

# Toxicité des mycotoxines chez les animaux de rente

Conséquences pour la gestion des matières premières

Jean-Denis Bailly

Hygiène des aliments

Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse

Laboratoire de Chimie Agroindustrielle

[jean-denis.bailly@envt.fr](mailto:jean-denis.bailly@envt.fr)

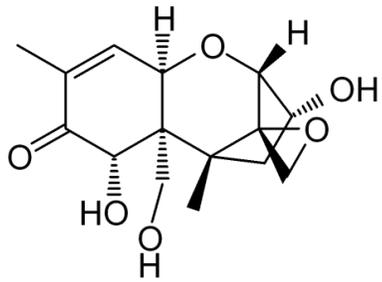
# Les mycotoxines: définition et conséquences

**Mycotoxines**: métabolites secondaires toxiques produites par certaines espèces (souches) lors de leur développement

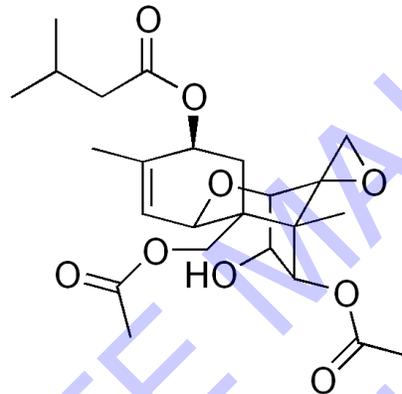
- Métabolites secondaires: rôle majeur des conditions environnementales
  - > *température et humidité (climat)*
  - > *grandes variations annuelles possibles (nature des toxines et niveaux de contamination)*
- Plusieurs centaines de composés
- Quelques-unes font l'objet de seuils réglementaires
  - > *Les plus toxiques, les plus fréquentes*

# Les mycotoxines sont un groupe très hétérogène de contaminants

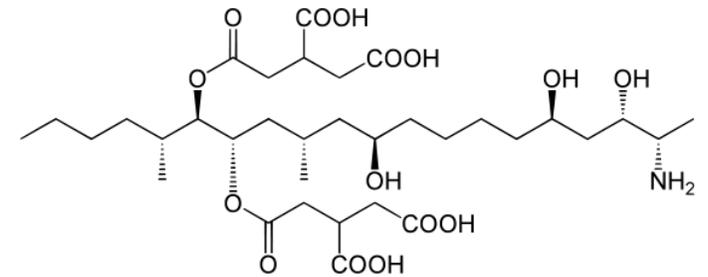
Structures différentes -> effets différents



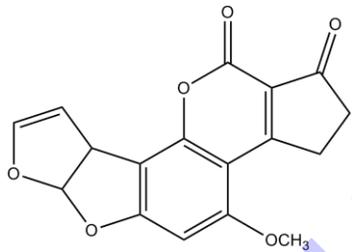
Déoxynivalénol



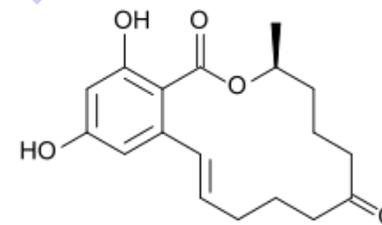
Toxine T-2



Fumonisines B1



Aflatoxine B1

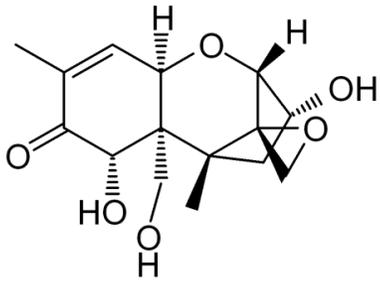


Zéaralénone

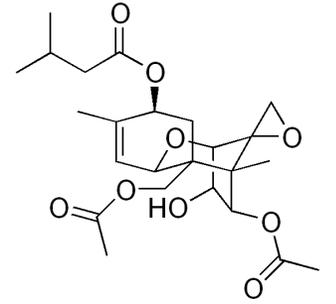
# Facteurs qui influencent la toxicité des mycotoxines

- Structure → Organe(s) cible(s)
- Dose et durée d'exposition → Intensité des symptômes (toxicité aiguë vs chronique)
- Individu: espèce et âge → Sensibilité (capacités de métabolisation)

