

# Evaluation du risque mycotoxique sur maïs

1

**Cécile LEVASSEUR, Olivier SUREL, Didier KLEIBER**

*Laboratoire d'Agro-Physiologie, UPSP/DGER115,  
Ecole d'Ingénieurs de Purpan, Université de Toulouse,  
75 voie du TOEC, BP 57611, 31076 Toulouse Cedex 03*

*[cecile.levasseur@purpan.fr](mailto:cecile.levasseur@purpan.fr)*

# Les mycotoxines étudiées

2

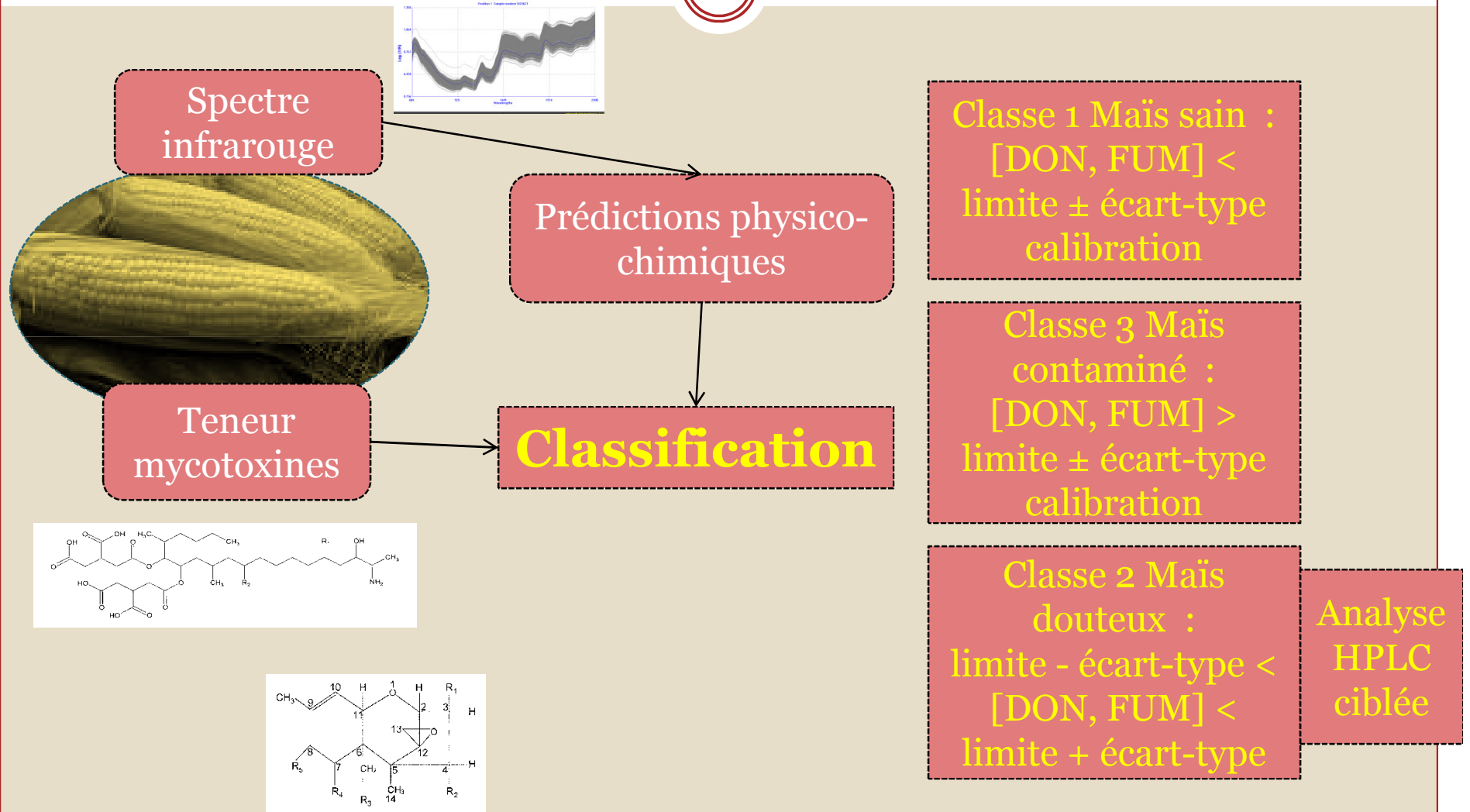
- Mycotoxines : métabolites fongiques => pertes économiques et de risque sanitaires
- La FAO estime que jusqu'à 25% de la production alimentaire mondiale est contaminée par des *mycotoxines*

