs) lors du stockage en conditions chaudes et humides; cependant, les aspergilles productrices de cette mycotoxine s'attaquent déjà aux plantes au champ (Moss, 1989). Les résultats des analyses relatives à la présence d'aflatoxine B<sub>1</sub> dans les aliments pour animaux figurent dans le tableau 3.

Alors qu'en moyenne 50 µg/kg d'aflatoxine B1 étaient décelés dans les aliments composés des vaches entre 1976 et 1977, cette contamination a chuté de façon spectaculaire après l'interdiction de distribuer du tourteau d'arachides aux vaches laitières (Rihs *et al.*, 1982; Morel, 1983; Hüni *et al.*, 1990), indiquant clairement que ce tourteau était la principale source d'aflatoxine. L'aflatoxine n'a jamais été décelée dans les ensilages en Suisse (Schneider *et al.*, 1980). Cependant, l'étude réalisée par Steiner *et al.* (1991) montre que cette mycotoxine peut être produite dans nos conditions climatiques: bien qu'aucun des 33 échantillons de maïs prélevés au champ n'ait été contaminé par l'aflatoxine B1, cette substance a été détectée en faibles quantités après quelques mois de stockage dans du maïs récolté la même année dans la même région du nord de la Suisse. Lors de l'examen préliminaire, 10 échantillons sur 22 présentaient une fluorescence BGY (BGY = *bright greenish yellow*), souvent associée à la présence d'aflatoxine B1 dans le maïs. L'analyse des grains fluorescents et le calcul rétrospectif ont indiqué que la contamination maximale s'élevait à 3,2 µg aflatoxine B1 par kg de maïs. Les échantillons contaminés provenaient de moulins où le maïs livré n'a pas pu être séché immédiatement pour des raisons de capacité. L'aflatoxine s'est formée au cours du stockage de la marchandise insuffisamment sèche.

## Ochratoxine dans des céréales en Suisse

Dans les deux études publiées, pratiquement aucun échantillon de céréales ne contenait de l'ochratoxine A (tabl. 4), en dépit de la sensibilité de la méthode de détection utilisée.

Comme l'ochratoxine se forme dans les céréales stockées dans des conditions humides, ce résultat démontre que les conditions de stockage des lots de céréales analysés étaient bonnes. Dans le sérum de porcs d'abattage en Suisse, seules de faibles teneurs en ochratoxine ont été trouvées (König-Bürgi, 1995), indiquant que la contamination par l'ochratoxine des aliments pour animaux fabriqués en Suisse ne nécessite pas de limite légale.

## Les *Fusarium* et leurs toxines dans les céréales suisses

Entre 1992 et 1994, une enquête de grande envergure (Bucheli *et al.*, 1996) a été réalisée pour la première fois en

**Tableau 4. Ochratoxine dans les céréales en Suisse.**

| Céréale  | n   | Echantillons positifs (%) | Limite de détection (µg/kg) | Valeurs maximales (µg/kg) | Prélèvement année | Source                     |
|----------|-----|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|----------------------------|
| Blé      | 177 | 1                         | 0,1                         | 0,7                       | 1993/95           | Noser <i>et al.</i> (1996) |
| Céréales | 95  | 0                         | 0,1                         | < 0,1                     | 1995              | Strauss (1996)             |

n = nombre d'échantillons analysés.

**Tableau 5. Contamination par *Fusarium* de blés cultivés entre 1993-1994 dans différentes régions de Suisse (Bucheli *et al.*, 1996).**

| Région           | 1993  |                           | 1994  |                           |
|------------------|-------|---------------------------|-------|---------------------------|
|                  | n     | Echantillons positifs (%) | n     | Echantillons positifs (%) |
| La Côte/Valais   | 393   | 0,5                       | 440   | 0,5                       |
| Gros-de-Vaud     | 3561  | 0,6                       | 2977  | 0,1                       |
| Nord-Ouest/Jura  | 1822  | 2,7                       | 4200  | 0,1                       |
| Ouest du Plateau | 1854  | 1,5                       | 1827  | 0,1                       |
| Colline est      | 216   | 1,9                       | 224   | 0,4                       |
| Est du Plateau   | 730   | 3,8                       | 855   | 0,5                       |
| Suisse orientale | 1529  | 2,7                       | 1126  | 0,9                       |
| Total            | 10105 | 1,7                       | 11649 | 0,2                       |

