

INTÉRÊTS ET ACTION DE LA GAMME



Mycotoxines & coût de production

Aliment

70 % COÛT DE
PRODUCTION

Céréales
(maïs, orge, blé)
+ soja

70 % DE LA
RATION

Matières premières
contaminées par
au moins 1
mycotoxine

70 % D'ENTRE
ELLES

MYCOTOXINE = Impact sur 35% du coût de production



Face aux enjeux techniques et économiques

EFFETS GÉNÉRAUX

Réduction de l'ingéré
Toxicité hépatique et/ou rénale

EFFETS SUR LA REPRODUCTION

Baisse de fertilité
Mort embryonnaire
Avortements

EFFETS SUR LES PERFORMANCES

Réduction de l'ingéré
Réduction de la croissance

Mycotoxines : Origine de la contamination

- **Métabolites secondaires de moisissures. Contaminants naturels**
- **Principaux Champignons responsables**
 - Aspergillus
 - Fusarium
 - (Penicillium)
- **Développement**
 - **Au champ**, sur les plantes
 - **Au stockage** : dissémination des spores de champignons issus du sol ou de débris de plantes
 - Même exempts de moisissures : présence possible de mycotoxines !
- **Conditions de développement**
 - Sous tous climats & selon taux d'humidité
 - Sur tous substrats (nutriments pour les moisissures)

Conditions de développement



FUSARIUM

CEREALES : blé, avoine, orge

Sous tous climats tempérés

T° optimale : 25-30°C

Toxicogénèse : 8-12°C



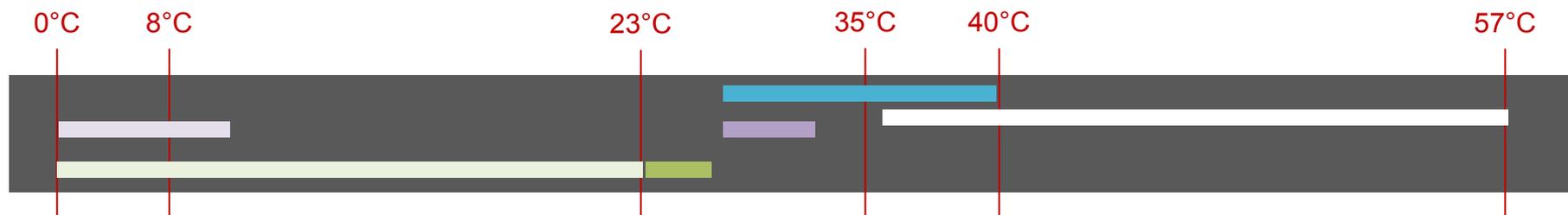
ASPERGILLUS

CEREALES
FRUITS A COQUE
EPICES

Surtout régions (sub)tropicales

T° optimale : 25-40°C

Espèces thermophiles : entre 35 et 57°C



PENICILLIUM

CEREALES
POMMES
CAFE

T° optimale : 23-27°C

Toxicogénèse : 0-24°C

Un contexte favorable au développement

- Développement de la conservation sous forme d'ensilage
- Importation de certaines MP
- Utilisation d'aliments humides
 - drêches
 - pulpes de betterave
 - ...
- Développement du mode de prod° AB
- Diminution de l'usage de pesticides en conventionnel
- Extension du non labour
- Changement climatique

Quelles mycotoxines, quels seuils ?

- 300 molécules identifiées, une trentaine sont toxiques

	Aspergillus	Fusarium	Penicillium	Claviceps	Seuils réglementaire ou recommandé
Aflatoxines B1, B2, G1, G2	X				REGLEMENTAIRE 0,02 mg/kg pour MP 0,01 mg/kg pour aliments composés 0,005 mg/kg pour aliments composés > bétail laitier 0,02 mg/kg pour aliments composés toutes espèces hors bétail laitier
Ochratoxine A	X		X		MP : 0,25 mg/kg AC : 0,05 à 0,1 mg/kg
Patuline	X		X		
Fumonisines B1, B2, B3		X			B1 + B2 MP : 60 mg/kg AC : 5 à 50 mg/kg
Trichothécènes (groupe A : T2, HT2 et B : DON)		X			DON MP : 8 à 12 mg/kg AC : 0,5 à 9 mg/kg
Zéaralénone		X			MP : 2 à 3 mg/kg AC : 0,1 à 0,5 mg/kg
Ergot du seigle				X	1000 mg/kg pour MP et aliments composés contenant des céréales non moulues

