
LES MYCOTOXINES CHEZ LES OVINS... POUR Y VOIR UN PEU PLUS CLAIR !

CONTENU :

1. Les mycotoxines dans les grains
2. Les mycotoxines dans les fourrages

RÉDACTEURS :

Dany Cinq-Mars, agronome, Ph.D., Division nutrition et alimentation

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec
Direction de l'innovation scientifique et technologique
200, chemin Ste-Foy, 9^e étage, Québec (Québec) G1R 4X6



Marie Vachon, agronome
Responsable en recherche

Johanne Cameron, agronome
Responsable en transfert technologique,
Centre d'expertise en production ovine du Québec (CEPOQ)
1642, rue de la Ferme,
La Pocatière, Québec (Québec) G0R 1Z0



Centre d'expertise
en production ovine
du Québec

1. LES MYCOTOXINES DANS LES GRAINS

Pourquoi y a-t-il des mycotoxines dans les grains cette année?

La saison de croissance qui s'achève s'est démarquée des autres par un printemps sec. Il s'en est suivi un mois de juillet et une partie du mois d'août très humide avec de fréquentes précipitations. Puis septembre a été plus sec. Lorsqu'un grain de céréale atteint sa maturité dans des conditions d'humidité élevée, on retrouve des conditions favorables à la croissance de moisissure sur les plants, directement au champ. Ce sont ces conditions qui seraient responsables de l'importante contamination par les mycotoxines des grains qui ont subi des conditions d'humidité persistantes pendant leur période sensible à la croissance des moisissures.

Que sont les mycotoxines?

Les moisissures sont partout dans la nature. Elles se reproduisent par sporulation. C'est-à-dire l'émission de spores visibles sous forme de poussière grisâtre qui émanent des aliments sur lesquels les moisissures ont poussé. On retrouve diverses moisissures. Celles du genre *Aspergillus*, *Penicillium* et *Fusarium* peuvent produire une substance toxique que l'on appelle mycotoxine. Ce mot est composé de deux parties : myco signifie champignon microscopique et toxine pour substance toxique. Donc mycotoxine pour substance toxique produite par des champignons microscopiques.

Les moisissures ne produisent pas nécessairement des mycotoxines. Ainsi, la présence de moisissures sur des aliments ne confirme pas la présence de toxines. Les conditions propices à la production de mycotoxines par les moisissures ne sont pas clairement élucidées. On pense que ces champignons microscopiques produiraient ces substances pour se protéger, alors qu'elles se sentent menacées.

Ainsi, les spores de ces champignons microscopiques se retrouvent partout. Si les conditions d'humidité deviennent favorables et qu'il y a présence de matière organique, les moisissures vont se développer avec possiblement production de mycotoxines. Cette année, on assiste surtout à la production de toxines au champ. Mais elle peut se

produire dans les grains récoltés trop humides, mal entreposés dans des milieux humides. Même les foins et la paille ne sont pas épargnés.

Qui sont-elles?

Dans les climats tempérés comme ceux que nous vivons au Québec et au Canada, les mycotoxines les plus fréquemment retrouvées sont les trichotécènes, comme la vomitoxine ou déoxynivalénol (DON) et la nivalénol (NIV). On retrouve aussi, la toxine T-2, la toxine HT-2, la zéaralénone (ZEN), les fumonisines (FB), comme la FB₁. On retrouve également les ochratoxines, comme l'ochratoxine A (OA) et l'ergot (*Charmley et Trenholm 2000*).

La production de mycotoxines par les moisissures n'est pas récente. L'ergotisme est cité dans l'ancien testament, la T-2 ou la ZEN seraient responsables du déclin de la civilisation 5 siècles avant J.-C. et certains tombeaux égyptiens contenant de l'OA auraient causé la mort mystérieuse d'archéologues s'y étant aventurés (*Yiannikouris et Jouany 2002*).

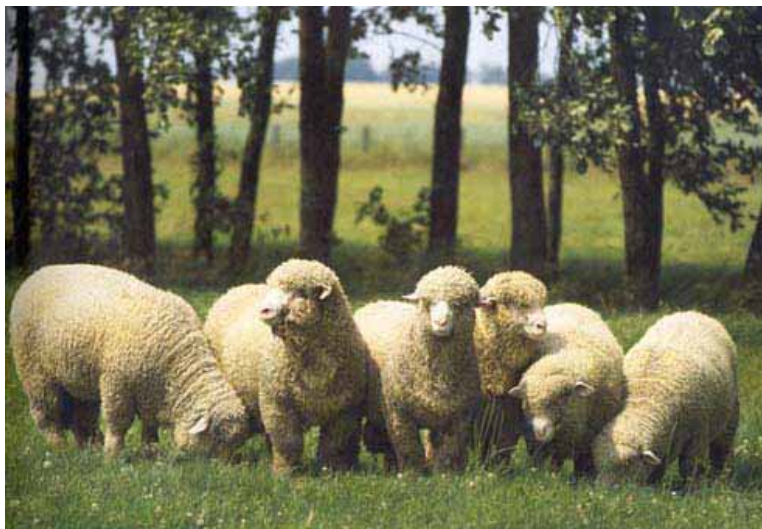
Quels sont leurs effets?

