

2. Risque et conséquences :

L'organisation d'agriculture et de nutrition (FAO) a rapporté en 1985 que 25% des récoltes de céréales dans le monde sont affectées par des mycotoxines.

Leur présence entraîne une diminution de la qualité de la disponibilité en volume des grains en récolte et une diminution des performances zootechniques des animaux d'élevage [1].

2.1. Les Sources de contamination

2.1.1. Dans l'alimentation Animale :

Les ruminants et les monogastriques consomment essentiellement des fourrages et des céréales.

Ces deux produits sont contaminés par les mycotoxines aux différentes étapes de leur production et réagissent différemment selon la teneur en humidité, la température [1].

-Au niveau des fourrages:

Une récolte de fourrages trop humide entraîne lors du stockage l'apparition de moisissures contenant des mycotoxines pouvant affecter les animaux lors de leur consommation.

Les mycotoxines ne pouvant pas se développer en milieu anaérobie. Il est donc très important de faire des fourrages de très hautes qualités et de les récolter dans de bonnes conditions [1].

-Au niveau des céréales:

Elles font partie de la ration de base des ruminants et des monogastriques.

Les céréales sont les plus dangereuses lorsqu'elles sont utilisées sous forme naturelle dans la ration.

Les tourteaux sont moins contaminés de leurs différents processus de fabrication [1].

2.1.2. Dans l'alimentation humaine:

La principale source de contamination de l'alimentation humaine se fait par le biais des céréales. En effet, les principales mycotoxines ayant un effet sur l'homme se retrouvent dans ces denrées. Les Aflatoxines (B1, B2, G1, G2, M1 et M2) ainsi que l'Ochratoxine A peuvent également se rencontrer dans de nombreux autres types d'aliments.

Il est à noter que certaines mycotoxines peuvent s'accumuler dans le foie et les reins. C'est pourquoi on retrouve de l'Ochratoxine A dans le muscle et les abats de porc et de volaille, qui sont plus sujets à des infections par les mycotoxines [1].

Le tableau ci-dessous présente la localisation des principales mycotoxines ayant un effet pathologique avéré ou potentiel pour l'homme [1].

Tab 1: Les différentes mycotoxines présentes dans les aliments [1].

| | Céréales (maïs, Blé...) | Fruits Secs | Fruits à coque | Lait, Produits laitiers | épices | Vin, Bière, café | Pomme, Produits dérivés | viande (porc volailles abats) |
|-------------------------|-------------------------------|----------------|-------------------|-------------------------------|--------|------------------------|-------------------------------|--|
| Aflatoxine | | | | | | | | |
| Ochratoxine A | | | | | | | | |
| patuline | | | | | | | | |
| fumonisines | | | | | | | | |
| trichotécénone | | | | | | | | |
| Zéaralénone Citrines | | | | | | | | |

2.2 Les effets des mycotoxines :

2.2.1. Pour les animaux:

2.1.1 Chez les monogastriques :

***Aflatoxine**: elle provoque des effets hépatotoxiques, immunotoxiques, tératogènes et cancérogènes. Mais ces effets sont moins observables chez les volailles, les porcs et les veaux, du fait de leur abattage précoce.

***Ochratoxine** : on observe principalement des effets néphrotoxique. Mais pour les porcs et les volailles, on a pu observer des effets immunotoxiques, tératogènes, cancérogènes et hépatotoxiques.

***Fumonisine** : Elle est considérée comme toxique car elle a un effet sur la synthèse des lipides contenues dans les cellules nerveuses. Elle provoque des oedèmes pulmonaires chez le porc. Chez les poissons, on observe des effets hépatiques et rénaux.

***Zéaralénone (ZEN)** : Elle a un puissant effet œstrogénique et provoque des troubles hormonaux

***Patuline** : Effets limités (diminution de croissance).

***DON** : Les porcelets sont les animaux les plus sensibles à cette mycotoxine. De fortes doses entraînent des vomissements, un refus de s'alimenter, des pertes de poids, mais également des nécroses dans certains tissus (comme, par exemple, dans la paroi intestinale). Lorsque les doses sont plus faibles, on observe des modifications concernant les paramètres sanguins ou des lésions du système immunitaire [19].

2.1.2 Chez les ruminants :

Le tableau ci-dessus présente les effets probables des principales mycotoxines sur les ruminants.