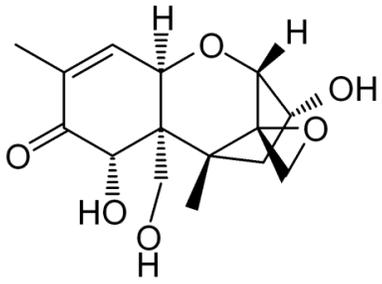
*Pas de règle globale: approche toxine par toxine*



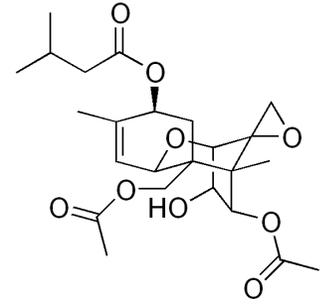
## Les trichothécènes: DON et T-2



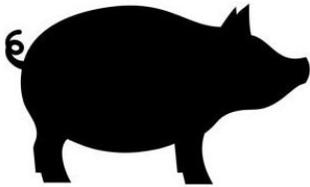
- **Trichothécène** (DON: groupe B; T-2: groupe A)
- **Structure**
  - Inhibiteur de la synthèse protéique
  - Mort cellulaire par apoptose
    - effets plus importants sur les cellules à renouvellement rapide: épithélium, cellules sanguines, cellules immunitaires
- **Toxicité**
  - Aiguë: atteinte de l'épithélium digestif -> vomissement, diarrhée, hémorragies (T-2)
  - Subaiguë-Chronique: réduction de la prise alimentaire (perturbation synthèse de neurotransmetteurs), immunotoxicité (∇ résistance aux infections)



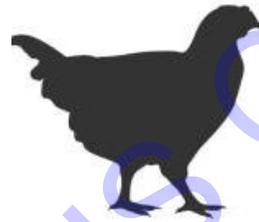
# Les trichothécènes: DON et T-2



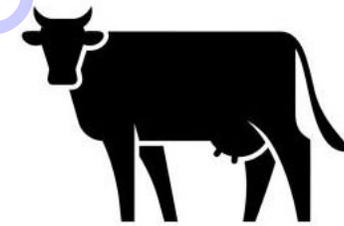
## • Sensibilité spécifique



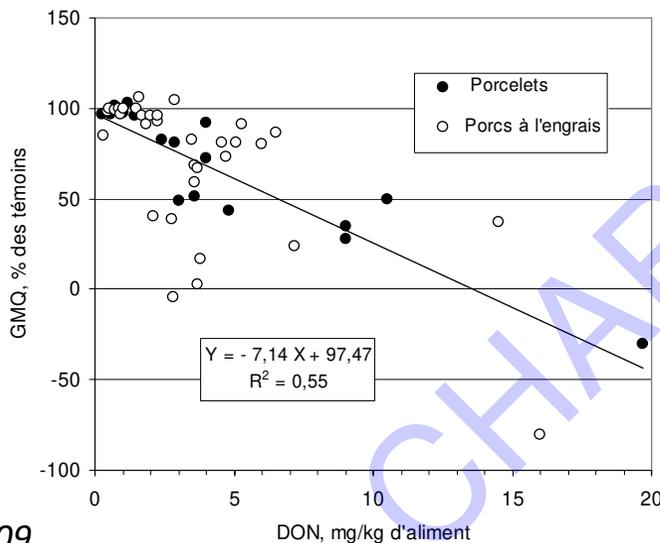
Absorption importante  
Peu de métabolisation



Absorption faible  
(<10%)



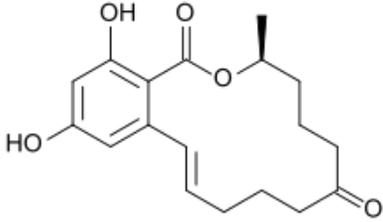
Détoxification ruminale  
DON -> DOM-1  
T-2 -> HT-2 -> T-2 Triol



↘ croissance  
↘ ponte

Lésions langue, commissure du bec (T-2)

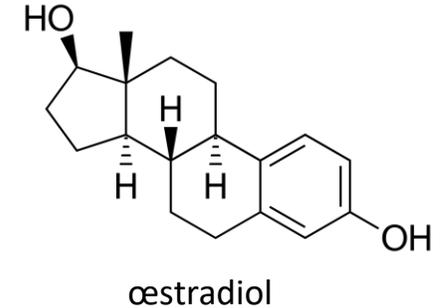
Veaux plus sensibles  
Vaches en acidose chroniques plus sensibles  
(rôle des protozoaires dans la détoxification)