Chez les animaux, les effets généraux ont trait à une diminution de l'efficacité du système immunitaire entraînant une sensibilité accrue aux maladies et infections, des problèmes de reproduction et une baisse générale dans les performances zootechniques. Plus spécifiquement, *Charmley et Trenholm (2000)* dans leur revue sur le sujet rapportent des baisses de consommation, des baisses de fertilité, des intoxications manifestées au niveau des reins, du foie, des poumons et des tissus neurologiques. Dans des cas extrêmes, certaines toxines conduisent à une augmentation de la mortalité, alors que l'effet cancérigène de d'autres toxines est également documenté. En effet, certaines toxines sont cancérigènes, l'aflatoxine B₁ (AFB₁) l'est certainement. Heureusement, les conditions climatiques canadiennes ne permettent pas sa production. Par contre l'OA et la FB₁ se retrouvent ici et sont cancérigènes (*Yiannikouris et Jouany 2002*).

Quels sont les seuils acceptables?

Le tableau 1 constitue les normes canadiennes en ce qui a trait aux principales mycotoxines rencontrées dans les aliments du bétail. Dans ce tableau, on rapporte les seuils acceptables des différentes mycotoxines. À cela, il faut ajouter l'effet additif ou synergique lorsque plus d'une mycotoxine est présente dans un même aliment. En effet, la présence d'une mycotoxine dans les aliments du bétail demeure souvent un indicateur de la présence de d'autres toxines. De plus, lorsque plusieurs de ces substances sont présentes dans un aliment les effets sont aggravés pour une concentration donnée, comparativement à chacune des toxines prises séparément.

Les ruminants comme les ovins, possèdent une certaine capacité de dégradation des mycotoxines. En effet, la T-2, HT-2, DON et diacétoxyscirpénol (DAS) sont dégradées en composés moins toxiques, dans un rumen fonctionnel (*Yiannikouris et Jouany 2002*). Il en serait de même pour l'OA. Dans ce dernier cas, la dégradation ruminale serait réduite significativement lorsque les animaux reçoivent une ration riche en concentrés, comparativement à une autre à base de fourrage. D'où l'importance de garder un rumen fonctionnel et en santé.



Source : Sheep Breeds in Poland

Tableau 1 Concentrations maximales admissibles ou seuils de tolérance recommandés de mycotoxines retrouvées dans les aliments du bétail¹

Type de mycotoxines	Aliment	Seuils maximums (mg/kg MS)	Commentaires ²
Vomitoxine ou Déoxynivalénol (DON)	Ration totale bovins	5	Bovins adultes, non en lactation. Probablement applicables aux ovins : remplacement, entretien 15 premières semaines gestation
	Ration totale autres bovins	2	Jeunes veaux et adultes en lactation. Probablement applicables aux ovins : jeunes agneaux et brebis fin gestation, lactation
HT-2	Ration totale bovins	0,1	Probablement applicables aux ovins : toutes classes d'ovins, sauf « brebis laitières »
	Ration totale animaux laitiers	0,025	Brebis laitières dont le lait ou ses dérivés sont destinés à l'alimentation humaine. Cette toxine peut se retrouver dans le lait
Diacetoxyscirpénol (DAS)	Porcs	< 2	Pas de recommandation pour les ruminants
T-2	Porcs, volailles	< 1	Pas de recommandation pour les ruminants
Zéaralénone (ZEN)	Vaches, ration totale	10	Si seulement la ZEN est présente dans l'aliment
	Vaches, ration totale	1,5	Si d'autres toxines sont présentes dans l'aliment
	Moutons, ration totale	entre 0,25 et 5	Données imprécises. Probablement plus sensibles si autres toxines présentes

Type de mycotoxines	Aliment	Seuils maximums (mg/kg MS)	Commentaires ²
Ochratoxine A (OA)	Porcs, volailles	entre 0,2 et 2	Aucune donnée chez les ruminants
Ergot	Bovins, moutons, chevaux, ration totale	entre 2 et 3	Teneur maximale recommandée en alcaloïdes
Fumonisine	Ruminants reproducteurs, ration totale	15	Cette toxine affecterait peut-être les fonctions reproductrices
	Bovins, ovins et caprins de plus de 3 mois, ration totale	30	Animaux pas soumis à la reproduction

- 1 Adapté de *Charmley et Trenholm (2000)*. L'aliment ne devrait en aucun temps dépasser ces teneurs.
- 2 Certaines valeurs exprimées dans ce tableau ne sont pas spécifiques aux ovins. Par contre, elles sont valables pour les bovins qui sont des ruminants comme le sont les moutons. On suppose ici que les concentrations maximales s'appliquent également aux ovins, tel qu'indiqué dans la colonne « commentaires ».

La présence de mycotoxines

Tel que mentionné précédemment, les mycotoxines retrouvées dans les grains et les fourrages peuvent avoir des effets négatifs sur les performances et la santé des moutons. Pour les aliments produits à la ferme et lors de l'achat d'aliments, il est donc recommandé de s'informer sur la présence et les niveaux de mycotoxines contenus dans ces derniers. Les meuneries sont conscientes des problèmes liées aux mycotoxines. Elles s'assurent donc généralement que leurs produits en sont exempts ou que les niveaux qu'ils contiennent sont en deçà des seuils pouvant entraîner des problèmes chez les animaux. Pour les aliments produits à la ferme et lors de l'achat d'aliments directement d'un producteur, il est nécessaire de garder en tête qu'il est possible qu'ils contiennent des mycotoxines. De plus, si les animaux présentent des signes d'intoxications (baisse d'appétit, diminution des performances,...) et qu'il ne semble pas y avoir d'autres explications, il est possible que les toxines soient en cause.