Tab02 : Répercussions des différents mycotoxines sur les ruminants [18].

| Mycotoxines | Ruminants |
|---------------------|---|
| Aflatoxine | Lésion du foie, congestion, hémorragies Encéphalopathie et oedème Mort |
| Ochratoxine | Domage rénaux, anorexie, affaiblissement Rarement observées chez les ruminants car elle sont dégradées dans le rumen Immunotoxicologie et cancérigène |
| Patuline | Cancérigène et mutagène Hyperesthésie, incoordination des organes moteurs Troubles de l'ingestion et de la digestion |
| Fumonisine | Lésions profondes du foie, du tractus gastro-intestinal, du système nerveux |
| Tréchatécène | Perte de poids, vomissement, hémorragies Très peu sensible T-2 et DON : inhibe la synthèse protéique, mort cellulaire |
| Zéaralénone | Problème de reproduction, hypertrophie, des organes génitaux femelles, Infertilité, avortement (Kallela & Ettala 1984) Rare chez les bovidés mais cause de gros problème en Nouvelle Zélande et aux états Unis de reproduction de moutons |

2.2.2 Pour l'homme :

Du fait de leur concentration dans les denrées alimentaires, on dénombre une vingtaine de mycotoxines potentiellement dangereuses pour l'homme. Cependant, il est rare que les denrées présentent une forte concentration en mycotoxine, entraînant une intoxication aiguë pouvant aller jusqu'à la mort de l'individu. Dans la plupart des cas, l'homme est sujet à des intoxications chroniques de petites quantités de mycotoxines, dont les effets sont rarement dangereux. Les mycotoxines peuvent être classées en trois groupes selon leurs effets cancérigènes sur l'animal et sur l'homme, d'après le centre international de recherche sur le cancer (CIRC).

Groupe 1: effet cancérigène avéré pour l'homme.

- Aflatoxine B1

Groupe 2: effet cancérigène possible pour l'homme (évidences chez l'animal).

- Aflatoxine M1

- Griséofulvine

- Ochratoxine

- Fumonisine B1

•Acide pénicillique

Groupe 3: pas d'effet cancérigène (évidences insuffisante pour l'animal et évaluation impossible pour l'homme).

•Citrinine

•Patuline

•Zéaralénone

•Trichotécène [18].

Le tableau ci-dessous présente les effets probables des principales mycotoxines sur l'homme.

Tab03 : Effets probables des principales mycotoxines sur l'homme [19].

| | |
|---------------------|--|
| Aflatoxine | Cancérigène: cancer du foie et des voies biliaires, cancer bronchopulmonaire et bronchique (B1) Mutagène: Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (B1) |
| OchratoxineA | Cancérigène: cancer du rein Mutagène: Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN immunosuppresseur Néphrotoxique: Néphropathie endémique (Balkans), néphropathie interstitielle chronique (Maghreb) |
| Patuline | Immunosuppresseur: diminution du nombre de lymphocytes du sang (lymphopénie) si intoxication chronique Neurotoxique: troubles nerveux (action antiacétylcholinestérase) |
| Fumonisine | Cancérigène: Association avec des cancers de l'œsophage, notamment chez la femme (Afrique du sud) et du foie (chine) |
| Trichotécène | Mutagène: Anomalie de la synthèse des enzymes de réparation de l'ADN (Toxine T2) Immunodépresseur: Altération de la phagocytose, inhibition de la synthèse protéique (Toxine T2 et désoxynévalénol) Respiratoire: Pneumopathie interstitielle desquamative Aleucie (Union Soviétique, Europe centrale, Etats-Unis, Finlande, chine) |
| Zéaralénone | Oestrogénique: Puberté précoce et gynécomastie (Porto-Rico) |

2.3. Les seuils limites des mycotoxines:

2.3.1. Pour les animaux :

Tab 4 : Seuil de contamination des mycotoxines pour les monogastriques : [19].

| | Seuil de contamination |
|----------------------|------------------------|
| Aflatoxine B1 | 0,7 g/kg |
| Ochraxine A | 1,4 mg/kg |
| Fumonisines | 5 g/kg |
| Zéaralénone | 80 ng/kg |
| Patuline | 43-400 ng/kg |
| DON | 4380 µg/kg |

En dehors des aflatoxines pour lesquelles il existe des limites réglementaires, on peut envisager des limites recommandées par aliment (complet).