# La zéaralénone

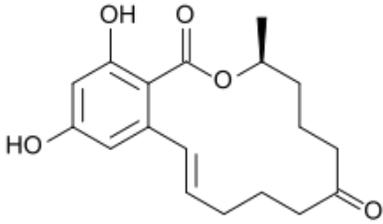
## • Structure

- Structure proche de celles des œstrogènes naturels
- Fixation aux récepteurs oestrogéniques
- Métabolisation possible en  $\alpha$ - ou  $\beta$ -zéaralénol



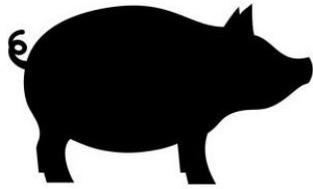
## • Toxicité

- Aiguë: pas de mortalité (DL50 comprise en 4000 et 20000 mg/kg de PV)
- Reprotoxique: diminution fertilité, résorptions embryonnaires, diminution taille des portées...

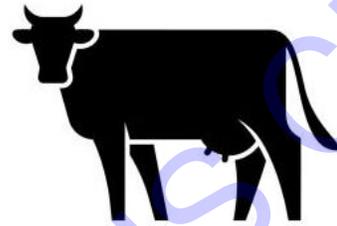


# La zéaralénone

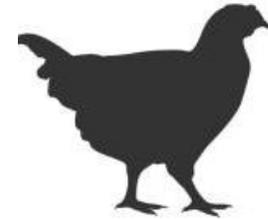
- **Sensibilité spécifique**



>



>



Différences de métabolisation

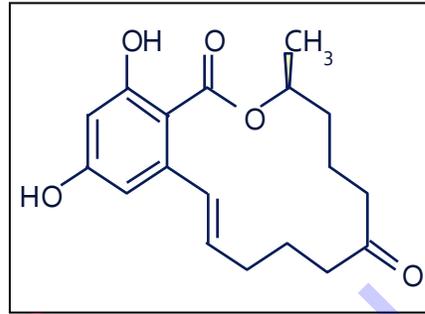
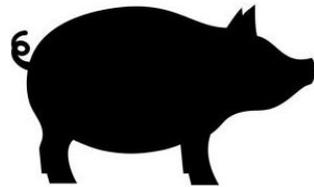
CHARTRE MAÏS CLASSE A  
AG du 14/03/2025



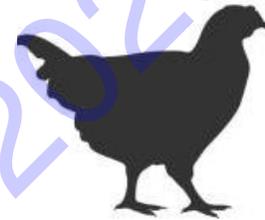
CONTROL



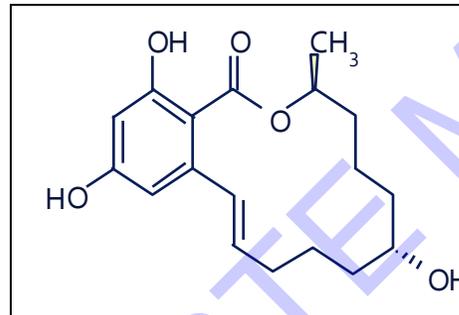
750 PPB ZEA



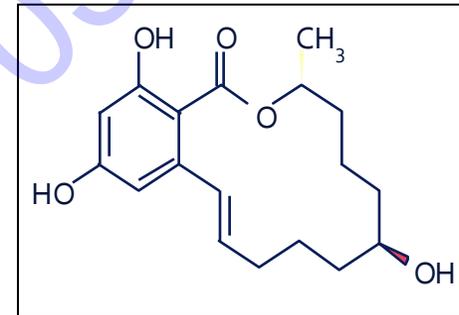
1 zéaralénone



FOIE

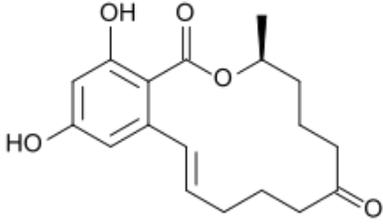


19 alpha-zéaralénol



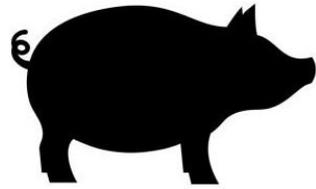
0.07 beta-zéaralénol

Attention: toutes les volailles n'ont pas la même capacité de métabolisation  
Caille > Canards > Poulets > Oies