Selon le produit concerné

Tableau récapitulatif du risque en fonction des grains et des mycotoxines

		Mycotoxines de					
		champ				stockage	
		DON	ZEA	FUMO	T2-HT2	OTA	AFLA
Grains	Blé tendre	Fort	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible
	Blé dur	Fort	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible
	Orge de printemps	Modéré	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible
	Orge d'hiver	Modéré	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible
	Maïs	Fort	Fort	Fort	Faible	Modéré	Faible
	Seigle	Fort	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible
	Sorgho	Modéré	Fort	Faible	Faible	Modéré	Faible
	Avoine	Fort	Modéré	Faible	Fort	Modéré	Faible
	Triticale	Fort	Modéré	Faible	Faible	Modéré	Faible

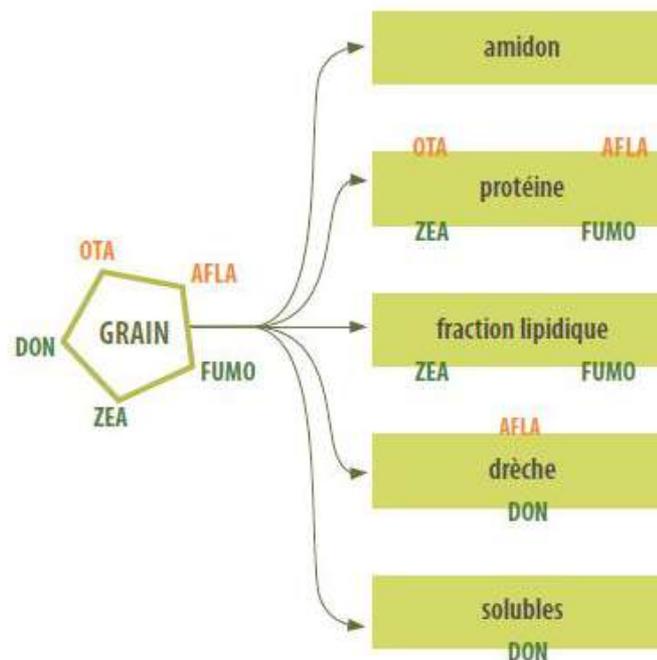
Risque

■ Faible ■ Modéré ■ Fort

Ce tableau est à titre d'exemple. L'analyse de risque doit être adaptée en fonction de la zone géographique et des risques de l'année.

Le risque T2/HT2 est un risque relatif en l'absence de limites maximales réglementaires ou recommandées, contrairement aux autres toxines.

Répartition schématique des mycotoxines dans les fractions du grain :



Toxicité, Multicontamination

- **Toxicité**
 - Directe ou indirecte
 - Induite par la mycotoxine ou ses métabolites
 - Aiguë ou chronique
 - Exposition unique à une forte dose = toxicité aiguë
 - Exposition répétée à faible voire très faible dose = le plus courant

- **Multicontamination**
 - 1 champignon > plusieurs mycotoxines différentes
 - 1 aliment = différentes MP assemblées !

Quelles toxicités ?

	Hépatotox.	Génotox.	Néphrotox.	Neuro. // SNC	Immuno modulation	Hématotoxi.	Toxicité cutanée	Fertilité / reproduction
Aflatoxine B1	X	X			X			
Ochratoxine A	x	X	X		X			
Patuline				X				
Fumonisine B1	X	X		X	X			
Trichothécènes (groupe A et B)					X	X	X	
Zéaralénone								X

Sensibilité des espèces

		Mycotoxines de					
		champ				stockage	
		DON	ZEA	FUMO	T2-HT2	OTA	AFLA
e t u b	e	Fort	Fort	Fort	Fort	Faible	Faible
	t	Modéré	Modéré	Modéré	Modéré	Faible	Modéré
	u	Faible	Faible	Faible	Faible	Faible	Fort
	b	Faible	Faible	Modéré	Faible	Faible	Faible

Risque

■ Faible ■ Modéré ■ Fort

Sensibilité différente :

Monogastriques # Ruminants

Chez les **Ruminants** :