Déoxynivalénol DON - Fumonisines B1 et B2 FUM

Mycotoxine	Limite (Règlement (CE) N°1126/2007)
DON	<ul style="list-style-type: none"><li>• maïs brut mais pas à destination farine : <b>1750 ppb</b></li><li>• maïs brut consommation humaine, farine : 750 ppb</li><li>• maïs poudre &gt; 500 µm pas conso. directe : 750 ppb</li><li>• idem &lt; 500 µm : 1250 ppb</li></ul>
FUM	<ul style="list-style-type: none"><li>• maïs brut mais pas à destination farine : <b>4000 ppb</b></li><li>• maïs brut consommation humaine, farine : 1000 ppb</li><li>• maïs poudre &gt; 500 µm pas conso. directe : 1400 ppb</li><li>• idem &lt; 500 µm : 2000 ppb</li></ul>

# Matériel et méthodes (1)

3



# Matériel et méthodes (2)

4

## Echantillons de maïs

- 370 échantillons issus de contaminations naturelles, 2007 – DON : 110 hybrides / FUM : 42 hybrides
- Italie, Danemark, France, Hongrie, Pays-Bas, Pologne
- Analyses de référence : HPLC
- 2 sets : calibration et validation
- Notations au champ + prédiction IR

	QL	QT	TOT
DON	4	20	24
FUM	4	22	26

## Collecte des spectres

- FOSS NIRSystems 6500 : 400 – 2498 nm, 2 nm
- 3 répétitions par échantillon
- Sur **grains entiers**; grains broyés; grains tamisés

Analyte	Echantillon certifié	Valeur de référence ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) <sup>1</sup>	Moyenne observée <sup>2</sup>	2Ut <sup>3</sup>	Incertitude labo <sup>4</sup>	Conclusion
Zéaralénone	BCR717	83 ± 9	80 ± 13.9	14.4	35%	Acceptable
Fumonisines	F-10	2500 ± 600	1940 ± 125	606	13%	Acceptable
Déoxynivalénol	Myc850	474 ± 30	469 ± 39	46	17%	Acceptable

# Matériel et méthodes (3)

6

## Travail sur les données

- Réduction des données :

- Table de contingence pour QL
- Coefficient de Pearson pour QT

- Traitement des données

- ANCOVA – Analyse de COVariance : modèle linéaire qui prédit un paramètre quantitatif à partir de variables quantitatives et qualitatives

⇒ limite des valeurs qualitatives au champ => QT

- AFD – Analyse Factorielle Discriminante : 3 catégories

- PLS-DA – régression des moindres carrés discriminante : PLS avec une classe comme prédicteur

Classe 1 Maïs sain :  
[DON, FUM] <  
limite ± écart-type  
calibration

Classe 3 Maïs  
contaminé :  
[DON, FUM] >  
limite ± écart-type  
calibration

Classe 2 Maïs  
douteux :  
limite - écart-type <  
[DON, FUM] <  
limite + écart-type

Analyse  
HPLC  
ciblée

# Résultats (1)– DON - ANCOVA

7

LOC (location of growth)	x	(Pr > F = 0.016)	
HYB (nature of the hybrid)	x	(Pr > F = 0.022)	
CEL (% of cell walls)			
STA (% of starch)			
MOI (% of moisture)			
LIN (% of linoleic acid)	x	(Pr > F = 0.093)	-
FAT (% of oil)	x	(Pr > F = 0.165)	-
OLE (% of oleic acid)			
AMP (% of amyl pectin)			
DIS (% of discarded grains)			