# La zéaralénone

- **Sensibilité spécifique**



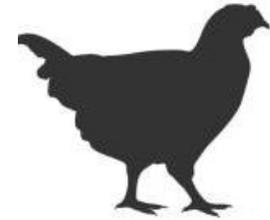
$\alpha$ -zéaralénol ++

>



$\alpha$ -zéaralénol produit dans le rumen

>



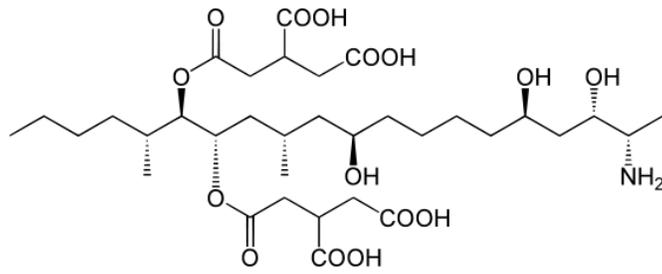
$\beta$ -zéaralénol ++

Plus toxique

Moins bien absorbé

Protection des animaux

CHARTRE MAÏS 1403 2025 CLASSE A



# Les fumonisines

- **Structure**

- Analogie structurale avec la sphingosine
- Inhibition de la céramide synthase et perturbation de la synthèse des sphingolipides
- Accumulation de molécules intermédiaires hautement réactives

