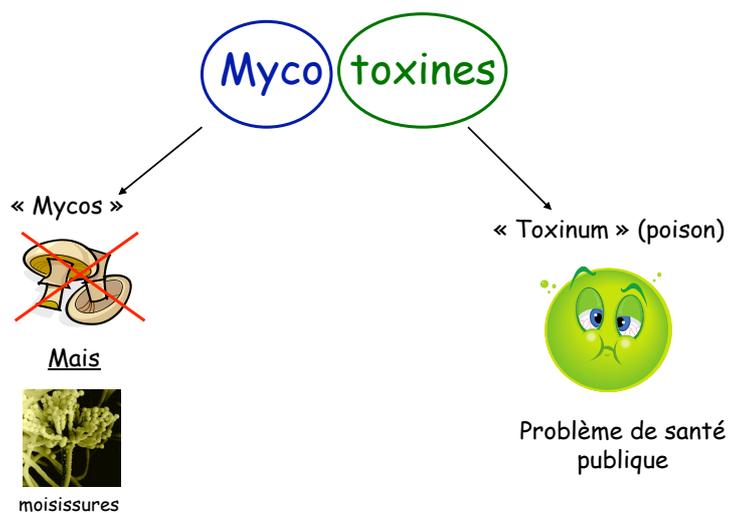


Les mycotoxines : risques pour l'homme et l'animal

Dr. Caroline Prouillac

Les mycotoxines : d'où elles viennent elles ? Qui sont elles ?



Les moisissures : utiles ou néfastes?

□ Moisissures bénéfiques



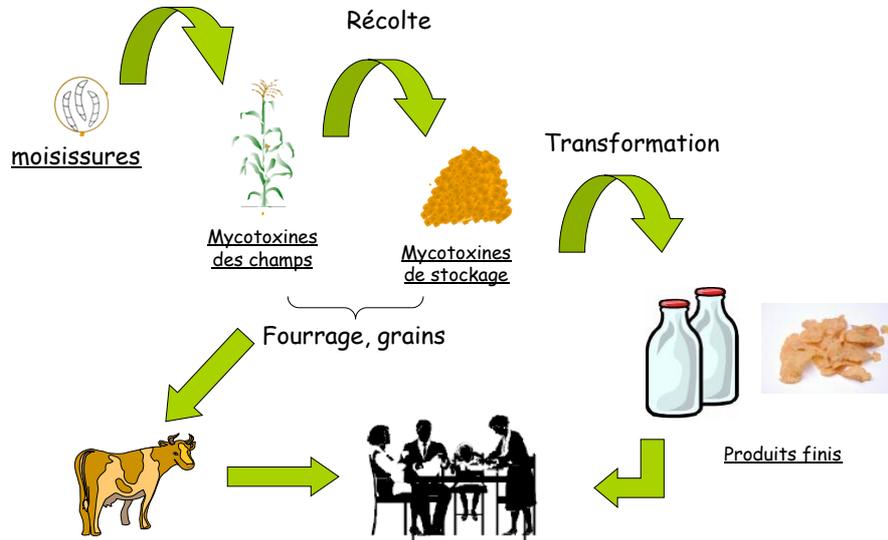
□ Moisissures nuisibles



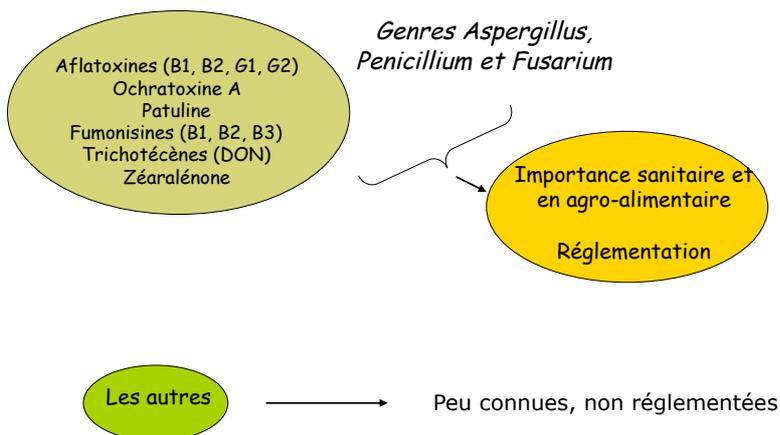
Mycotoxines - généralités

- Métabolites secondaires
- Petites molécules stables, peu métabolisées
- potentialités toxiques à l'égard de l'homme et des animaux
- Environ 300 identifiées, mais seulement une trentaine de préoccupantes
- Contaminants naturels
 - de denrées d'origine végétale (fruits et légumes secs ...)
 - d'aliments manufacturés (céréales, jus et produits de fermentation ...)
 - de denrées d'origine animale (lait, œufs, viande, abats)

Vie et mort des mycotoxines ?