Neutralisation partielle des mycotoxines par les microorganismes du rumen

Intercéales, 2009



Cartes d'identités des principales mycotoxines

Caractéristiques physico-chimiques

	DON	ZEA	FUMO	T2, HT2	OTA	AFLA
Voie métabolique dont elles sont issues	Terpènes	Polyacétates	Polyacétates	Terpènes	Acides aminés	Polyacétates
Poids moléculaire	296 g/mol	318 g/mol	706 à 722 g/mol	424 à 466 g/ml	403,813 g/mol	312 à 330 g/mol
Polarité		APOLAIRE	POLAIRE			POLAIRE
Solubilité	soluble dans Eau éthanol, chloroforme, méthanol acétate d'éthyl	faiblement soluble dans l'eau (20 mg/L à 25°C) et l'hexane Faiblement solubles dans solvants apolaires Solubilité augmente avec la polarité des solvants	Soluble dans eau Insolubles dans solvants apolaires	Insoluble dans eau hautement solubles dans l'acétone, l'acétonitrile, l'éthanol, le méthanol.. T-2 présente une bonne solubilité dans les solvants organiques polaires	soluble dans l'éthanol soluble dans les solvants organiques polaires très peu soluble dans eau	Peu soluble dans eau 10 à 30 µg/ml Insolubles dans solvants apolaires Très solubles dans solvants moyennement polaires (chloroforme, méthanol)
Conditions de développement	Fonction des champignons producteurs : épisodes de refroidissement et de pluies T°C : 22-27°C Aw élevée	Faible à 32°C, Maxi à 20°C Aw : 0,95 à 0,97	de 4°C à 35°C T°C optimale : 20°C production peut être divisée par 300 lorsque la valeur de l'activité de l'eau passe de 1 à 0,9	Fonction des champignons producteurs : épisodes de refroidissement et de pluies	T°C optimale : 28°C pour <i>Aspergillus ochraceus</i>	25-40°C Aw : 0,84-0,86
Thermostabilité	Stable à 120°C, modérément stable à 180°C, et ne se décompose qu'à 210°C après 20 à 40 minutes	point de fusion élevé, à environ 164-165°C	peuvent être dégradées à plus de 90% après chauffage à 175°C pendant 60 min. Point de fusion est assez bas, voisin de 105°C	chauffage à 480°C pendant 10 min ou 260°C pendant 30 min pour obtenir une inactivation complète	dégradée partiellement dans des conditions normales de cuisson point de fusion est de 90°C lorsqu'elle est sous forme cristallisée dans le benzène, et de 169°C lorsqu'elle est cristallisée dans le xylène	température minimale de décomposition : 237°C