- **Toxicité**

Très variable en fonction des espèces: nature des symptômes et sensibilité





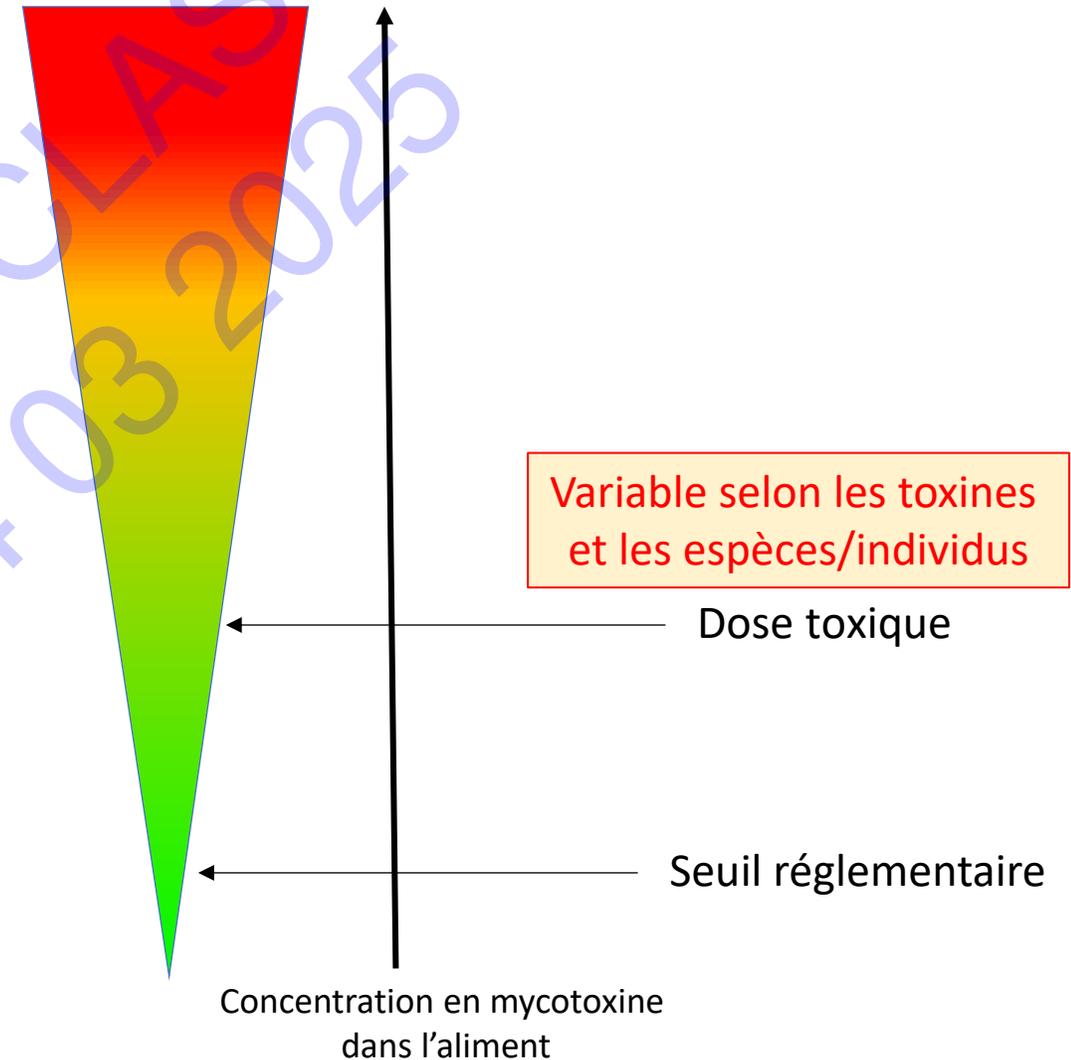
# Toxicité des mycotoxines

## Toxicité aiguë

Atteinte importante de l'organe cible  
Mortalité possible

## Toxicité subaiguë et chronique

Insuffisance progressive de l'organe cible  
Atteinte d'autres organes (système immunitaire)  
-> Altération des performances zootechniques



Conséquence:  
les recommandations européennes  
(recommandations UE 2016/1319)

Toxine	Aliment	Limite (mg/kg)
Déoxynivalénol	Céréales	8
	<b>Aliments porcs</b>	<b>0,9</b>
	Aliments veaux, agneaux	2
	<b>Aliments composés (ruminants, volailles)</b>	<b>5</b>
T-2 et HT-2	<b>Aliments animaux de rente</b>	<b>NP</b>
Zéaralénone	Céréales	2
	<b>Aliments Porcs</b>	<b>0,1 – 0,25</b>
	<b>Aliments ruminants</b>	<b>0,5</b>
	<b>Volailles</b>	<b>NP</b>
Fumonisines	Maïs	60
	<b>Aliments porcs, équidés</b>	<b>5</b>
	Aliments volailles, veaux, agneaux, chevreaux	20*
	<b>Aliments ruminants adultes</b>	<b>50</b>

NP: non précisée

\*: cas des palmipèdes?

# Sensibilité des Hommes?

Monogastriques: pas de détoxification stomachale

Système digestif très proche de celui du porc

→ Espèce très sensible à de nombreuses toxines

Toxine	Matière première	Seuil (mg/kg) (règlement UE 2023/915)
Déoxynivalénol	Céréales	0,75 – 1,75
Zéaralénone	Céréales	0,05 – 0,350
Fumonisines	Céréales	0,8 - 4
T-2 + HT2	Céréales	0.05 – 1.25