Pour savoir si des toxines sont présentes dans les aliments et en connaître les niveaux, il est nécessaire de prélever un échantillon et d'effectuer une analyse en laboratoire sur ce dernier.

L'échantillonnage

Lors du prélèvement d'un échantillon pour fin d'analyse, que ce soit pour connaître la valeur nutritive, le contenu en mycotoxines ou autres, on vise toujours à ce qu'il soit représentatif du lot d'aliment.

Pour un fourrage, on procède de la même façon que lors de l'échantillonnage pour connaître sa valeur nutritive (*référence : Ovin Québec de septembre 2003, p. 15-16*). Pour les grains, on recommande de prélever des sous-échantillons à 15 à 20 endroits différents dans le lot, puis de mélanger le tout pour former un échantillon final. Cet échantillon doit ensuite être bien identifié puis envoyé au laboratoire pour l'analyse. Plusieurs meuneries offrent le service d'analyse de laboratoire et peuvent vous appuyer pour la prise d'échantillon (*Richard et coll., s.d.*).

L'analyse

Bien qu'il existe des centaines de mycotoxines connues, seules quelques-unes peuvent être analysées en laboratoire. Les résultats obtenus lors des tests fournissent donc des indications par rapport à la présence et à la concentration de certaines mycotoxines et non des réponses absolues sur toutes les mycotoxines. Malgré tout, pour le moment, les tests en laboratoire sont les meilleurs outils disponibles pour obtenir des informations sur la qualité des aliments.

Généralement, les laboratoires proposent 2 catégories d'analyses pour les mycotoxines : l'analyse rapide (tests ELISA (immunoenzymatique) et TLC (thin-layer chromatography)) et l'analyse officiel (généralement HPLC [high-pressure liquid chromatography]) (*Hagler, 2001*). Comme son nom l'indique, le premier test est plus rapide (réponse possible en 24 heures) et moins dispendieux que le second. Le test officiel, par contre, est plus sensible et peut détecter plus de type de mycotoxines que le

test rapide. On recommande généralement de débiter avec le test rapide et au besoin de valider ou d'obtenir plus d'information avec le test officiel (*Azar et coll. 2001*).

L'interprétation des résultats d'analyse

Lors de la planification de l'alimentation du troupeau, les résultats des analyses de laboratoire contribueront à réduire les risques d'intoxication par les mycotoxines. Par ailleurs, il est très important que les producteurs soient constamment vigilants et surveillent le comportement alimentaire des animaux.

Si les résultats reçus ne précisent pas la toxine retrouvée dans l'échantillon, il est recommandé de s'informer auprès du laboratoire afin d'obtenir plus de détails. Ces informations permettront une interprétation plus juste des résultats. Il est aussi important de vérifier si les résultats sont rapportés sur une base de matière sèche ou une base « tel que servi » ainsi que les unités de mesures utilisées (ppm = partie par million (1000 000), ppb = partie par billion (1 000 000 000)).

L'alimentation des moutons

Le meilleur moyen d'éviter les problèmes liés aux mycotoxines est de fournir des aliments exempts aux animaux. Bien que cette situation soit idéale, elle n'est pas toujours possible pour des raisons pratique et économique. Alors, s'il est nécessaire d'alimenter les moutons avec des aliments contaminés par les mycotoxines, on recommande de ne pas dépasser les seuils cités précédemment. Ces seuils sont exprimés en mg/kg ou en ppm de ration totale sur une base de matière sèche (MS). Il ne faut donc pas seulement tenir compte de la teneur en mycotoxines d'un seul aliment mais plutôt de l'ensemble de la ration. Un mélange de grains sains et de grains contaminés pourrait faciliter la formulation de ration respectant les seuils. Des exemples de rations sont présentés dans l'encadré.

Il est important de mentionner que la sensibilité des animaux aux mycotoxines est affectée par leur niveau de production et le stress qui leur est imposé. Il faut donc être encore plus vigilant qu'à l'habitude et réduire les stress environnementaux et alimentaires au minimum. Pour y arriver, du point de vue de l'alimentation, on recommande que les apports en énergie et en protéine soient augmentés, tout en maintenant un apport de fibre adéquat. Les apports de vitamine E et de sélénium accrus pourraient également être bénéfiques (*Hagler, 2001*).

Certains additifs alimentaires peuvent être ajoutés aux moulées pour réduire l'exposition des animaux aux moisissures et aux mycotoxines. De plus, des matières absorbantes, tels l'argile et le charbon activé, pourraient réduire les effets négatifs qu'ont les mycotoxines chez les animaux (*Hagler, 2001*).