**$r^2 = 0.85$**

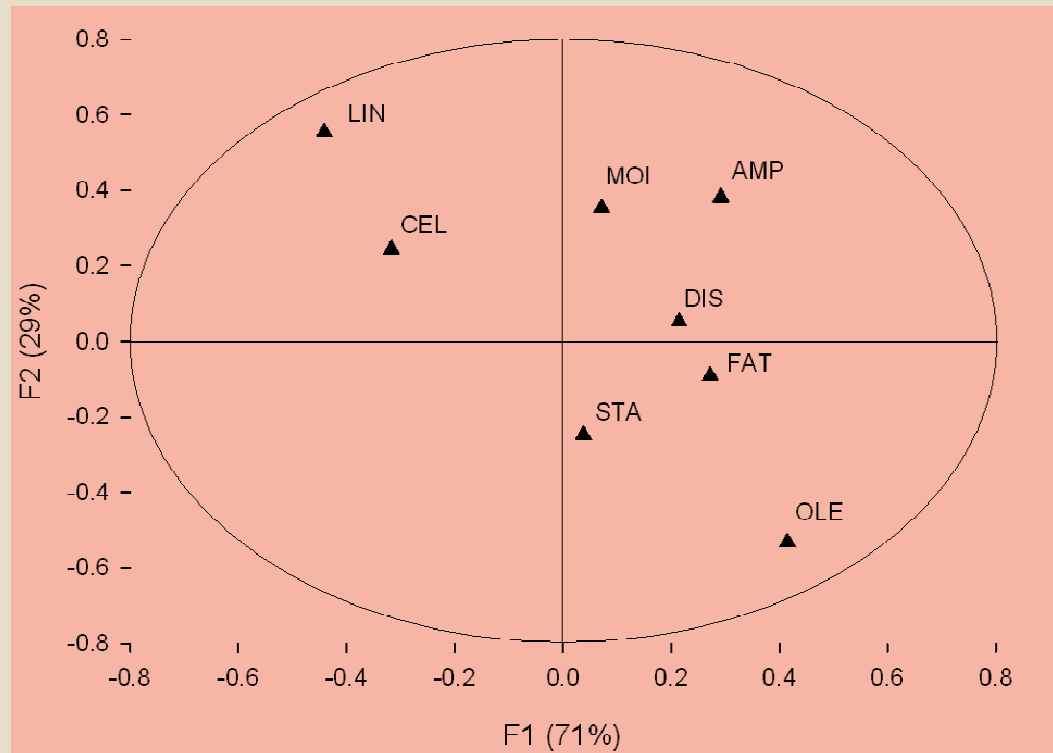
- Effet environnemental
- Hybrides : +/-

# Résultats (2)– DON - AFD

8

- 8 modèles de classification testés (autour de la limite réglementaire): (0,1500 ppb ( $\mu\text{g.kg}^{-1}$ ), 1500,1900 ppb, >1900 ppb), (0,1000 ppb, 1000,2500 ppb, >2500 ppb), (0,1250 ppb, 1250,2250 ppb, >2250 ppb), etc....

