

# OUTILS D'AIDE A LA DECISION POUR LE PREVENTION DES RISQUES MYCOTOXINES DES CEREALES



**Emmanuelle GOURDAIN**  
ARVALIS-Institut du végétal

*Travaux réalisés en collaboration avec un réseau d'organismes de collecte, en interaction avec des équipes ARVALIS : pôle qualité sanitaire, service statistiques, actions régionales, pôle maladies, pôle variétés, pôle agro-équipements*

## Méthodologie autour des enquêtes agriculteurs

Choix orienté des parcelles agriculteurs en concertation avec les O.S.

Questionnaire à la parcelle

Echantillonnage :  
3 prises de grain par parcelle

Séchage-Nettoyage-Broyage

Analyse des fusariotoxines par méthode chromatographique

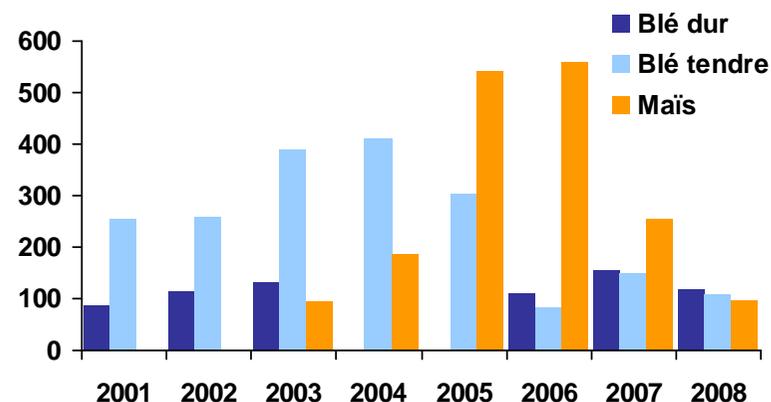
Base de données agronomique pluriannuelle

Recherches bibliographiques

Identification et hiérarchisation des facteurs de risque

Élaboration et validation de la grille d'évaluation du risque fusariotoxines

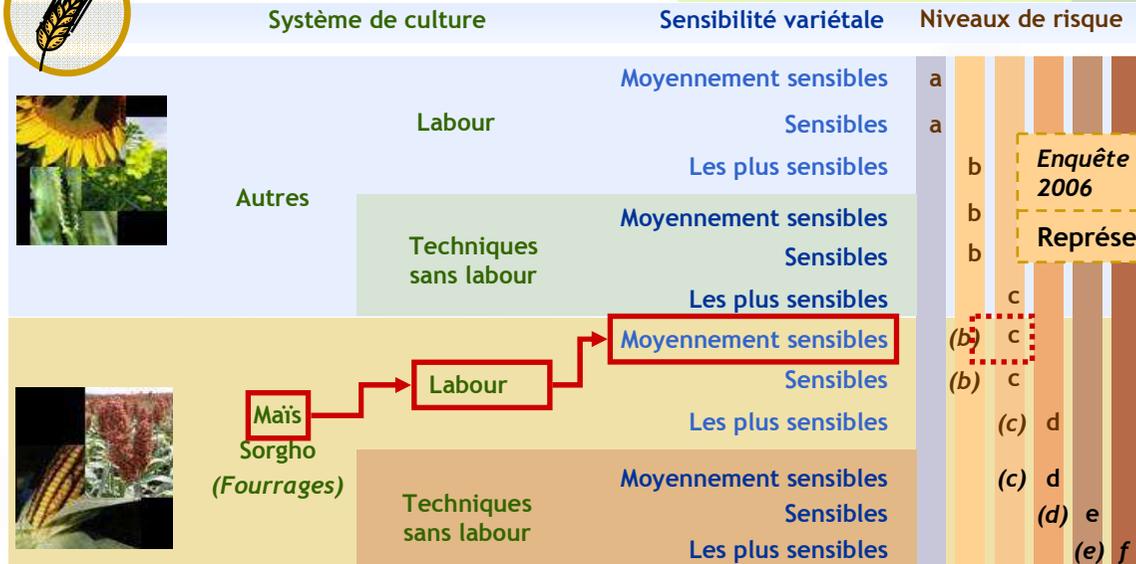
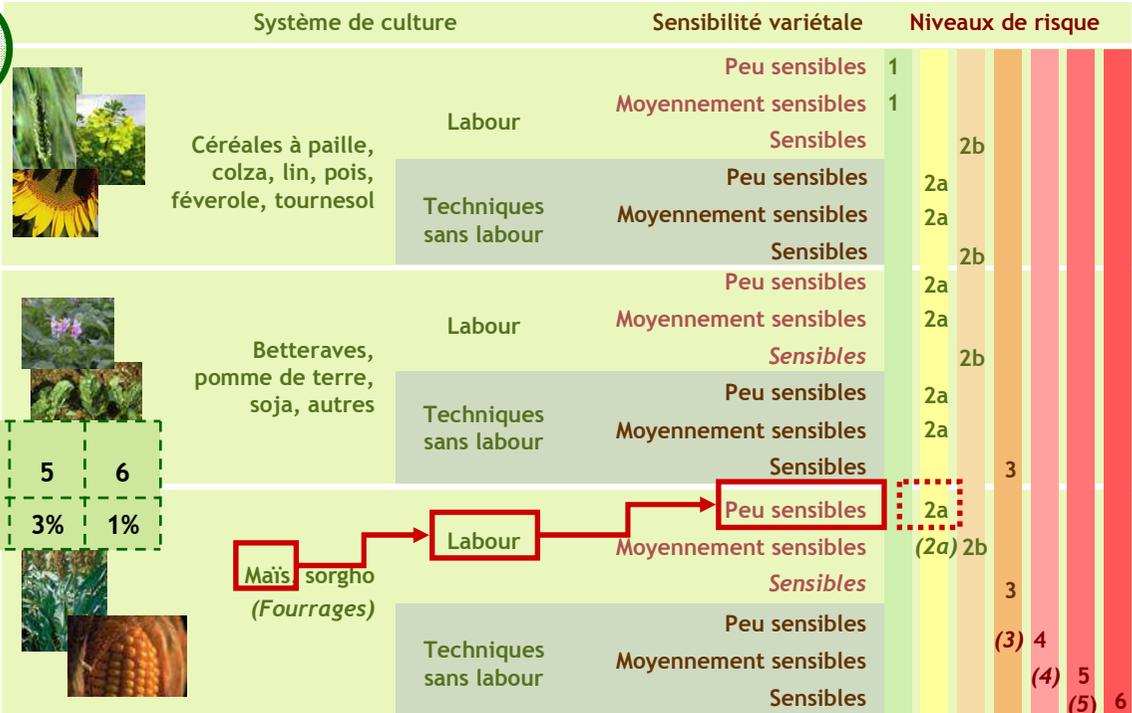
Nb d'enquêtes ARVALIS par espèce