**Tableau 6. Pourcentage des échantillons de semences de céréales suisses contaminés par *Fusarium*. Valeurs moyennes des années 1991 à 1999 (Schachermayr et Fried, 2000).**

| Espèce de <i>Fusarium</i> | Blé d'automne n = 550 | Blé de printemps n = 247 | Orge d'automne n = 405 | Seigle n = 188 | Maïs n = 158 |
|---------------------------|-----------------------|--------------------------|------------------------|----------------|--------------|
| <i>F. graminearum</i>     | 0,5 (1,0)             | 0,3 (0,7)                | 0,5 (1,0)              | 0,4 (1,0)      | 0,1 (0,2)    |
| <i>F. culmorum</i>        | 0,1 (0,1)             | 0,1 (0,1)                | 0,1 (0,3)              | 0,2 (0,3)      | 0,1 (0,4)    |
| <i>F. avenaceum</i>       | 0,2 (0,7)             | 0,2 (1,0)                | 0,2 (0,3)              | 0,4 (2,0)      | —            |
| <i>F. poae</i>            | 1,1 (2,0)             | 0,5 (2,0)                | 0,2 (0,8)              | 0,1 (0,3)      | 0,5 (3,0)    |
| <i>F. moniliforme</i>     | —                     | —                        | —                      | —              | 13,9 (53,0)  |

Chiffres entre parenthèses = moyenne annuelle maximale.

**Tableau 7. Présence de DON dans des céréales en Suisse.**

| Céréale        | n   | Echantillons positifs (%) | Limite de détection (µg/kg)* | Valeurs maximales (µg/kg) | Prélèvement (année) | Source                          |
|----------------|-----|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Diff. céréales | 17  | 0                         | ≤ 60                         | —                         | 1992/93             | Wegmüller et Steiner (1994)     |
| Blé            | 61  | 34                        | 10                           | 80                        | 1993                | Bucheli <i>et al.</i> (1996)    |
|                | 177 | 85                        | 20                           | 1000                      | 1993/95             | Noser <i>et al.</i> (1996)      |
| Diff. céréales | 94  | 96                        | 20                           | 1000                      | 1995                | Strauss (1996)                  |
| Blé            | 45  | 11                        | 200                          | < 500                     | 1999                | Chaubert (2002)                 |
|                | 199 | 11                        | 200                          | > 500                     | 2000/01             | Gutzwiller <i>et al.</i> (2002) |
|                | 193 | 31                        |                              | > 500                     | 2002                |                                 |
| Triticale      | 49  | 53                        |                              | > 500                     | 2000/01             |                                 |
|                | 71  | 58                        |                              | > 500                     | 2002                |                                 |
| Orge           | 137 | 5                         |                              | < 500                     | 2000/01             |                                 |
|                | 46  | 22                        |                              | > 500                     | 2002                |                                 |
| Avoine         | 15  | 33                        |                              | > 500                     | 2000/01             |                                 |
|                | 27  | 0                         |                              | < 200                     | 2002                |                                 |
| Seigle         | 17  | 18                        |                              | < 500                     | 2000/01             |                                 |
|                | 16  | 12                        |                              | < 500                     | 2002                |                                 |
| Maïs           | 32  | 94                        | 200                          | > 500                     | 2002                | Gutzwiller <i>et al.</i> (2003) |

\*Dans les études publiées avant 2000, des méthodes de détection chimiques laborieuses ayant une limite de détection basse ont été utilisées. Après 2000, des tests ELISA avec une limite de détection un peu plus élevée ont été utilisés.