Source : Sheep Breeds in Poland:

Exemples de rations

Exemple 1

La ration journalière par tête de vos brebis en lactation est la suivante :

2,16 kg MS ensilage d'herbe

0,8 kg MS d'orge

0,1 kg MS supplément protéique

3,06 kg MS au total/jour/tête

L'ensilage et le supplément protéique disponibles ne sont pas contaminés par des mycotoxines. Par contre, l'orge contient 5 ppm de vomitoxines. Le seuil de tolérance recommandé pour les ruminants allaitant est de 2 ppm de ration totale par jour.

Est-il risqué de fournir cette ration aux brebis en lactation ?

5 ppm = 5 mg/kg

Si 1 kg orge contient 5 mg de vomitoxines, alors 0,8 kg d'orge contient 4 mg de mycotoxine. On obtient 4 mg de mycotoxine dans 3,06 kg MS de ration totale. Ce qui équivaut à 1,3 mg/kg ou 1,3 ppm de vomitoxine dans la ration totale par jour. Cette ration ne dépasse donc pas le seuil de tolérance de 2 ppm pour les vomitoxines.

Il n'est donc pas risqué de donner cette ration aux brebis en lactation



Source : Sheep Breeds in Poland:

Exemple 2

La ration journalière par tête de vos brebis en fin de gestation est la suivante :

1,4 kg MS de foin sec

0,5 kg MS d'avoine

1,9 kg MS au total / tête / jour

Le foin disponible n'est pas contaminé par des mycotoxines. Par contre, l'avoine contient 11 ppm de DON. Le seuil de tolérance recommandé pour les brebis en fin de gestation est de 2 ppm de ration totale (MS) par jour.

Est-il risqué de fournir cette ration aux brebis en fin de gestation?

11 ppm = 11 mg/kg

Si 1 kg d'avoine contient 11 mg de DON, alors 0,5 kg d'avoine contient 5,5 mg de mycotoxine. On obtient 5,5 mg de mycotoxine dans 1,9 kg MS de ration totale. Ce qui équivaut à 2,89 mg/kg ou 2,89 ppm de DON dans la ration totale par jour. Cette ration dépasse donc le seuil de tolérance de 2 ppm pour les vomitoxines.

Oui, il est risqué de donner cette ration aux brebis en fin de gestation.

En faisant un mélange moitié avoine saine et moitié avoine contaminée, est-il risqué de fournir cette ration aux brebis en fin de gestation?

La ration journalière par tête de vos brebis en fin de gestation est maintenant la suivante :

1,4 kg MS de foin sec

0,25 kg MS d'avoine contaminée

0,25 kg MS d'avoine saine

1,9 kg MS au total par tête par jour

Le foin et l'avoine saine ne sont pas contaminés par des mycotoxines. Par contre, l'avoine contaminée contient 11 ppm de DON. Le seuil de tolérance recommandé pour les brebis en fin de gestation est de 2 ppm de ration totale (MS) par jour.

11 ppm = 11 mg/kg

Si 1 kg d'avoine contient 11 mg de DON, alors 0,25 kg d'avoine contient 2,75 mg de mycotoxine. On obtient 2,75 mg de mycotoxine dans 1,9 kg MS de ration totale. Ce qui équivaut à 1,44 mg/kg ou 1,44 ppm de DON dans la ration totale par jour. Cette ration ne dépasse donc pas le seuil de tolérance de 2 ppm pour les vomitoxines.

Il n'est donc pas risqué de fournir cette ration aux brebis en fin de gestation.

La prévention ... à la base

Les producteurs qui cultivent leurs grains à la ferme peuvent poser certaines actions concrètes pouvant limiter le développement de toxines dans les aliments du bétail. Ces interventions s'échelonnent tout au long de la saison de culture, du semis jusqu'à l'entreposage de la récolte. Les lignes suivantes présentent plusieurs recommandations permettant de limiter le développement de moisissures et la contamination par les mycotoxines dans les aliments qui seront servis aux animaux d'élevage.

Un peu de planification avant le début de la saison culturale ...

Plusieurs actions concrètes peuvent être appliquées en début de saison afin de limiter le développement de moisissures et la présence de mycotoxines dans la récolte à l'automne. Un premier principe fondamental à respecter est la rotation des cultures. En effet, les rotations de cultures permettent d'éliminer la persistance des maladies et des moisissures d'une saison de culture à l'autre. Il est ainsi toujours très important de connaître le précédent cultural d'une parcelle et de semer une espèce végétale qui ne sera pas susceptible aux mêmes maladies que la culture de l'année antérieure. Ainsi,

des céréales telles que l'orge, l'avoine et le blé ne devraient jamais être semées dans une parcelle où le précédent cultural était du maïs ou un de ces types de grains. Par conséquent, il est recommandé d'effectuer des rotations avec des cultures de pois, de luzerne ou de soya. De plus, dans le cadre d'un programme de rotation de culture réfléchi, l'utilisation de ces espèces végétales présente l'avantage d'améliorer certaines propriétés du sol cultivé (plantes fixant l'azote dans leurs racines ou encore produisant des racines pivotantes profondes). De plus, la présence de ces dicotylédones permet de briser le cycle des maladies et de limiter la propagation des moisissures dans les résidus de culture d'une saison à l'autre.

Parallèlement à la rotation des cultures, les producteurs de grains devraient éviter de semer des champs de céréales (avoine, orge, blé) près des cultures de maïs. Ceci permet de limiter la dérive des spores des champs de céréales vers ceux de maïs.