Mycotoxines & santé animale

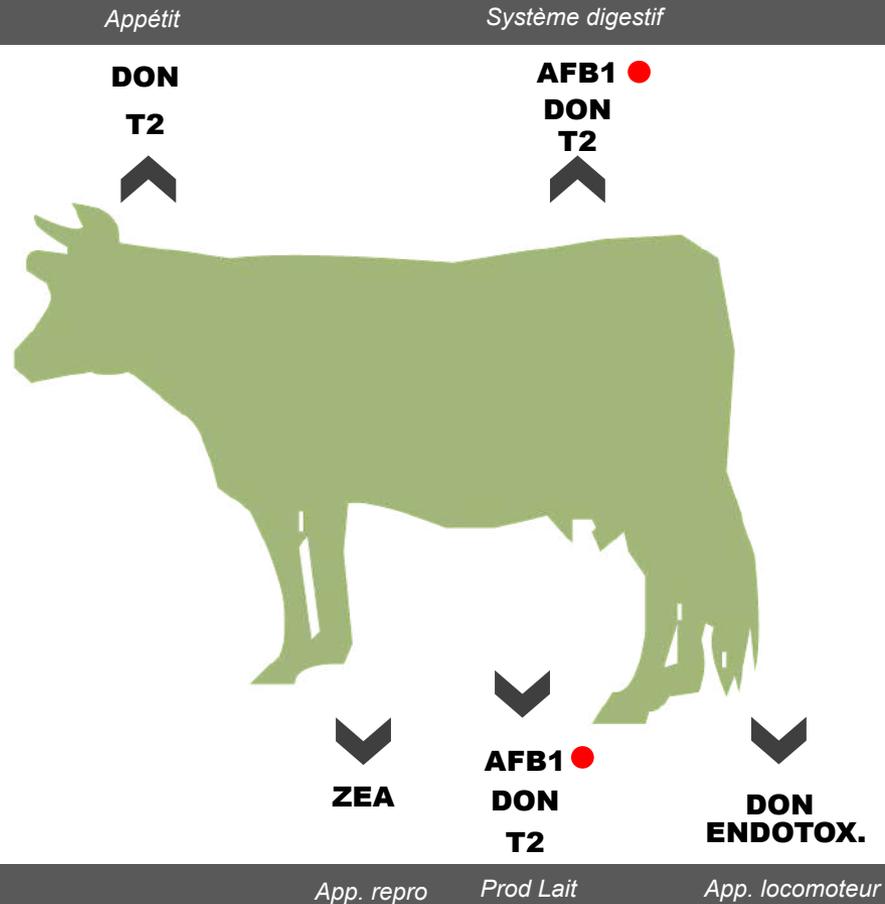
	DON	ZEА	FUMO	T2, HT2	OTA	AFLA
MP à risque	cultures céréalières (blé, orge, avoine, maïs, riz, millet) mais aussi les fruits (bananes, fruits à noyaux).	céréales comme le blé, l'avoine, l'orge, le riz et le maïs, mais aussi les cultures maraichères et fruitières.	Maïs	cultures céréalières (blé, orge, avoine, maïs, riz, millet) mais aussi les fruits (bananes, fruits à noyaux).	oléagineux et les céréales comme maïs, blé, seigle, orge, avoine, sorgho	noix (arachides, pistaches, noisettes...), grains (maïs, millet, sorgho...), épices lait
	Mycotoxine la plus répandue et la moins toxique Porcs et Volailles plus sensibles que ruminants		Equins et Porcs les plus sensibles		Métabolisé dans le rumen. Ruminants moins sensibles que les monogastriques	Risque surtout en régions chaudes et humides
Dose apparition signes cliniques	Ruminants peu sensibles jusqu'à 12 mg/kg d'aliment	Incidence sur fertilité à partir de 10 ppm	Pas d'impact sur GMQ jusqu'à 148 mg/kg d'aliment Ne passe pas dans le lait		Fonction du régime associé (fourrages ou céréales) LOAEL : 13 mg/kg	Bovins adultes : 1,5 à 2,23 mg AFB1/kg d'aliment Petits ruminants : 50 mg/kg
	Lésions digestives et cutanées	Fonctions de reproduction	Touche les reins et le foie	Tissu hématopoïétique	Fonctions rénale et hépatique	Fonctions hépatiques, ruminales, digestives
Symptômes associés	Perte de poids, réduction de l'ingéré Toxicité cutanée Vomissements importants	Baisse de fertilité, réduction du taux de survie des embryons	Immunodépression	Perte de poids, modifications hématologiques et immunitaires Dermatoses Vomissements	Perte de poids Vomissements conjonctivites Anomalies et malformations morphologiques Immunodépression	Diminution ingéré Asthénie Immunodépression

Absorption & Excrétion

	DON	ZEA	FUMO	T2, HT2	OTA	AFLA
Excrétion	Urine Fèces Bile Très faible dans le lait Absence ap 72h	Bile Urine Lait	Fèces principalement Bile Urine Transfert possible dans le lait	Bile principalement Urine Fèces Lait	Bile Urine Fèces Transfert limité dans le lait	Biliaire 50% de la dose Urinaire 5 à 15% de la dose Aflatoxine M1 dans le lait
Absorption	Absorption rapide : 30% en 24h Distribution dans reins, foie, plasma	Absorption rapide au niveau intestin grêle Accumulation dans tissus adipeux	Absorption faible, distribution rapide	Absorption rapide. [] plasmatiques maxi ap 30 min	Jéjunum Fixation aux protéines plasmatiques 3,2 j de demi-vie chez veau pré-ruminant 17 h chez ruminant	Duodénum

Cibles chez les ruminants

- Toxicité directe ou liée aux métabolites de la toxine



● Sensibilité de l'animal et toxicité fortes

Surveillance :
Contamination dans le lait



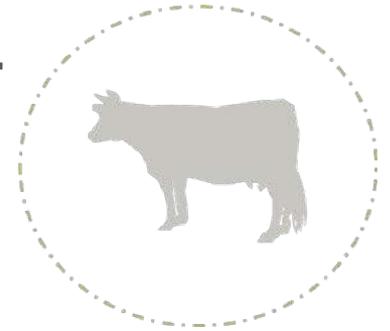


Méthode de détection

Identifier l'ennemi pour mieux le neutraliser

- **Identifier la nature de la contamination pour mieux agir**

- Solution ciblée et adaptée
- Basée sur l'analyse du lait produit



- **Mycotoxines «masquées»:**

- mycotoxines adsorbées à la matrice et difficiles à extraire, mais qui dans le système digestif peuvent être libérées

- **Mycotoxines métabolisées par la plante,**

- hydrolysées dans le système digestif ou métabolisées par les bactéries intestinales pour donner la molécule-parent
- Conduit à sous-estimation de la «vraie» teneur en mycotoxines et de leur potentiel toxigène!