Composition en acides gras

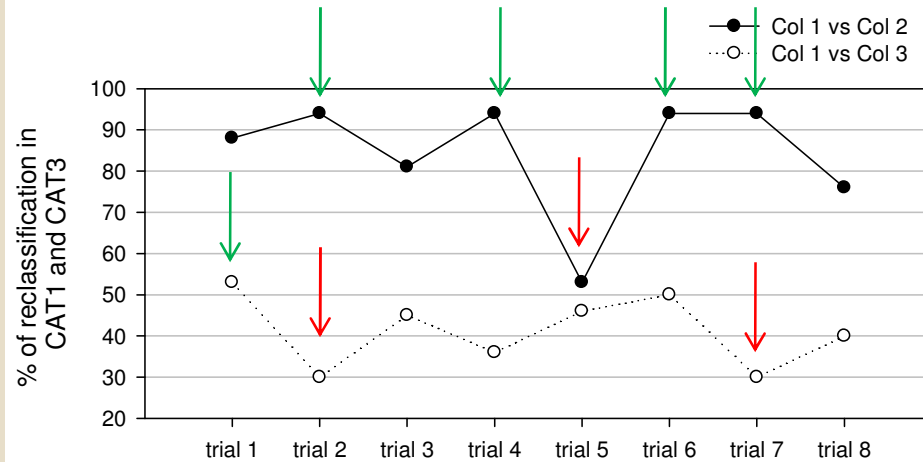


Composition générale du grain



# Résultats (3)– DON - AFD

9



validation

CAT 1 : 53.3% (t 5) à 94% (t 2, 4, 6 et 7)  
 CAT 3 : 30.0% (t 2 et 7) à 53% (t 1)

CAT2 dans CAT1 : 17% (t 2 et 7) à 100% (t 1)

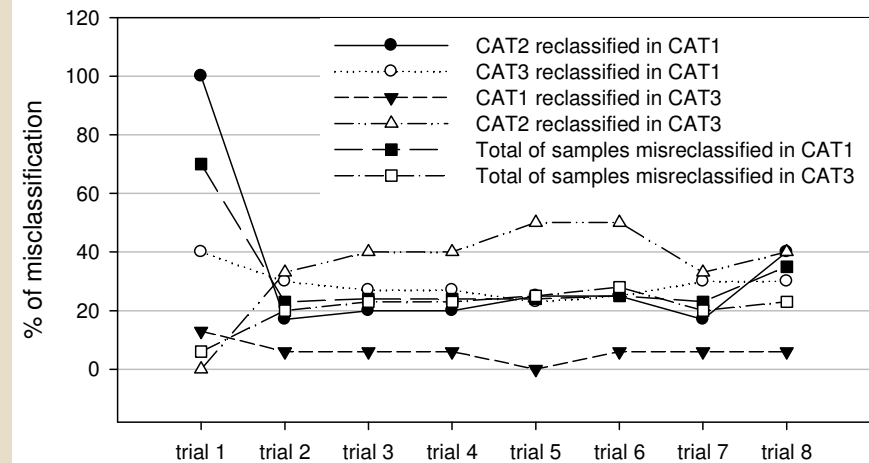
CAT3 dans CAT1 : 23% (t 5) à 40% (t 1)

Risque sanitaire

CAT1 reclassifié dans CAT3 : 0% (t 5) à 13% (t 1)

CAT2 reclassifié dans CAT3 : 0% (t 1) à 50% (t 5 et 6)

Pertes économiques



# Résultats (4)– DON - AFD

10

## Choix de la classification :

- Meilleure classification dans CAT1
  - Meilleure classification dans CAT3
  - Risque sanitaire minimal
  - Pertes économiques minimales
- ⇒ T3 et T6 ; T6 : 0,1 000ppb, 1 000,2 000 ppb and > 2 000 ppb (bonnes classifications mais plus de pertes économiques)

## Validation de la classification:

- 94% des échantillons de la CAT1 sont bien classés
- 50% de la CAT3 sont bien classés
- 25% de la CAT3 dans la CAT1 => 50% des échantillons dangereux sont bien classés et 25% vont être analysés par HPLC (CAT2) et 25% dits 'sans risque' alors qu'ils le sont!

# Résultats (5)– FUM - ANCOVA

11

LOC (location of growth)	x	<<<<	
HYB (nature of the hybrid)	x	Pr > F = 0.024	
CEL (% of cell walls)	x	Pr > F = 0.004	-0.127
STA (% of starch)	x	Pr > F = 0.129	-0.188
STE (% of stearic acid)	x	Pr > F = 0.369	0.064
POL (% of polyunsaturated acids)			
FAT (% of oil)	x	Pr > F = 0.447	-0.067
OLE (% of oleic acid)	x	Pr > F = 0.283	-0.127
AMS (Ratio amylose /starch)	x	Pr > F = 0.128	-0.231
DIS (% of discarded grains)			
PRO (% of protein)			