Par ailleurs, lorsqu'il est impossible d'effectuer des rotations, les méthodes culturales devraient privilégier un labour hâtif, favorisant l'enfouissement des résidus de culture et leur décomposition rapide. Il est à noter que le travail minimal du sol peut causer une certaine augmentation de la propagation des maladies principalement à cause des résidus de cultures laissés en surface. Ce type de mode cultural devrait donc être révisé lorsque les parcelles cultivées sont atteintes par des maladies et des moisissures.

Les hybrides et les variétés choisis doivent également être adaptés à la zone de production (unité thermique) afin d'être en mesure de récolter la culture au stade de maturité désiré et surtout à un niveau d'humidité adéquat pour assurer la conservation des grains. Lorsque vient le temps de semer, il est toujours important de respecter le taux de semis prescrit par vos conseillers afin d'éviter les populations trop élevées qui risquent d'augmenter le niveau d'humidité de la culture. La fertilisation devrait également être équilibrée et répondre aux besoins de la culture. Finalement, afin d'obtenir une bonne récolte à l'automne et surtout à un niveau d'humidité acceptable, le semis devrait toujours être effectué aussi hâtivement que possible.

Du semis à la récolte

Durant la saison de culture et avant la période de récolte, il est important de réduire les dommages qui peuvent affecter les grains. Parmi les ravageurs, on retrouve, entre autre, les oiseaux et les insectes. Ces envahisseurs nuisibles peuvent endommager les grains, les rendant ainsi plus susceptibles au développement de maladies indésirables. Les bris à la surface des grains constituent des portes d'entrées favorables à la croissance des moisissures qui y retrouvent toutes les conditions propices à leur développement.

Les aléas de l'environnement peuvent également favoriser la croissance des moisissures. Dans le passé, certaines saisons estivales fraîches et pluvieuses, furent très néfastes à cet égard. Dans ces conditions, l'utilisation de fongicides homologués peut être recommandée afin de limiter la propagation des maladies (*Azar et al., 2001*).

Avant la récolte, il est important de nettoyer le matériel qui servira à récolter la culture, ainsi que tout le matériel utilisé pour la manutention des grains. Il est important de porter une attention toute particulière au matériel d'entreposage. Les producteurs de grains devraient toujours être soucieux du bon état de leurs structures d'entreposage et s'assurer que ces dernières sont propres et sèches avant d'y entreposer des grains. L'équipement de récolte, d'entreposage et le matériel utilisé pour servir les aliments devraient toujours être soigneusement nettoyés après usage.

La récolte ... plus de précautions nécessaires ...

Au moment de la récolte, si l'humidité du grain est supérieure à 15%, un ajustement adéquat de la batteuse permettra de limiter le bris des grains (grains cassés et poussière) et ainsi le développement de moisissures. Évidemment, dans ce cas un séchage rapide s'impose, sinon les moisissures se développeront, à moins bien sur que la conservation se fasse sous forme humide. Les dommages devraient être évités autant que possible surtout lorsqu'on envisage entreposer des grains secs.

En présence d'un champ infecté par la maladie, les zones les plus affectées ne devraient pas être récoltées afin de limiter la propagation de l'infection. Le criblage est également très important lors de la récolte et avant l'entreposage des grains. Cette pratique permet d'éliminer les grains brisés et les débris de cultures qui peuvent favoriser le développement des moisissures.

La récolte devrait toujours être réalisée hâtivement et au stade de maturité optimal de la culture. Dans la mesure du possible, le stade de maturité à la récolte devrait favoriser un niveau d'humidité adéquat pour l'entreposage, d'où importance de choisir des hybrides adaptés à la zone de culture. Il est à noter que des moisissures comme *Fusarium* croissent rapidement lorsque les conditions d'humidité sont élevées. De plus, bien que certaines espèces de moisissures ne puissent croître sous des températures fraîches, plusieurs espèces de *Fusarium* peuvent produire des mycotoxines près du point de congélation (Whitlow et al., 2001). Ainsi, il est erroné de croire que les températures automnales fraîches limitent le développement des mycotoxines. Une récolte hâtive est donc toujours préférable car elle réduit le développement et la propagation des maladies et des moisissures qui peuvent produire des toxines.

L'entreposage ... un peu de finition après la récolte

Au moment de l'entreposage, les interventions visant à réduire la contamination par les moisissures et les mycotoxines varient en fonction du stade de maturité de la récolte et du stade d'entreposage choisis. Dans le cas des grains entreposés secs, certaines recommandations doivent être suivies afin d'éviter le développement de moisissures et de toxines. En général, on recommande d'éviter d'entreposer des grains qui présentent des niveaux d'humidité supérieurs à 12% ou 13 % (Richard et al., s.d.). Au-delà de ces taux d'humidité, les risques de développement de moisissures et de mycotoxines sont fortement accentués. Des grains à plus de 15% d'humidité ne devraient jamais demeurer à l'air libre pendant plus de six heures sans être soit ensilés, traités avec des acides, séchés ou aérés de façon convenable dans l'attente de leur séchage complet (Richard et al., s.d.). Dans le cas des récoltes entreposées sèches, il est donc important de faire sécher les grains et de les entreposer aussitôt que possible.