Les mycotoxines : une grande famille



Mycotoxines ≠ moisissures



Moisissure : oui
Mycotoxine ?



Moisissure : non
Mycotoxine ?



Conditions de mycotoxinogénèse

Facteurs extrinsèques

- Nature du Substrat
- Température
- Humidité
- Rapport CO₂ / O₂
- pH

Facteurs intrinsèques

Moisissures

Production ou non de mycotoxines

Autres facteurs

- Dommages mécaniques
- Insectes et rongeurs
- Dispersion des spores
- Interaction micro-organismes

Conséquences

□ Directes

- Pour les marchands de céréales et les industries agroalimentaires
- Pour les producteurs de volailles ou de bétail

□ Indirectes

- Pour les industries alimentaires
- Pour les éleveurs
- des risques pour le consommateur (animal ou homme) et le manipulateur

Moisissures et mycotoxines retrouvées dans divers aliments

Champignon	Toxines	Denrées
<i>Aspergillus</i>	Aflatoxines, stérigmatocystine, ochratoxine A	Maïs, arachides, graines de coton, graines de potiron, riz, haricot, tissus d'animaux (jambon, lard, saucisses, lait et dérivés)
<i>Fusarium</i>	Trichothécènes (désoxynivalénol = DON, nivalénol = NIV, toxine T2, diacétoxyscirpénol = DAS), zéaralénone, fumonisine, fusarine, moniliformine	Blé, maïs, orge, riz, seigle, avoine, noix
<i>Penicillium</i>	Patuline, citrinine, pénitrem A, acide cyclopiazonique, ochratoxine A	Fruits et jus de fruits, blé, riz, fromage, noix
<i>Alternaria</i>	Alternariol, acide ténuazonique	Fruits, légumes et produits dérivés de pommes et tomates
<i>Claviceps</i>	Alcaloïdes de l'ergot	Blés et dérivés, seigle

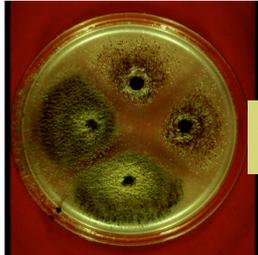
Risques pour l'homme

- Exposition par ingestion, inhalation
- Toxicité variable: aigue à forte dose et chronique à faible dose
- Exposition chronique les plus fréquentes et les plus redoutées
- Problème co-contamination
- Problème de l'existence de résidus dans les produits d'origine animale

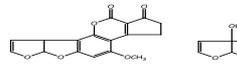
Risque pour l'animal

- Toxicité variable selon l'espèce
- Cas sporadiques d'intoxications massives graves
- Problème de la contamination chronique par fusariotoxines des aliments produits en France ou importés
 - Contrôle et surveillance des matières premières importées
 - Techniques conservation fourrages

Les aflatoxines



Aspergillus flavus
(AFB1, AFB2)



AFB1



Aspergillus parasiticus
(AFG1, AFG2)

Les aflatoxines

- ❑ Maïs, graines de coton : *A. flavus*
- ❑ graines d'arachide : *A. parasiticus*

- ❑ Contamination au champ et stockage

- ❑ Transfert dans les denrées alimentaires : importance de l'aflatoxine B1 dans les produits laitiers.

Les aflatoxines

- Toxicité chez l'homme
 - Effets non tumoraux
 - Syndrome Kwashiorkor



Les aflatoxines

- Toxicité chez l'homme
 - Effets non tumoraux
 - Syndrome Kwashiorkor
 - Syndrome de Reye

Les aflatoxines

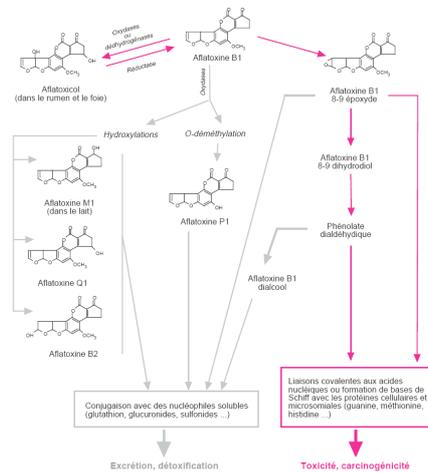
- Toxicité chez l'homme
 - Effets tumoraux
 - Toxicité chronique hépatique +++ (cancérogènes)
 - AFB1 : groupe 1
 - AFM1 : groupe 2b
 - AFG1 : groupe 3
 - Pas de DJT car cancérogènes sans seuil
 - Autres effets
 - Immunosuppresseur
 - Tératogène
 - Biomarqueurs urinaires