Méthode d'échantillonnage pertinent

- **Pas de prélèvement au tank**
 - **Risque de dilution** des mycotoxines > passer à côté de l'identification
- **Prélèvement sur 4 animaux maximum et Poolage des échantillons**
 - Sélection des animaux **semblant montrer des signes de contamination**
 - 10 à 100 ml
 - Utiliser un pot fermant hermétiquement
 - suremballer dans un sac plastique hermétique.
 - Identifier clairement et joindre une feuille de demande d'analyse
 - **Congeler avant envoi**



Les solutions employées : Les Adsorbants

De la nécessité de multiplier les solutions

- **Pas UNE seule solution pour maîtriser le risque mycotoxines !**
 - Nature et structure chimique différente > impact pour le piégeage ou la neutralisation
 - Pas les mêmes effets toxiques sur l'animal > limiter l'impact zootechnique

PIEGEAGE

BIOTRANSFORMATION

Détoxification biologique
Dégradation ou transformation
enzymatique en composés moins
toxiques

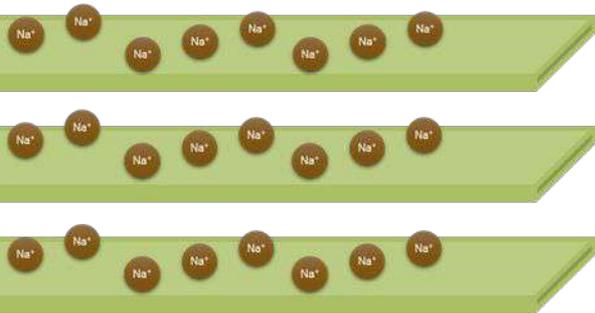
Les adsorbants

- **Fixation ou piégeage des mycotoxines**
 - Mycotoxines éliminées dans les déjections
 - Non absorbées par l'animal
 - Pas d'effet toxique
- **Propriétés des adsorbants dépendantes de :**
 - Sa charge totale
 - La répartition des charges
 - Taille des pores
 - Surface spécifiques disponible
- **Adsorption dépendante de la nature de la mycotoxines**
 - Polarité
 - Solubilité
 - Taille et forme
 - Distribution des charges et constantes de dissociation

EFFICACE SI COMPLEXE STABLE DANS LE TRACTUS DIGESTIF

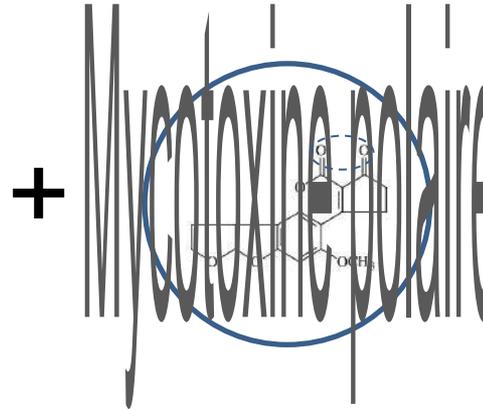
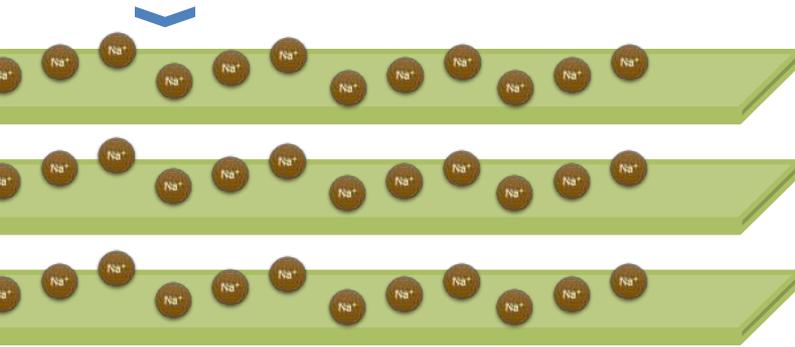
Adsorption : Argile spécifique