Suisse sur la contamination des céréales indigènes par des champignons du genre *Fusarium* et leurs toxines. L'évaluation visuelle d'échantillons de blé panifiable a montré qu'en 1993, une année à été pluvieux, et en 1994, une année à été sec, respectivement 1,7% et 0,2% des échantillons étaient contaminés par *Fusarium spp.* (tabl. 5). Les contaminations de *Fusarium spp.* et de leurs mycotoxines ne différaient pas entre les blés cultivés extensivement (sans fongicides, insecticides ni régulateurs de croissance) ou conventionnellement. L'évaluation visuelle de la contamination par *Fusarium* a permis de faire une assez bonne prédiction concernant la présence de déoxynivalérol (DON), la toxine de *Fusarium* la plus courante.

Schachermayr et Fried (2000) présentent un aperçu de la contamination des semences en Suisse par différentes espèces du genre *Fusarium* (tabl. 6). Ainsi, la contamination de *F. graminearum* a tendanciellement augmenté par rapport aux études effectuées de 1971 à 1974 (Häni, 1980) tandis que celle de *F. culmorum* a diminué.

## DON

Le déoxynivalérol (DON) est la mycotoxine la plus fréquemment rencontrée dans les aliments pour animaux en Suisse (tabl. 7).

Les teneurs en DON analysées montrent qu'en général les céréales suisses ne sont que faiblement contaminées. Cette situation favorable est probablement due en grande partie à la rotation des cultures, qui freine la prolifération des *Fusarium*. En 2002, par exemple, à peine 3% des échantillons analysés contenaient plus de 1 mg/kg (Gutzwiller *et al.*, 2002). Cependant, certains étaient fortement contaminés (jusqu'à 12 mg/kg); le risque d'une mycotoxicose chez les animaux de rente se présente dans de rares cas (Gutzwiller *et al.*, 2002).

## Zéaralénone

Cette toxine produite par *Fusarium* a été décelée dans un plus faible pourcentage des échantillons que le DON (tabl. 8). Presque tous les échantillons contenant de la zéaralénone étaient aussi contaminés par le DON, ce qui permet de conclure qu'un lot de céréales sans DON décelable ne peut guère être contaminé par des quantités élevées de zéaralénone. C'est le maïs qui présentait le plus grand nombre d'échantillons contenant de la zéaralé-

**Tableau 8. Présence de zéaralénone dans des céréales en Suisse.**

| Céréale   | n   | Echantillons positifs (%) | Limite de détection (µg/kg)* | Valeurs maximales (µg/kg) | Prélèvement (année) | Source                          |
|-----------|-----|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Blé       | 61  | 5                         | 10                           | 16                        | 1993                | Bucheli <i>et al.</i> (1996)    |
|           | 95  | 1                         | 5                            | 18                        | 1995                | Noser <i>et al.</i> (1996)      |
|           | 199 | 4                         | 50                           | < 100                     | 2000/01             | Gutzwiller <i>et al.</i> (2002) |
|           | 193 | 10                        |                              | > 100                     | 2002                |                                 |
| Triticale | 42  | 26                        |                              | > 100                     | 2000/01             |                                 |
|           | 71  | 23                        |                              | > 100                     | 2002                |                                 |
| Orge      | 137 | 7                         |                              | < 100                     | 2000/01             |                                 |
|           | 46  | 2                         |                              | < 100                     | 2002                |                                 |
| Avoine    | 15  | 87                        |                              | < 100                     | 2000/01             |                                 |
|           | 27  | 0                         |                              | < 50                      | 2002                |                                 |
| Seigle    | 17  | 0                         |                              | < 50                      | 2000/01             |                                 |
|           | 16  | 19                        |                              | < 100                     | 2002                |                                 |
| Maïs      | 32  | 37                        | 50                           | > 100                     | 2002                | Gutzwiller <i>et al.</i> (2003) |

\*Dans les études publiées avant 2000, des méthodes de détection chimiques laborieuses ayant une limite de détection basse ont été utilisées. Après 2000, des tests ELISA avec une limite de détection un peu plus élevée ont été utilisés.