# Toxicité des mycotoxines

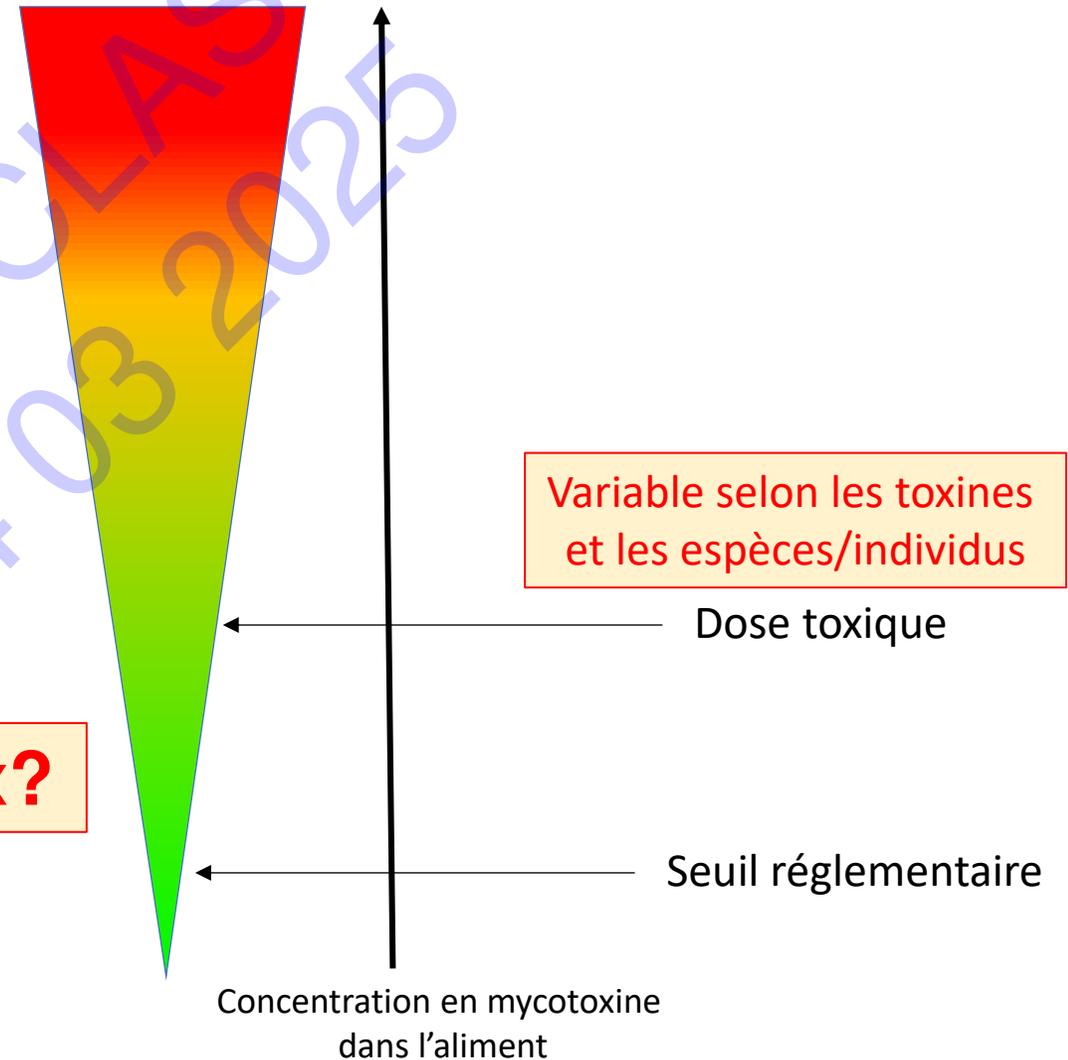
## Toxicité aiguë

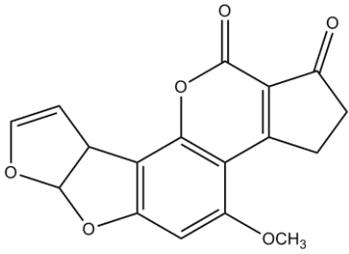
Atteinte importante de l'organe cible  
Mortalité

## Toxicité subaiguë et chronique

Insuffisances progressive de l'organe cible  
Atteinte d'autres organes (système immunitaire)  
-> Altération des performances zootechniques

**Résidus dans les produits animaux?**





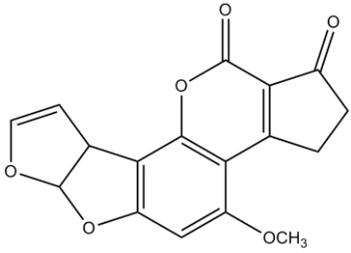
# L'aflatoxine B1

- **Structure**

- Absorption forte -> arrivée au foie -> Intense métabolisation hépatique (cytochrome P450) -> détoxification partielle
- Apparition d'un composé instable (dérivé époxyde) -> fixation aux macromolécules des hépatocytes (protéines, lipides, ADN)
- Apparition d'un composé excrété dans le lait (dérivé hydroxylé: AFM1)

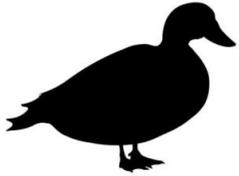
- **Toxicité**

- Aiguë: insuffisance hépatique aiguë (ictère)
- Chronique: cancérigène, immunotoxique, réduction de la croissance



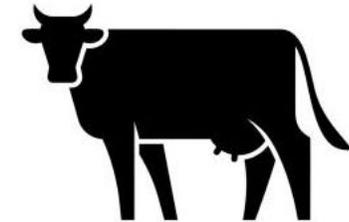
# L'aflatoxine B1

- **Sensibilité spécifique**



Forte métabolisation  
en dérivé époxyde

>



Doses toxiques > plusieurs centaines de  $\mu\text{g}/\text{kg}$  d'aliment  
= dose forte par rapport aux niveaux de contamination fréquents



Conséquences pour la filière palmipèdes?