- Mélange naturel de SMECTITE, KAOLINITE et ILLITE
 - Sélectionnée pour sa capacité d'adsorption
 - Adsorption spécifique (pas d'adsorption des nutriments, notamment des oligo-éléments)

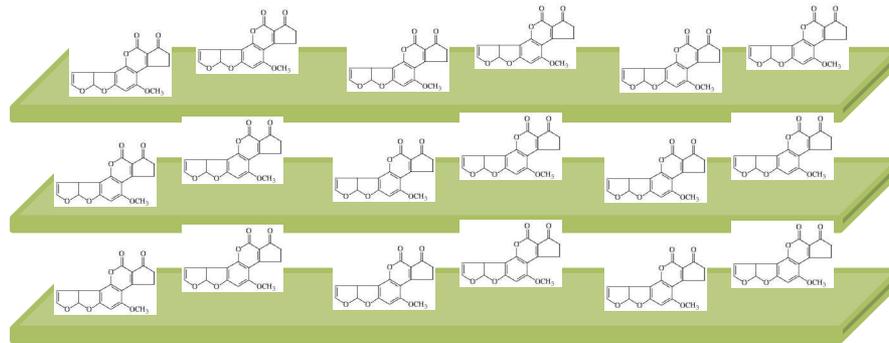
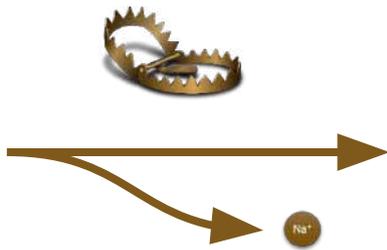


Argile spécifique

Structure chargée permettant la capture de molécules **polaires**



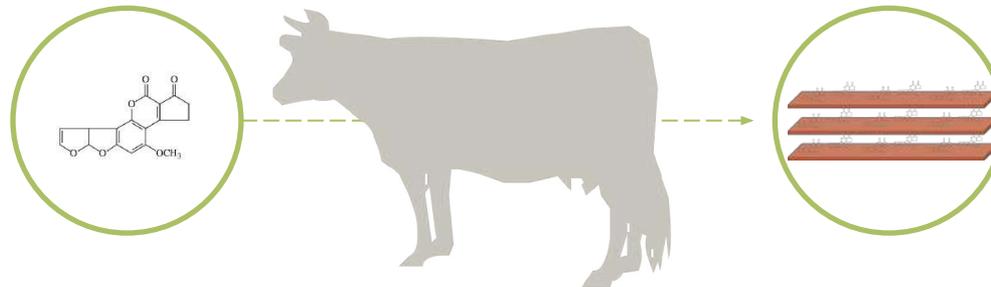
AFB1 , OTA



Espace interlamellaire permettant la capture de l'**AF_{B1}**

Action de l'Argile

- **Adsorption des mycotoxines Polaires**
 - Piégeage des mycotoxines > complexe final stable
- **Mycotoxines piégées ne passent pas la barrière intestinale**
 - Éliminées par l'organisme
 - Pas d'effet toxique sur l'animal



! ZEA et FB1 peu adsorbables par solutions minérales
! DON, T2 et HT2 sont très peu adsorbables



Solutions employées : Agents de biotransformation

Biotransformation

- Réduire ou annuler le potentiel toxique des mycotoxines
 - Enzymes spécifiques
 - Microorganismes capables de métaboliser ces composés

Agents de Biotransformation

- **Nature des agents**
 - Bactéries
 - Levures
 - Champignons

- **Conditions d'efficacité**
 - Produits de dégradation non toxiques
 - Détoxification rapide
 - Microorganismes actifs vs [O₂], pH et nutriments du milieu
 - Microorganismes non pathogènes

Parois de levure

- **MOS et Glucomannanes de S. Cervisae**
 - capacité à **piéger spécifiquement** certaines mycotoxines (**DON, ZEA et AFB1**).
 - permis par des **interactions moléculaires** et des complémentarités de structure.
 - Les mycotoxines présentes dans l'aliment retenues par ces composés de levures
 - Mycotoxines **éliminées dans les selles** et ne peuvent intégrer les tissus de l'organisme.