**Tableau 9. Toxine T-2 dans des céréales en Suisse.**

| Céréale   | n  | Echantillons positifs (%) | Limite de détection (µg/kg)* | Valeurs maximales (µg/kg) | Prélèvement (année) | Source                          |
|-----------|----|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------------|
| Céréales  | 17 | 0                         | ≤ 60                         | –                         | 1992/93             | Wegmüller et Steiner (1994)     |
| Blé       | 61 | 0                         | –                            | –                         | 1993                | Bucheli <i>et al.</i> (1996)    |
|           | 29 | 21                        | 50                           | < 100                     | 2000/01             | Gutzwiller <i>et al.</i> (2003) |
|           | 42 | 14                        |                              | < 100                     | 2002                |                                 |
| Triticale | 13 | 24                        |                              | < 100                     | 2000/01             |                                 |
|           | 15 | 13                        |                              | < 100                     | 2002                |                                 |
| Orge      | 12 | 8                         |                              | < 100                     | 2000/01             |                                 |
|           | 6  | 0                         |                              | < 50                      | 2002                |                                 |
| Avoine    | 7  | 71                        |                              | 440                       | 2002                |                                 |
| Seigle    | 3  | 0                         |                              | < 50                      | 2000/01             |                                 |
|           | 6  | 50                        |                              | < 100                     | 2002                |                                 |

none, même si la teneur la plus élevée (1,6 mg/kg) a été trouvée dans un échantillon de triticale. Par rapport au niveau international (Pittet, 1998), les céréales en Suisse semblent être faiblement contaminées par la zéaralénone.

## Toxine T-2

La toxine T-2, aux effets comparables à ceux du DON, quoique toxique à plus faible dose, a été décelée dans différents échantillons de céréales au cours de ces dernières années, ce qui n'était pas le cas dans les années 90 (tabl. 9). Sauf dans des échantillons d'avoine, seules de faibles quantités de cette mycotoxine ont été décelées.

## Nivalérol

Il n'existe pas d'études récentes établissant la présence de nivalérol dans les céréales en Suisse. Aucun des 78 échantillons de céréales analysés par Wegmüller et Steiner (1994) et par Bucheli *et al.* (1996) n'en contenait. Ces résultats confirment la théorie formulée par Tanaka *et al.* (1988) selon laquelle le DON est beaucoup plus important que le nivalérol en Europe, en Amérique et en Chine, tandis qu'au Japon et en Corée, c'est le contraire.

## Conclusions

- ❑ Ce tour d'horizon montre que, dans les échantillons de céréales et les aliments pour animaux analysés en Suisse de 1976 à 2003, des quantités élevées de mycotoxines ont rarement été décelées.
- ❑ L'interdiction d'affourager du tourteau d'arachides au bétail laitier, entrée en vigueur en 1977, s'est montrée une mesure préventive efficace contre la contamination par l'aflatoxine.
- ❑ La contamination généralement faible des échantillons de céréales analysés par des toxines de *Fusarium* indique que, grâce à des méthodes de culture appropriées et à l'utilisation de céréales plutôt résistantes, la fusariose sur épi des céréales ne joue pas un rôle important.
- ❑ Il semble aussi que de bonnes conditions de stockage maintiennent la contamination par l'ochratoxine dans des limites acceptables.