Selon *Richard et collaborateurs*, en raisons de paramètres économiques, il est préférable de faire sécher des grains qui présentent un taux d'humidité inférieur à 35%. Ces auteurs recommandent également d'effectuer le séchage de manière graduelle. Ainsi, il est recommandé de faire baisser le niveau d'humidité des grains de 8% par heure. Lorsque le taux d'humidité du lot de grains atteint 19%, le séchage peut par la suite être plus rapide.

Durant l'entreposage, la ventilation devrait être adéquate afin de limiter le développement des moisissures. Il est également recommandé de surveiller fréquemment la récolte entreposée afin de détecter tout signes de développement de moisissures, de chauffage anormal ou de tous autres signes de détérioration de la récolte. Il est finalement important de limiter les variations de température entre les grains contenus dans les structures d'entreposage et la température extérieure. Des différences de températures trop importantes peuvent augmenter les risques de condensation sur les parois internes du silo, augmentant ainsi le niveau d'humidité sur les grains et accentuant le risque de développement de moisissures.

Dans le cas de récoltes entreposées humides (*ensilée*), il faut privilégier les conditions anaérobiques du milieu (sans oxygène). Les moisissures ne peuvent croître dans des conditions anaérobiques strictes. L'utilisation de préservatifs d'ensilage ou d'agents acidifiant peut être bénéfique. Il est à noter que l'utilisation de ces produits ne permet en aucun cas d'éliminer les toxines déjà présentes, mais en favorisant une baisse rapide du pH, ils favorisent la conservation des grains. Selon *Richard et collaborateurs*, les préservatifs devraient être utilisés principalement dans la première portion ensilée ainsi que dans la dernière portion du silo (représentant environ le dernier 20% du silo). Ce sont les parties du silo qui sont les plus sujettes au développement de moisissures (écoulement, moins d'entassement et plus grande exposition à l'oxygène en surface). L'utilisation d'additifs microbiens est généralement recommandée lorsque les températures lors de la récolte sont inadéquates (trop chaudes ou trop froides) et lorsque le niveau d'humidité est inférieur à 25% ou supérieur à 35% (*Richard et al., s.d.*)

Pour le maïs humide, il est recommandé de ne pas dépasser des taux d'humidité de plus de 25% (Azar *et al.*, 2001). Puisque le maïs humide est un aliment qui présente un fort taux d'humidité, toutes les précautions doivent être prises afin de s'assurer que les conditions d'entreposages soient complètement anaérobiques.

Bien que les préservatifs d'ensilage favorisent une meilleure conservation des aliments humides, il faut noter que ces produits ne sont pas en mesure d'éliminer la croissance des moisissures et le développement des mycotoxines. En effet, les moisissures peuvent se développer à un pH se situant entre 4 à 8 (Whitlow *et al.*, 2001). Finalement, pour ce qui est des aliments humides, la clé du contrôle du développement des moisissures représente l'ensemble des facteurs favorisant l'absence d'oxygène dans le milieu de conservation. Il est donc important de faire la récolte lorsque la teneur en humidité du grain est optimale, de remplir adéquatement les structures d'entreposage tout en favorisant l'entassement dans le silo et de couvrir l'ensilage avec un plastique afin de limiter l'entrée d'oxygène (Whitlow *et al.*, 2001).

Dans le cas de récoltes immatures, il est important de considérer toutes les alternatives de récoltes et d'entreposage possibles. Parmi celles-ci, on peut envisager d'ensiler la plante entière, à condition que les structures d'entreposage soient disponibles à la ferme et que la récolte présente un taux minimum de 55% à 60% d'humidité (Richard *et al.*, s.d.). Dans le cas où l'on décide d'ensiler les grains entiers, leur taux d'humidité devrait toujours être supérieur à 22% et ne jamais excéder 45% (Richard *et al.*, s.d.).

La « détoxification » des grains

Il existe des traitements mécaniques, chimiques et thermiques permettant de réduire la présence des toxines dans les grains. Par exemple, les grains ratatinés, les grains trop petits ou cassés et les poussières peuvent être retirés par une simple méthode de densité. Les moisissures qui se retrouvent à la surface des grains peuvent être en partie éliminées par le trempage, le décorticage du grain ou le nettoyage à l'air forcé.

Des traitements thermiques, tel que le rôtissage permettent également de réduire la concentration de mycotoxines dans les aliments servis au bétail. Dans l'Ouest canadien un produit à base de silicate de sodium et d'aluminium hydraté (SSAH) est actuellement commercialisé afin de réduire le niveau de moisissures dans les grains. Ce type de produit sert principalement d'agent anti-agglutinant dans la fabrication d'aliments du bétail.

Bien qu'il soit possible de réduire la concentration en mycotoxines dans les aliments servis aux animaux, il apparaît impossible d'en éliminer toutes traces, à moins de retirer tous les grains atteints dans la récolte !