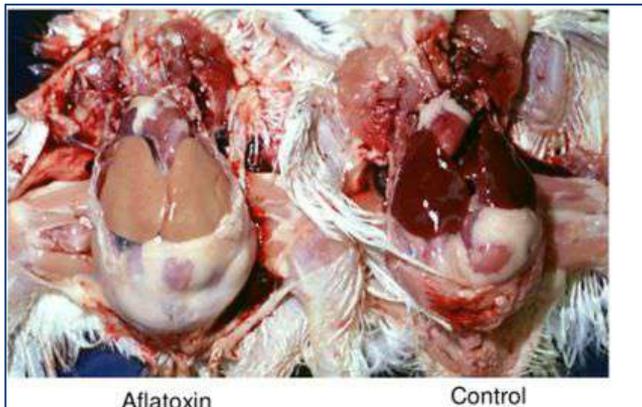




Les solutions employées : Les boosters hépatiques

Objectifs : Protection des effets des mycotoxines et ...

- **Protection du foie**
- **Des effets directs des mycotoxines**
- **Protection vis-à-vis des autres pathogènes auxquels l'animal peut être sensibilisé du fait de la présence des mycotoxines. Réduction de la capacité de résistance**



Hsieh 2009, Lowa

MYCOTOXINES

Hépatotoxicité

Radicaux libres

Affaiblissement du système immunitaire

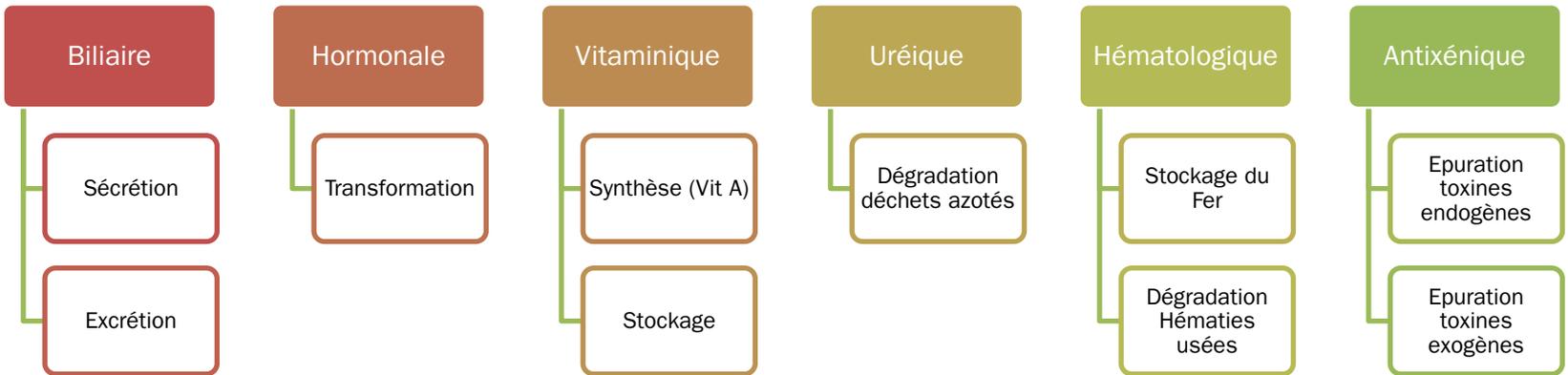
CELLULES vs RADICAUX

ORGANISMES vs

PATHOGENES

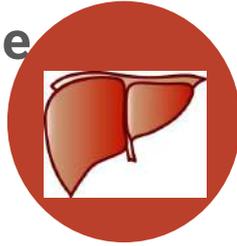
Autres fonctions du foie

- La « pièce maitresse »



Perturbation hépatique

- **Fonction du Foie sont sollicité en période besoins énergétique telles que**



- Le vêlage, La mise-bas
- Lactation, Pic de ponte



- Accumulation des graisses dans le foie (stéatose hépatique)
- Sensibilité accrue aux pathogènes