## Bibliographie

- Bucheli B., Diserens P., Rychener M., Tièche J. D. & Trenkner N., 1996. Untersuchungen zum Fusarienbefall und zur Mykotoxinbelastung des schweizerischen Brotgetreides der Ernten 1992-1994. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **87**, 84-102.
- Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, 2000. Orientierungswerte zur Mykotoxinbelastung von Futtermitteln mit Deoxynivalenol und Zearalenon, im Rahmen des § 3 des Deutschen Futtermittelgesetzes herausgegeben (Source: VDM 27/00, 2-3).
- CAST, 1989. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, USA. Mycotoxins: Economics and Health Risks. Ames, Iowa, USA. *Task Force Report* **116**, 91.
- CAST, 2003. Council for Agricultural Science and Technology, Ames, USA. Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems. Ames, Iowa, USA, 199.
- Chaubert C., 2002. Wenig Proben mit erhöhten Mykotoxingehalten beim Inlandgetreide. *Agrarforschung* **9** (2), 67-69.
- DfE, 1976. Département fédéral de l'économie: Futtermittel. Herausgegeben von der Bundeskanzlei.
- DfE, 1999. Département fédéral de l'économie: Futtermittel. Herausgegeben von der Bundeskanzlei.
- Gafner J.-L., Guidon D., Chaubert C. & Rihs T., 1994. Survey of Mycotoxin Contamination of Swiss Feedstuffs using ELISA Tests. 4th AOAC International Symposium, Nyon, 18.
- Guidon D., 1990. Milchviehfutter frei von Aflatoxin. *Zentralblatt für Land- und Milchwirtschaft* **76** (17), 18.
- Gutzwiller A., Chaubert C. & Gafner J.-L., 2002. A Survey of *Fusarium* Mycotoxins in Cereals Grown in Switzerland. Workshop COST, 5-6 Décembre 2002, 7-9.
- Gutzwiller A., Chaubert C., Gafner J.-L. & Glauser W., 2003. Mycotoxine im Schweizer Getreide – Erhebung 2002. *Agrarforschung* **10**, 110-114.

## Zusammenfassung

### Mykotoxine in Schweizer Futtermitteln und Getreid: eine Literaturübersicht

Die Übersicht umfasst die zwischen 1980 und 2003 publizierten Untersuchungen zum Fusarienbefall von Schweizer Getreide und zum Vorkommen von Mykotoxinen in Schweizer Getreide und Mischfuttermitteln. Von den rund 3500 auf Aflatoxin untersuchten Proben waren nur wenige kontaminiert. Dass dieses Mykotoxin auch in gemässigten Klimazonen gebildet werden kann, zeigte der Nachweis geringer Aflatoxinmengen in feucht gelagertem einheimischem Mais. Ochratoxin A, das wie Aflatoxin bei der Lagerung gebildet wird, konnte nur in einer von 272 analysierten Proben nachgewiesen werden.

Die visuelle Beurteilung von rund 23000 untersuchten Weizenposten zeigte, dass im Jahre 1993 mit einem nassen Sommer 1,7% und im Jahre 1994 mit einem trockenen Sommer 0,2% der Proben mit Fusarien befallen waren. Die Befallsstärke unterschied sich nicht signifikant zwischen konventionell und extensiv angebautem Weizen.

Fusarientoxine wurden in verschiedenen Halmgetreidearten untersucht, wobei Weizen mehr als die Hälfte der Proben ausmachte. Deoxynivalenol wurde am häufigsten nachgewiesen (in 40% der 1200 analysierten Proben), gefolgt von T-2 Toxin (12% von 211 Proben) und Zearalenon (10% von 950 Proben), während Nivalenol in keiner der 78 untersuchten Proben gefunden wurde. Die Schweizer Getreide waren von wenigen Ausnahmen abgesehen nur schwach mit Mykotoxinen kontaminiert.

## Summary

### Mycotoxins in cereals and feed in Switzerland: a literature survey

The review is based on surveys of *Fusarium* contamination in Swiss cereals and the occurrence of mycotoxins in Swiss cereals and compound feeds that were published between 1980 and 2003. Aflatoxin was detected in only a few of the 3500 analysed feed samples. Low levels of aflatoxin were detected in indigenous maize that had been insufficiently dried before storage. Thus aflatoxin may be formed in regions with a temperate climate. Ochratoxin A was detected in only one of the 272 analysed samples, which reflects the good feed storage conditions in Switzerland.