2. LES MYCOTOXINES DANS LES FOURRAGES

Revoyons tout d'abord le mécanisme impliqué dans la formation de poussière. Contrairement à ce que certains croient, cette dernière n'est pas constituée de terre ou de sable. Ce sont plutôt des spores de moisissure qui émanent de la croissance de champignons microscopiques sur du foin trop humide. Pour qu'il se conserve sans se détériorer, le foin ne doit pas contenir plus de 15 % d'humidité ou 85 % de matière sèche. Cette teneur peut varier légèrement si on utilise un séchoir ou des agents de conservation lors de la mise en balles. Cependant, il demeure que du foin entreposé trop humide conduit à la croissance de moisissure (*Whitlow and Hagler 2001*) et à la production de spores d'où l'émanation de poussière lors de la reprise du foin pour l'alimentation des ovins. Le danger des spores réside dans leur capacité à produire des réactions allergiques chez les animaux qui les respirent. Ceci vaut également pour l'espèce *Homo sapien*. L'allergie produit des symptômes qui s'apparentent un peu à l'asthme avec des toux et des difficultés respiratoires.

Mentionnons également que la coupe de foin n'influence pas directement la production de poussière. En effet, que ce soit du foin de première, deuxième ou troisième coupe, s'il est de mauvaise qualité et qu'il contient de la poussière, les effets chez les animaux

seront les mêmes. Par ailleurs, un foin mature reste généralement plus facile à sécher au champ qu'un foin plus feuillu coupé au stade végétatif. De plus, les fourrages de graminées sèchent généralement plus rapidement dans des conditions équivalentes que des fourrages de légumineuses. Le foin de première coupe se compose généralement d'une plus grande part de graminées, comparativement au foin de deuxième coupe. Sur cette base, on reconnaît qu'une première coupe sèche mieux qu'une deuxième. Mais comme la maturité influence également le temps de séchage, un foin de première coupe fait à la fin juillet ou en août va sécher très rapidement. Toutefois, sa valeur nutritive deviendra très faible. Par contre, une première coupe au début juin prendra du temps pour sécher car le fourrage est immature et contient beaucoup d'eau. Quoiqu'il en soit, il faut retenir que peu importe la coupe ou l'espèce végétale, lorsque le foin est entreposé sans être tout à fait sec il va chauffer et produire de la poussière par la croissance de moisissure.

De plus, la croissance de moisissure dans le foin entreposé trop humide conduit souvent à la production de mycotoxines. On entend beaucoup parler de toxines dans les récoltes de grain en 2003. Bien que le foin ne fasse pas autant la manchette, la présence de mycotoxines dans du foin poussiéreux reste bien réelle. Une étude canadienne a démontré que la moitié des foins échantillonnés sur différentes fermes contenaient des mycotoxines à des niveaux préoccupants. On a trouvé de la vomitoxine, de la T-2 et de la zéaralénone (*Raymond et coll. 2000*). D'autres ont trouvé de l'aflatoxine B₁ dans des foins produits en Italie (*Tomasi et coll. 1999*). Cette toxine reste très préoccupante pour la santé humaine puisqu'elle se retrouve dans le lait et est réputée cancérigène. Heureusement, l'aflatoxine ne retrouverait pas les conditions de chaleur et d'humidité suffisante pour croître au Québec. C'est pourquoi, à ce jour, cette toxine n'a pas été mesurée dans les aliments du bétail produit au Québec.

Les ruminants sont globalement plus résistants à la plupart des mycotoxines que les animaux monogastriques, sauf pour les volailles qui demeurent très résistantes. Cette résistance des ruminants s'explique par le rôle détoxifiant de la population microbienne du rumen (*Yiannikouris et Jouany 2002*).

Au cours des années, on s'est aperçu que les mycotoxines ne se retrouvaient que rarement présentes en solitaires. On mesure souvent la présence de vomitoxine (DON) comme indicateur de toxines dans l'aliment. Lorsque plusieurs toxines sont présentes simultanément dans un aliment, l'effet synergique qu'elles produisent rend l'animal plus vulnérable à leurs effets. C'est pourquoi, l'élaboration de recommandations quant aux niveaux maximaux de mycotoxines dans les aliments reste fastidieuse. Agriculture et Agroalimentaire Canada publie sur son site Internet : <http://www.grainscanada.gc.ca/Pubs/fusarium/backgroundunder/don5-e.htm> un guide quant à la présence de DON dans les aliments du bétail. On n'y retrouve pas les ruminants sauvages. Par contre, chez la vache laitière on a servi des rations contenant entre 6 et 8 ppm ou mg/kg de DON sans effets sur la CVMS ou la production laitière. Chez les brebis et les vaches en gestation, des niveaux de DON entre 7 et 12 ppm n'ont pas réduit les performances zootechniques des animaux.

Ici encore, lorsque plusieurs toxines se retrouvent présentes dans un aliment, il semble que les niveaux tolérés s'abaissent. Parallèlement, chez des animaux stressés, en déficiences vitaminiques ou minérales, ou avec un système immunitaire affaibli, la sensibilité aux mycotoxines s'accroît.

Vous retrouverez en annexe un tableau produit par un collègue relatant diverses recommandations et effets de toxines dans l'alimentation de bovins. Malheureusement, les recommandations chez les ovins doivent s'extrapoler à partir des résultats d'un autre ruminant comparable.

Finalement, la croissance de moisissure dans le foin en réduit aussi sa valeur nutritive. Les champignons ont utilisé de l'énergie qui était présente dans les fourrages pour croître. Cette énergie, perdue sous forme de chaleur est disparue. Elle n'est donc plus disponible pour l'animal. Ce foin sera aussi moins appétant ce qui accroîtra les refus. Il faudra revoir le programme alimentaire en conséquence.