Classification CIRC

- Groupe 1 : cancérogène pour l'homme
- Groupe 2A : cancérogène probable pour l'homme
- Groupe 2B : Peut-être cancérogène pour l'homme
- Groupe 3 : Inclassable quant à la cancérogénicité pour l'Homme
- Groupe 4 : Probablement non-cancérogène pour l'homme

Mécanisme d'action

- Pour être toxique ou mutagène, l'aflatoxine doit être métabolisée
- La métabolisation est principalement réalisée par l'intervention des cytochromes hépatiques



Métabolisme de l'aflatoxine B1 dans le foie (adapté de Swick 1984 et Neal 1998).

Les aflatoxines

- Réglementation
 - Pas de DJT mais une exposition 1 ng/kg/j augmente le risque cancer du foie

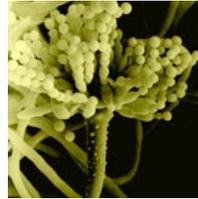
Alimentation	Toxine	Matrice	Teneur maximale en µg/kg
Humaine	Aflatoxine B1	Arachides (cacaahuètes) + autres graines = fruits secs	de 2, 5 ou 8 selon le produit et son stade de transformation
		Céréales	2 ou 5 selon le produit et son stade de transformation
		Certaines épices	5
	Aflatoxines B1+B2+G1+G2	Préparations à base de céréales et aliments pour nourrissons et enfants en bas âge	0,1
		Arachides (cacaahuètes) + autres graines = fruits secs	de 4, 10 ou 15 selon le produit et son stade de transformation
		Céréales	4 ou 10 selon le produit et son stade de transformation
Aflatoxine M1	Certaines épices	10	
	Lait	0,05	
Animale	Aflatoxine B1	Préparations pour nourrissons et enfants en bas âge	0,025
		Matières premières des aliments pour animaux	20
		Aliments complets/complémentaires	de 5 à 20 selon les espèces animales

teneurs maximales pour les aflatoxines dans les denrées alimentaires et les aliments pour animaux

Les ochratoxines

- Genre *Aspergillus*

- *Aspergillus ochraceus*
- *Aspergillus niger*
- *Aspergillus carbonarius*

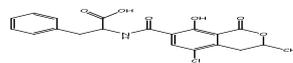


- Genre *Penicillium*

- *Penicillium verrucosum* ou *Penicillium viridicatum*

L'ochratoxine A (OTA)

- Produite au champ (raisin) et stockage (céréales ...)



- Présente dans les produits d'origine animale

L'ochratoxine A (OTA)

- Effets suspectés chez l'homme
 - « Néphropathie endémique des balkans »
 - anémie
 - Insuffisance rénale progressive évoluant sur 2 à 10 ans en insuffisance rénale chronique
 - Embryotoxicité, tératogénicité ? (montré chez le rongeur)
 - Immunotoxicité ? (montré chez l'animal)
 - Détection dans le plasma et le lait
 - Classé cancérogène dans le groupe 2b
 - En 2006, DHT 120 ng/kg/semaine

L'ochratoxine A (OTA)

Matrice	Teneur maximale en µg/kg
Grains de céréales brutes (y compris le riz brut et le sarrasin)	5
Produits dérivés des céréales (y compris les produits de céréales transformés et les grains de céréales destinés à la consommation directe)	3
Préparation à base de céréales pour enfants en bas âge et aliments diététiques destinés à des fins médicales spéciales spécifiquement pour les nourrissons	0,5
Raisins secs (Corinthe, sultanines et autres raisins secs)	10
Grains de café torréfié et café torréfié moulu	5
Café soluble (instantané)	10
Vin (rouge, blanc et rosé et autres boissons à base de vin et/ou de moût de raisins)	2
Jus de raisin, ingrédients à base de jus de raisin dans d'autres boissons, y compris le nectar de raisin et le jus de raisin concentré reconstitué	2

Aucune teneur maximale en OTA n'est encore fixée dans les aliments pour animaux

Les trichotécènes

- Fusarium (*F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. poae* et *F. sporotrichioides*)
- déoxynivalénol (DON), le nivalénol (NIV), la toxine T-2, la toxine HT-2, le diacétoxyscirpénol (DAS) et la fusarénone X (FX)
- Possibilité des les retrouver dans les produits finis (farine, pain ...)