Communs avec DON

**$r^2 = 0.70$**

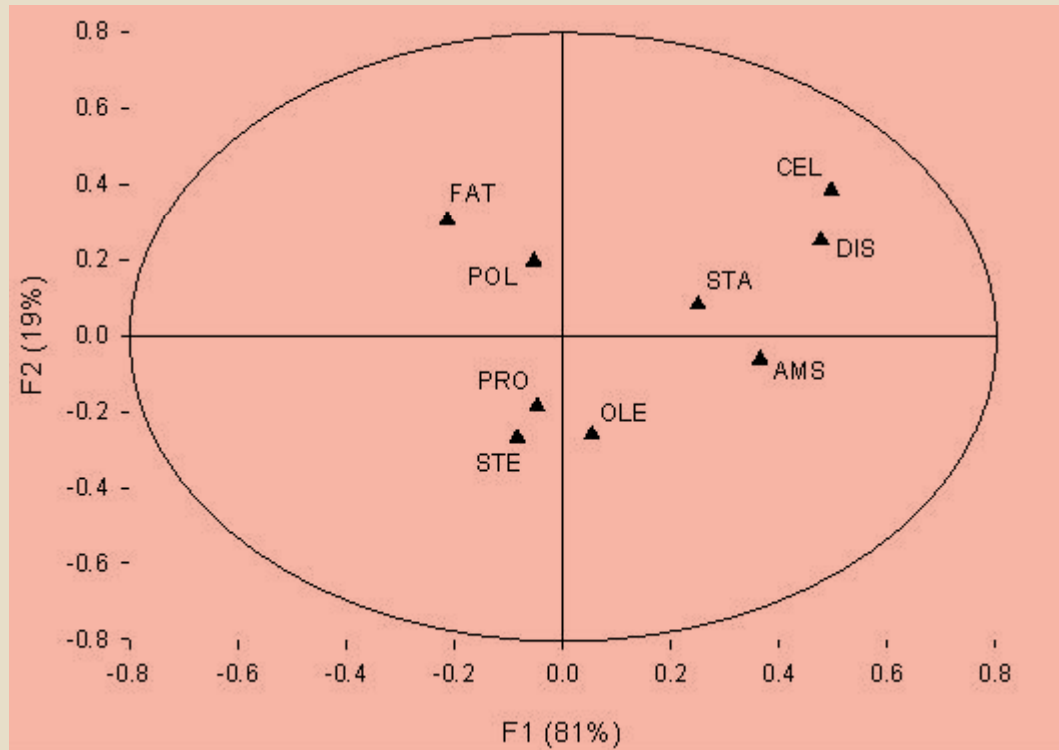
- Effet environnemental
- Hybrides : +/-

# Résultats (6)– FUM - AFD

12

- 8 modèles de classification testés (autour de la limite règlementaire): (0,1500 ppb ( $\mu\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), 1500,1900 ppb, >1900 ppb), (0,1000 ppb, 1000,2500 ppb, >2500 ppb), (0,1250 ppb, 1250,2250 ppb, >2250 ppb), etc....