- **Fonction hépatique perturbée**

- animal affaibli
- risque de contamination du foie



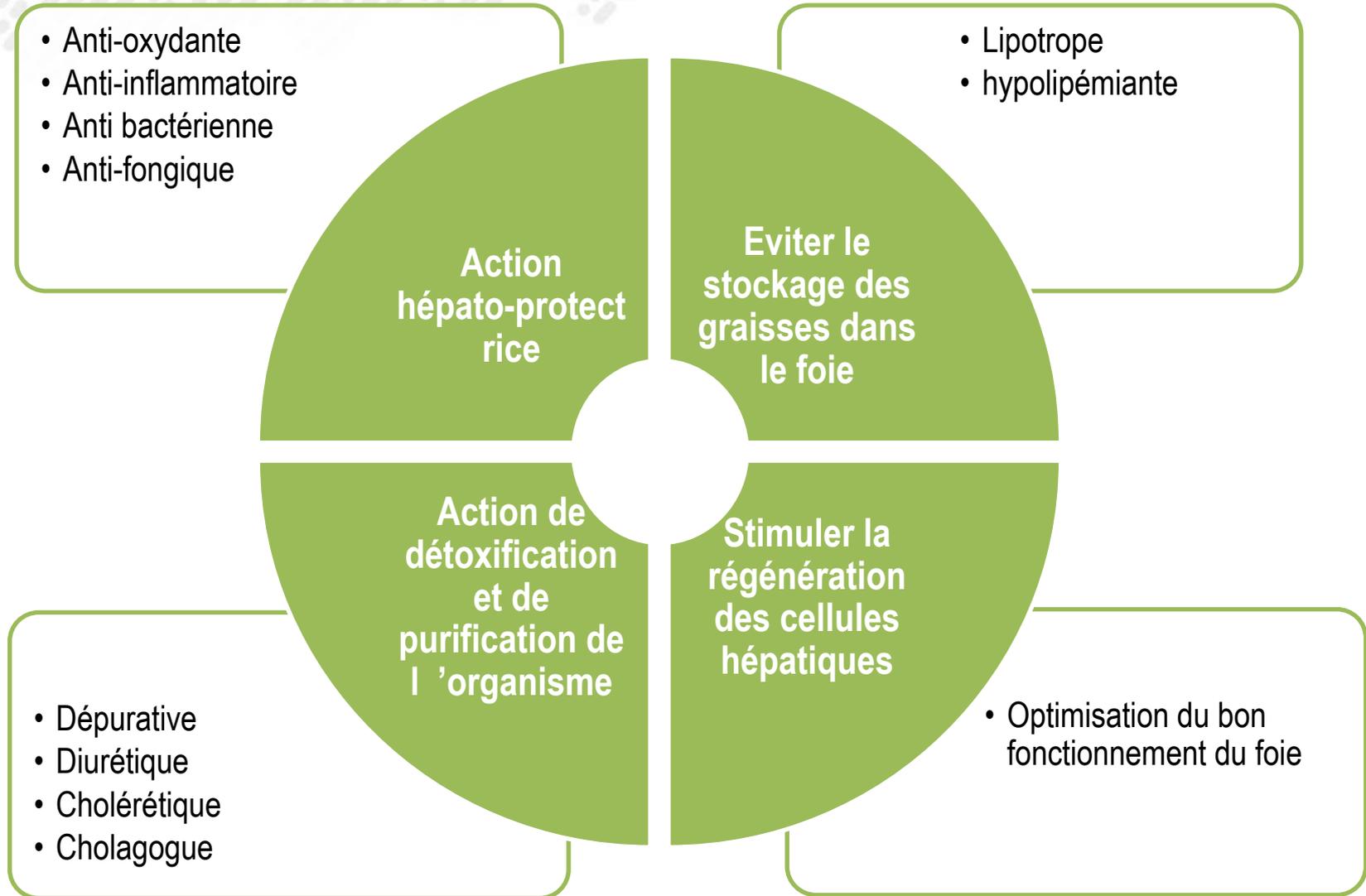
- Déviations métaboliques (cétose)
- Troubles infectieux (métrites, mammites)
- Troubles de la reproduction

Impact sur l'organisme – Impact sur la rentabilité

- Maladies hépatiques & Métaboliques
 - Cétose
- Baisse des performances
 - IC
 - GMQ
- Sensibilité accrue aux pathogènes
 - Morbidité



Actions hépatiques



Chardon-marie



Protection du foie

Usage Reconnu
Utilisé depuis l'Antiquité

Réduction du risque de
cétose

Action antioxydante

[Flavonoïdes] présents

Favorise la production de lait

Observé en début de lactation
Associé à une réduction du
syndrome foie gras



Prévention

Stratégie de Prévention

AU CHAMP

- **Gestion des résidus de culture**
- **Rotation culturale**
- **Labour**

- **Moment de semaison hors période de stress pour la plante**

- **Stratégie de biocontrôle pour limiter l'accès aux insectes**
 - Ex: pyrale induisant des lésions

STOCKAGE

- **Pas de mélange de grains au stockage**
- **Eviter temps de stockage trop longs**
- **Vérification des conditions de stockage**

Maîtrise au champ

Effet de SILIBOOST sur DON et ZEA sur Blé (2017)