Ochratoxine :

- < 30 µg /kg pour un aliment ruminant
- < 20 µg /kg pour un aliment volaille
- < 10 µg /kg pour un aliment porc

Zéaralénone :

- < 5000 µg /kg pour un aliment ruminant
- < 2000 µg /kg pour un aliment volaille
- < 1000 µg /kg pour un aliment porc non reproducteur
- < 200 µg /kg pour un aliment porc reproducteur ou futur reproducteur

Fumonisines B1+B2 :

- < 50000 µg /kg pour un aliment ruminant
- < 10000 µg /kg pour un aliment volaille
- < 5000 µg /kg pour un aliment porc
- < 1000 µg /kg pour un aliment cheval ou lapin

A partir de ces limites recommandées, on peut envisager une limite recommandée pour chaque matière première qui entre dans la composition d'un aliment, si on connaît le taux d'incorporation des matières premières et leur contamination [6].

2.3.2. Pour l'homme :

Le tableau ci-dessous présente les seuils limite (en ng/kg/j)

Tab 5 : Seuil de contamination pour l'homme [19].

| (ng/kg/j) | Seuil limite | Moyenne de la population adulte | Moyenne des enfants (2à17ans) |
|---------------|--------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Aflatoxine B1 | 0,15 | 1,6 | 4,5 |
| Aflatoxine M1 | 0,20 | 0,098 | 0,52 |
| Ochratoxine A | 5,8 | 1,3 | 6,90 |
| Fumonisines | 800 | 5 | ? |
| Zéaralénone | 100 | 20 | 90 |
| Patuline | 400 | 125 | 750 |

Il est à noter que la plupart de ces calculs se basent sur l'extrapolation de l'étude de troubles observés chez l'animal, car on dispose à ce jour de peu de données sur l'homme. Il a donc été utilisé des modèles d'extrapolation mathématique de quantification du risque et l'utilisation de facteurs de sécurité de 2000 à 5000 (points limites toxicologies) [19].

Pour l'Ochratoxine, la valeur seuil de 5,8 ng/kg/j a été obtenue en se basant sur les effets cancérigènes chez le rat (14 ng/kg/j en ne tenant pas compte pas de ces effets).

Pour la Zéaralénone, il est ici pris en compte l'effet sur la reproduction du singe, faisant passer le seuil de 800 ng/kg/j à 100 ng/kg/j.

On remarque que globalement, les enfants sont plus exposés aux mycotoxines et ce à cause de leur alimentation, riche en céréales, féculents et biscuits. Il dépassent alors le plus souvent des cas les seuils limites au-delà desquels il y a un risque pour leur santé [19].

2.4. Les problèmes rencontrés en agriculture biologique liés au mycotoxines

En l'absence de toute preuve scientifique, on peut penser que l'agriculture biologique n'utilisant pas de fongicide doit forcément être infesté de mycotoxines. C'est méconnaître totalement les interactions et les équilibres d'un écosystème microbien en agriculture biologique. Dans un milieu naturel, des antagonismes se développent pour réguler l'apparition ou la prolifération des pathogènes. On le voit bien dans le cas des salmonelloses et listérioses qui se sont développées fortement et uniquement dans les productions industrielles pour des raisons paradoxales « d'excès de propreté... » [22]

A la suite de plusieurs analyses réalisées sur des produits issus de l'agriculture biologique, il est apparu que le taux relevé en mycotoxines pouvait parfois être supérieur aux taux que l'on pouvait observer dans des échantillons issus de l'agriculture conventionnelle [19].

Les études comparatives disponibles en France sur les teneurs en mycotoxines des produits de l'agriculture conventionnelle et biologique étant très peu nombreuses. En effet, la pratique de l'agriculture biologique vise avant tout à un respect du cahier des charges. Cela n'engage pas sur la qualité finale du produit, notamment sur l'aspect sécurité du produit. Les productions issues de l'agriculture biologique peuvent être confrontées à des problèmes de mycotoxines dans le cas d'attaque par des champignons [22].

L'autre point faible en agriculture biologique est le développement possible d'insectes dans les cultures. Ces insectes creusent des galeries dans les tiges ou les feuilles, ce qui favorise par la suite le développement des mycotoxines qui se trouvent protégées. Le cahier des charges en agriculture biologique interdit l'usage de produits de synthèse. Cela empêche d'effectuer des traitements curatifs et rapides en cas d'attaque par des insectes. Il reste néanmoins possible d'avoir recours à d'autres méthodes tel que l'utilisation de variétés tolérantes, ou l'utilisation « d'insectes alliés » qui vont se développer en mangeant les insectes ravageurs, sans être nuisible à la végétation. Ces mesures restent malgré tout moins efficace qu'un traitement chimique, ce qui fait qu'il est plus difficile de contre les attaques d'insectes qu'en agriculture conventionnelle [19].