Conséquence:  
la réglementation européenne  
(Directive 2003/100/CE)

---

Toxine	Aliment	Limite (mg/kg)
AFB1	Matières premières des aliments pour animaux	0,02
	Aliments complets pour bovin, ovin, caprins, porcs et volailles	0,02
	Aliments veaux, agneaux	0,01
	<b>Aliments complets pour bétail laitier</b>	<b>0,005</b>

Nécessité d'un seuil spécifique pour les palmipèdes destinés au gavage?

# Conclusion partielle

- La toxicité des mycotoxines dépend de leur structure, de la dose et de la durée d'exposition mais aussi de leur devenir dans l'organisme
- Il existe de fortes variations de sensibilité en fonction des espèces animales en fonction de leur capacité à métaboliser ces composés
- Ces différences peuvent être mises à profit pour gérer les stocks de matières premières -> orientation vers les espèces en fonction des seuils recommandés
- Pour l'aflatoxine, la problématique est moins la santé animale que l'excrétion possible d'AFM1 dans le lait

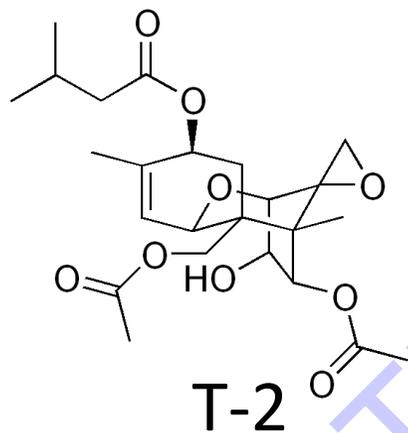
Effets des mélanges de mycotoxines?

CHARTRE MAÏS CLASSE A  
AG du 14 03 2025

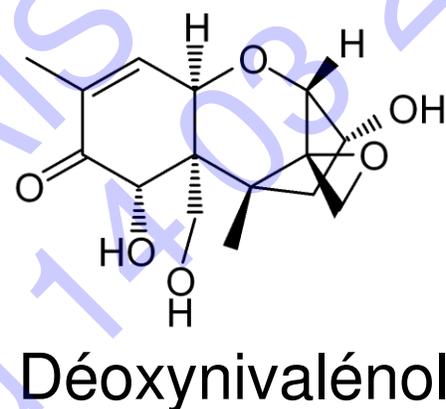
# Pas d'addition des doses pour estimer le risque!

(sauf pour composés proches: 3-ADON, 15-ADON)

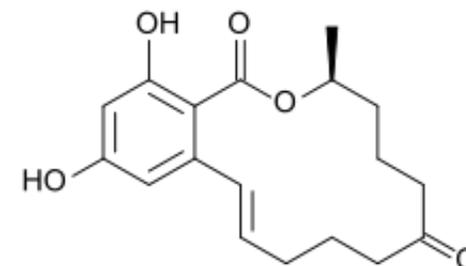
- Ex: DL 50 souris



5 mg/kg PV



50 mg/kg PV



> 2000 mg/kg PV

# Effet des mélanges de mycotoxines

## Très peu d'études chez les animaux de production

- Besoin de grandes quantités de toxines -> coût très élevé
- Multiples combinaisons possibles
- Quelques études avec toxines produites au laboratoire
  - + doses contrôlées
  - modalités d'administration et biodisponibilité
- Quelques études avec aliments naturellement contaminés
  - + modalités réelles d'exposition
  - présence d'autres toxines non dosées?
  - effets souvent très limités (concentrations moyennes)
  - impossible à reproduire

# Effet des mélanges de mycotoxines



Article

## Lack of Toxic Interaction between Fusariotoxins in Broiler Chickens Fed throughout Their Life at the Highest Level Tolerated in the European Union