Les trichotécènes

- Toxicité
 - Aleucie Toxique Alimentaire
 - troubles hématologiques
 - Toxine T-2
 - Hématotoxicité et immunotoxicité (montré chez l'animal)
 - DJTP = 0,06 µg/kg/j
 - NIV, DON, FX
 - Pas de données chez l'homme
 - DON : DJT 1 µg/kg/j
 - NIV : DJTP 0,7µg/kg/j
 - Toxine T-2, NIV, DON: cancérogène groupe 3

Les trichotécènes

- Teneurs maximales réglementaires dans les denrées alimentaires pour le DON mais pas pour NIV, T-2, HT-2

Produit	Teneur maximale en µg/kg
Céréales brutes (sauf riz) autres que le blé dur, l'avoine et le maïs	1 250
Blé dur et avoine bruts	1 750
Maïs brut	1 750 ⁽¹⁾
Céréales destinées à la consommation humaine directe, Farine de céréales (y compris la farine de maïs, le gruau de maïs et le maïs moulu), son et germe	750
Pain, pâtisseries, biscuits, collations aux céréales et céréales pour petit déjeuner	500
Pâtes (sèches)	750
Préparations à base de céréales et aliments pour bébés destinés aux nourrissons et enfants en bas âge	200

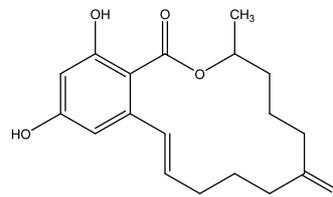
(1) la teneur est applicable au 1^{er} Juillet 2007.

- Aucunes teneurs réglementaires dans les matières premières et aliments pour animaux

Teneurs maximales réglementaires dans les denrées alimentaires pour le DON

La zéaralénone

- *Fusarium graminearum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*
- principalement au champ



La zéaralénone

□ Toxicité

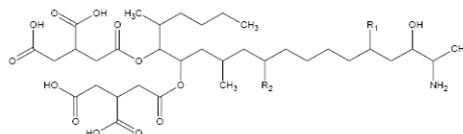
- Pas de données chez l'homme
- Perturbateur endocrinien
potentiel : propriétés
oestrogéniques
- Cancérogène : groupe 3
- DJTP = 0.2 µg/kg/j
- Teneurs maximales dans les
denrées alimentaires mais
aucunes pour les aliments pour
animaux

Produit	Teneur maximale en µg/kg
Céréales brutes autres que le maïs	100
Maïs brut	200 ⁽¹⁾
Céréales destinées à la consommation humaine directe, farine de céréales, son et germe (à l'exception des préparations à base de maïs)	75
Maïs destiné à la consommation humaine directe, farine de maïs, maïs moulu, gruau de maïs et huile de maïs raffinée	200 ⁽¹⁾
pain, pâtisseries, biscuits (à l'exception des préparations à base de maïs)	50
collations au maïs et céréales pour petit déjeuner à base de maïs	50 ⁽¹⁾
autres collations à base de céréales et céréales pour petit déjeuner	50
préparations à base de maïs destinées aux nourissons et enfants en bas âge	20 ⁽¹⁾
autres préparations à base de céréales et aliments pour bébés destinés aux nourissons et enfants en bas âge	20

(1) la teneur est applicable au 1^{er} Juillet 2007

Les fumonisines

- *Fusarium verticillioides* et *F. proliferatum*
- Production exclusive au champ (maïs, sorgo)
- Pas de données de toxicité chez l'homme
- Présence de résidus dans les denrées d'origine animale très faible
- DJT 2 µg/kg/j fixée par la SCF
- Teneurs limites réglementaires dans les denrées alimentaires (pas dans l'alimentation animale)



La patuline



- *Penicillium patulum*, *P. expansum*, *P. glandicola*, *P. vulpinum*, *P. paneum*, *P. carneum*, *Aspergillus clavatus*, *A. giganteus*, *A. terreus*, *Byssochlamys nivea* et de *B. fulva* ainsi que de *Paecilomyces*
- Propriétés antibiotiques (gram + et -)
- Contamination pommes, jus de fruit, compotes et autres produits transformation pommes
- Ensilage maïs et herbe = source de patuline en élevage



La patuline

- Effets chez l'homme
 - Neurotoxicité
- dose journalière maximale tolérable provisoire (DJMTP) de 0,4 µg/kg/j
- Teneurs maximales réglementaires dans les jus de fruit, produits à base de pomme et aliment autres que ceux à base de céréales destinés aux nourrissons

La maladie du poumon fermier

- Observée en milieu agricole
- Inhalation de microorganismes présents dans les poussières de foin, de pailles ou de substances végétales moisies
- Facteurs variations : type d'agriculture, pratiques agricoles, géographie, saison
- Forme aigue = syndrome respiratoire pseudogrippal (toux, dyspnée, fièvre)
- Forme subaigüe = aggravation de la dyspnée
- Forme chronique = insuffisance respiratoire chronique