RÉFÉRENCES CONSULTÉES

- ADAMS R. S., K. B. Kephart, V. A. Ishler, L. J. Hutchinson et G. W. Roth. 1993. *Mold and mycotoxin problems in livestock feeding*. Departement of Dairy and Animal Science, Pennsylvania State University.
<http://www.das.psu.edu>
- AZAR C., S. Baillargeon et N. Frenette. 2001. *Les mycotoxines Connaître, prévenir, agir*. Coopérative Fédérée de Québec.
http://www.coopfed.qc.ca/coopérateur2/contenu/archives/avril_2001/p42_mycotoxines.htm
- CHARMLEY, L.L. et Trenholm, H.L. 2000. *Les mycotoxines*. Agence canadienne d'inspection des aliments. Produits animaux. Santé des animaux et production. Fiche de renseignement.
<http://www.inspection.gc.ca/francais/anima/feebet/quelnew/mycof.shtml>
- DUPCHAK K. 2002. *Feeding fusarium contaminated grain to livestock*. Manitoba Agriculture and Food.
<http://www.gov.mb.ca/agriculture/livestock/nutrition/bza00s01.html>
- LEFEBVRE D., C. Blais et D. Arseneau. 2003. *La contamination des aliments par les mycotoxines, un problème en 2003*. Comité bovins laitiers. CRAAQ.
<http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers>
- RAYMOND, S.L., Heiskanen, M., Smith, T.K., Reiman, M., Laitinen, S. and Clarke, A.F. 2000. *An investigation of the concentrations of selected fusarium mycotoxins and the degree of mold contamination of field-dried hay*. J. Equin. Vet. Sci. 20 : 616-621.
- RICHARD S.A. et al., *Mold and mycotoxin problems in livestock feeding*. PennState, College of Agricultural Sciences. Dairy and animal science. DAS 93-21. 15 pages.
www.das.psu.edu/teamdairy/
- TOMASI, L., Horn, W., Roncada, P., Zaccaroni, A., Ligabue, M., Battini, F. and Stracciari, G.L. 1999. *Recherches préliminaires sur la présence d'aflatoxine B₁ dans les fourrages fanés de la province de Reggio Emilia (Italie)*. Fourrages. 158 : 179-186.
- WHITLOW, L.W. et W.M. Hagler. 2001. *La contamination des aliments par les mycotoxines: un facteur de stress additionnel pour les bovins laitiers*. 25^{ème} Symposium sur les bovins laitiers, CRRAQ.
http://www.agrireseau.qc.ca/bovinslaitiers/Documents/2001_Whitlow.pdf
- YIANNIKOURIS, A. et Jouany, J.-P. 2002. *Les mycotoxines dans les aliments des ruminants, leur devenir et leurs effets chez l'animal*. INRA. Prod. Anim. 15 : 3-16.

Tableau complémentaire sur les niveaux de mycotoxines dans les aliments du bétail

TOLÉRANCE AUX MYCOTOXINES PAR LES RUMINANTS					
Toxine	Abrév.	Espèce	Niveau toléré	Niveau potentiel. toxique	Effets négatifs
Ration totale (M.S.) ppm					
Vomitoxine (Déoxynivalénol)	Don	Vaches laitières	1.0	2.5 – 6.0	Baisse de consommation et de production
Vomitoxine	Don	Bovins	5.0	15 à 21	Baisse de consommation et de gains de poids
Zéaralénone	ZEA ZEN F2	Bovins	0.5	3.9 à 7.0	Troubles de reproduction, avortements, effets oestrogéniques, développement du pis.
T-2	T-2	Vaches laitières	0.1	0.7 à 1.5	Baisse de consommation et de production, avortement, diarrhée, entérites hémorragiques, résidus dans le lait, *mortalité.
HT-2	HT-2	Bovins	0.25	1.5 à 3.0	Baisse de consommation et de production, avortement, diarrhée, entérites hémorragiques, résidus dans le lait, *mortalité.

TOLÉRANCE AUX MYCOTOXINES PAR LES RUMINANTS					
Toxine	Abrév.	Espèce	Niveau toléré	Niveau potentiel. Toxique	Effets négatifs
Ration totale (M.S.) ppm					
Aflatoxine		Bovins	.02	0.02 – 0.132	Baisse de production et de reproduction, diarrhée, dommage au foie, résidus dans le lait < 0.5 ppm dans le lait.
Diacetoxyscirpénol	DAS	Bovins	0.25	0.7 à 1.5	Baisse de consommation et de production, avortement, diarrhée, entérites hémorragiques, résidus dans le lait, *mortalité.
Ochratoxine		Bovins	.25	5.9 à 9.0	Baisse de consommation et de production, dommage aux reins
Citrinine		Bovins		4.0	Baisse de consommation, fièvre, *mortalité
Fumonisine		Bovins	1.0	6.7 à 11.1	Baisse de consommation et de production, excitabilité, œdème pulmonaire, *mortalité.

* Dans les cas extrêmes

Référence : Adams, 1992, Dicostanzo et al. 1995, Whitlow et al. 1993, Ag. Canada 1996.

Informations transmises par Nutrinor et adaptées par Antoine Riverin, agr.,
MAPAQ, Alma
2003-09-16