The visual examination of 23000 batches of wheat showed that in the year 1993 with a rainy summer and in the year 1994 with a dry summer 1.7% and 0.2% of the batches were contaminated with *Fusarium* spp., respectively. The percentage of contaminated samples did not differ between conventionally and extensively grown wheat. *Fusarium* toxin levels in cereal grains, mainly in wheat, are reported by several investigators. Deoxynivalenol was detected in 40% of 1200 samples, and zearalenone and T-2 toxin in 10.2% of 951 and 12.3% of 211 samples, respectively, whereas the search for nivalenol in 78 samples was negative. *Fusarium* toxin levels in most positive samples were quite low.

**Key words:** Switzerland, cereal, mycotoxin, *Fusarium*, feed.

- Häni F., 1980. Fusarium diseases of cereals in Switzerland: prevalence on cereal seed, on wheat ears and in soil. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* **87**, 257-280.
- Hüni K., Schneider J., Zanetti G. & Rihs T., 1990. Survey of aflatoxin content in Swiss concentrate for dairy cattle. *J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol.* **10**, 160-161.
- König-Bürgi D., 1995. Ein Beitrag zum Nachweis von Ochratoxin A im Blutserum von Schweinen in der Schweiz. Dissertation. Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Bern, 52 p.
- Morel J., 1983. Vorkommen und Gefahren von Mycotoxinen in der Fütterung. Rinderfütterung und Futtermittelhygiene. Hrsg. Niederösterreich. Landes- und Landwirtschaftskammer. Wien, 31-38.
- Morel J., 1987. Milchviehfutter frei von Aflatoxin. *LID Pressdienst* **35** 1495, 6-7.
- Morel J., 1989. Milchviehfutter frei von Aflatoxin. *Prüf mit. Zeitschrift des Konsumentinnenforums* **21** (5), 9.
- Moss M. O., 1989. Mycotoxins of Aspergillus and other filamentous fungi. *J. Applied Bacteriol. Symp. Suppl.*, 69-81.
- Noser J. R., Wenk P. & Sutter A., 1996. Deoxynivalenol, Zearalenon und Ochratoxin A in Weizen aus dem Kanton Basel-Landschaft. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **87**, 574-586.
- Pittet A., 1998. Natural occurrence of mycotoxins in foods and feeds – an updated review. *Revue de Médecine Vétérinaire* **149** (6), 479-492.
- Rihs T., Schneider J., Gafner J.-L. & Morel J.,

1982. Aflatoxin Content in Swiss Concentrate Feeds for Dairy Cattle. 5th International IUPAC Symposium on Mycotoxins and Phycotoxins. Poster, Vienna 1982.

Schachermayr G. & Fried P. M., 2000. Problemkreis Fusarien und ihre Mykotoxine. *Agrarforschung* **7** (6), 252-257.

Schneider J., Hüni K. & Rihs T., 1980. Untersuchungen über mögliche Aflatoxinkontamination in Grundfutter für Wiederkäuer: Methodik und erste Ergebnisse. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **71**, 95-99.

Steiner W., Pacciarelli B. & Battaglia R., 1991. Aflatoxin B1, BGY-Fluoreszenz und Kojisäure in Maiskörnern: eine Untersuchung auf Mais schweizerischer Herkunft. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **82**, 457-474.

Strauss H., 1994. Die Durchführung der Lebensmittelkontrolle in der Schweiz im Jahre 1993. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **85**, 413-522.

Strauss H., 1996. Die Durchführung der Lebensmittelkontrolle in der Schweiz im Jahre 1995. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **87**, 375-541.

Tanaka T., Hasegawa A., Yamamoto S., Lee, U., Sugiura Y. & Ueno Y., 1988. Worldwide Contamination of Cereals by the *Fusarium* mycotoxins Nivalenol, Deoxynivalenol, and Zearalenone. 1. Survey of 19 Countries. *J. Agric. Food Chem.* **36**, 979-983.

Wegmüller F. & Steiner W., 1994. Fusarientoxine in Cerealien und cerealienhaltigen Nahrungsmitteln: Methode zur Bestimmung der wichtigsten Trichothecene und erste Ergebnisse. *Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg.* **85**, 553-565.