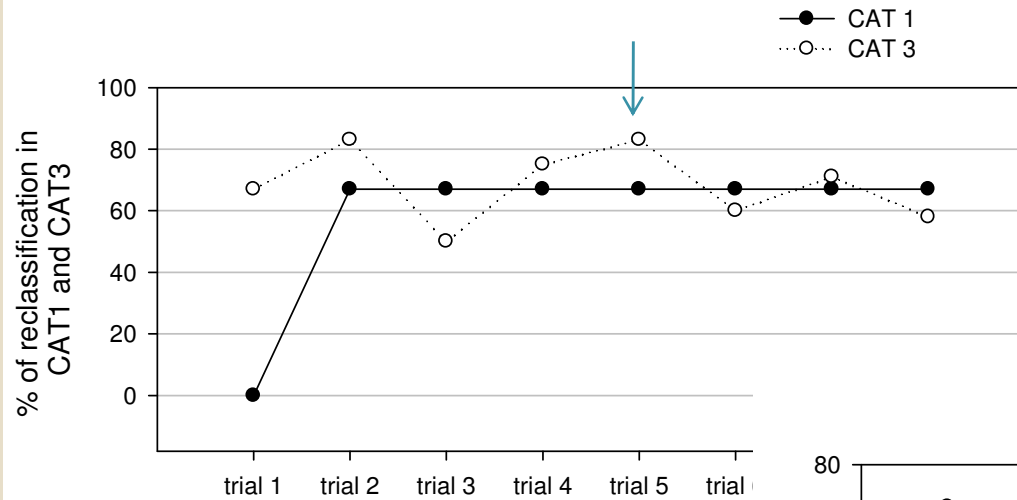
Composition en acides gras



Composition générale du grain

# Résultats (7) – FUM - AFD

13



## Choix de la classification :

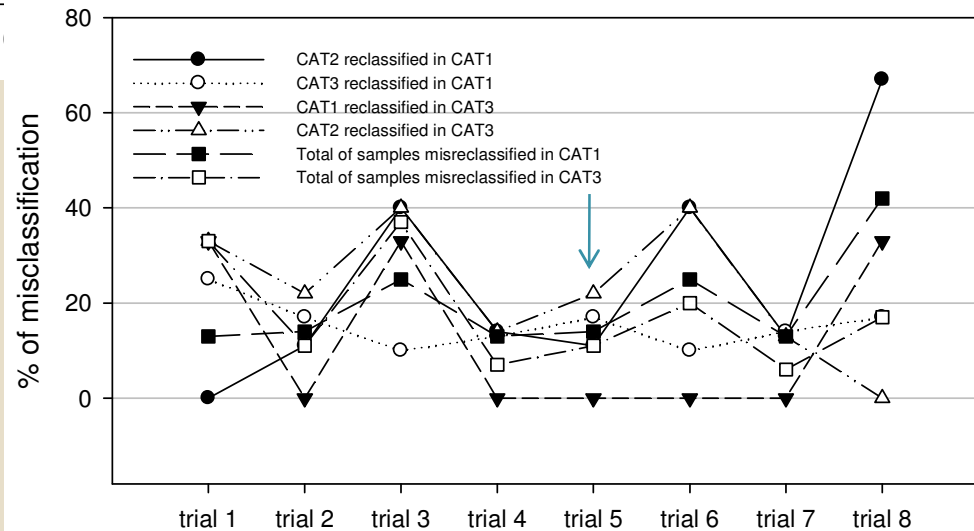
- Meilleure classification dans CAT1
- Meilleure classification dans CAT3
- Risque sanitaire minimal
- Pertes économiques minimales

⇒ t5 :

- 0, 3000 ppb,
- 3000, 11000,
- > 11000 ppb

## Validation de la classification:

- 67% des échantillons de la CAT1 sont bien classés
- 83% de la CAT3 sont bien classés
- 17% de la CAT3 dans la CAT1 => 17% dits 'sans risque' alors qu'ils le sont



# Résultats (8) : DON et FUM – PLS-DA

14

- Rappel des limites : 1750 ppb pour DON et 4000 ppb pour FUM

validation

DON	
Gamme	Taux d'erreur
0-10000 ppb	27.2%
0-2500 ppb	16.5%

FUM	
Gamme	Taux d'erreur
0 - 5000 ppb	0%
0 - 10 000 ppb	10.2%
0 - 30000 ppb	3.5%

- PLS-DA > ANCOVA, AFD

# Conclusion et perspectives

15

- Résultats soumis dans FAC
- Teneurs en mycotoxines trop faibles pour l'IR ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) => modification de la matrice

## Perspectives :

- Rajouter la base de données 2008 + 2009
- Autre méthode de traitement de données

# Remerciements

16

- Syngenta Seeds, Maïsadour – GIS STIMUL
- DRAF Midi-Pyrénées
- Benoit Igne et Pr Hurburgh, ISU

Merci pour votre attention



Direction régionale  
de l'agriculture et de la  
forêt de Midi-Pyrénées