Jean-Paul Metayer <sup>1</sup>, Angélique Travel <sup>2</sup>, Amandine Mika <sup>2</sup>, Jean-Denis Bailly <sup>3</sup>, Didier Cleva <sup>4</sup>, Cyril Boissieu <sup>4</sup>, Jean Le Guennec <sup>5</sup>, Pascal Froment <sup>6</sup>, Olivier Albaric <sup>7</sup>, Sophie Labrut <sup>7</sup>, Gurvan Lepivert <sup>8</sup>, Eric Marengue <sup>8</sup>, Didier Tardieu <sup>9</sup> and Philippe Guerre <sup>9,\*</sup>



AVIAN DISEASES 63:000–000, 2019

## Toxicity of Fumonisin, Deoxynivalenol, and Zearalenone Alone and in Combination in Turkeys Fed with the Maximum European Union–Tolerated Level

Angélique Travel, <sup>A</sup> Jean-Paul Metayer, <sup>B</sup> Amandine Mika, <sup>A</sup> Jean-Denis Bailly, <sup>C</sup> Didier Cleva, <sup>D</sup> Cyril Boissieu, <sup>D</sup> Jean Le Guennec, <sup>E</sup> Olivier Albaric, <sup>F</sup> Sophie Labrut, <sup>F</sup> Gurvan Lepivert, <sup>G</sup> Eric Marengue, <sup>G</sup> P. Froment, <sup>H</sup> Didier Tardieu, <sup>I</sup> and Philippe Guerre <sup>J</sup>



Article

## Toxic Effects of Fumonisin, Deoxynivalenol and Zearalenone Alone and in Combination in Ducks Fed the Maximum EUTolerated Level

Céline Peillod <sup>1</sup>, Marie Laborde <sup>1</sup>, Angélique Travel <sup>1</sup>, Amandine Mika <sup>1</sup>, Jean Denis Bailly <sup>2</sup>, Didier Cleva <sup>3</sup>, Cyril Boissieu <sup>3</sup>, Jean Le Guennec <sup>4</sup>, Olivier Albaric <sup>5</sup>, Sophie Labrut <sup>5</sup>, Pascal Froment <sup>6</sup>, Didier Tardieu <sup>7</sup> and Philippe Guerre <sup>7,\*</sup>



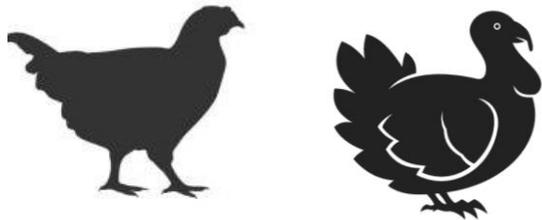
# Effet des mélanges de mycotoxines

Exposition à 1 mélange de toxines:

DON: 5 mg/kg

ZEA: 0,5 mg/kg

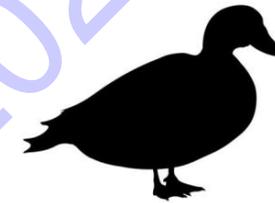
FB1: 20 mg/kg



## Poulets et dindes

35j d'exposition

Aucun effet (croissance, poids, biochimie sanguine...)



## Canards

12j d'exposition (gavage)

Réduction du poids

Et réduction du poids des foies (ns)

Variable <sup>3</sup>	Control <sup>2</sup>	FBDONZEN <sup>2</sup>
D84 BW (g)	4696 ± 89	4693 ± 87
D96 BW (g)*	6656 ± 293 <sup>a</sup>	6289 ± 278 <sup>b</sup>
DWG (g)*	163 ± 20 <sup>a</sup>	133 ± 21 <sup>b</sup>
Liver (g)	697 ± 125	567 ± 125

# Conclusion

- Les mycotoxines (Fusariotoxines) sont des contaminants fréquents des céréales en France
- Importance relative variable en fonction du climat (et des pratiques agricoles)
- Présence ne signifie pas toujours risque sanitaire -> sensibilité variable des différentes espèces animales -> mise à profit pour gérer les stocks en fonction des niveaux de contamination
  - . Différences de sensibilité entre espèces de volailles
  - . Cas de l'AFB1: danger émergeant et risque d'excrétion lactée
- Problématique des mélanges: peu de données *in vivo* chez les animaux de rente
  - . Les données disponibles montrent qu'il n'y a pas toujours d'effet additif ou synergique