# Grilles agronomiques ARVALIS d'évaluation du risque DON sur blés

Représentativité de chaque niveau à l'échelle française

Enquête SCEES 2006	1	2a	2b	3	4	5	6
Représentativité	16%	32%	33%	11%	3%	3%	1%

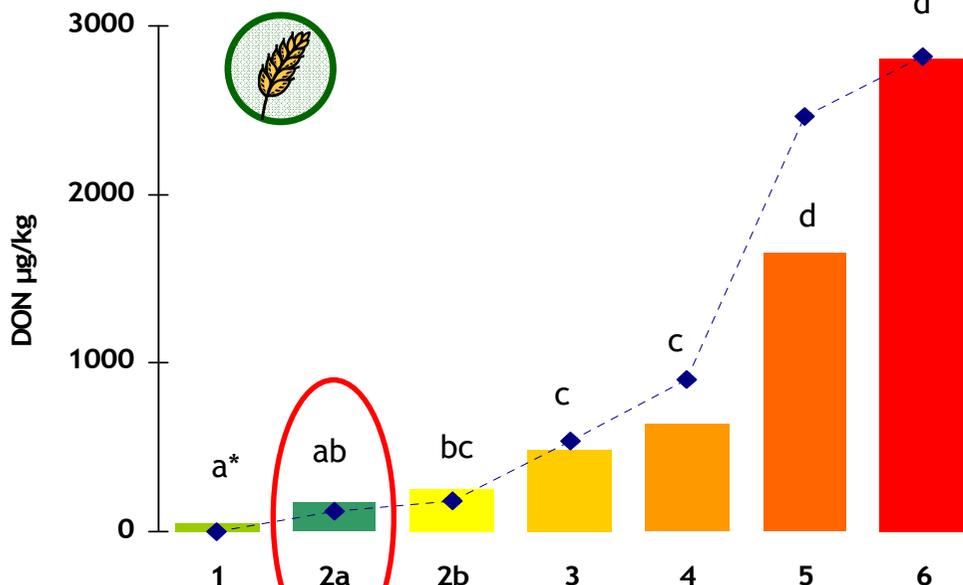


Représentativité de chaque niveau à l'échelle française

Enquête SCEES 2006	a	b	c	d	e	f
Représentativité	25%	58%	13%	2%	1.8%	0.2%

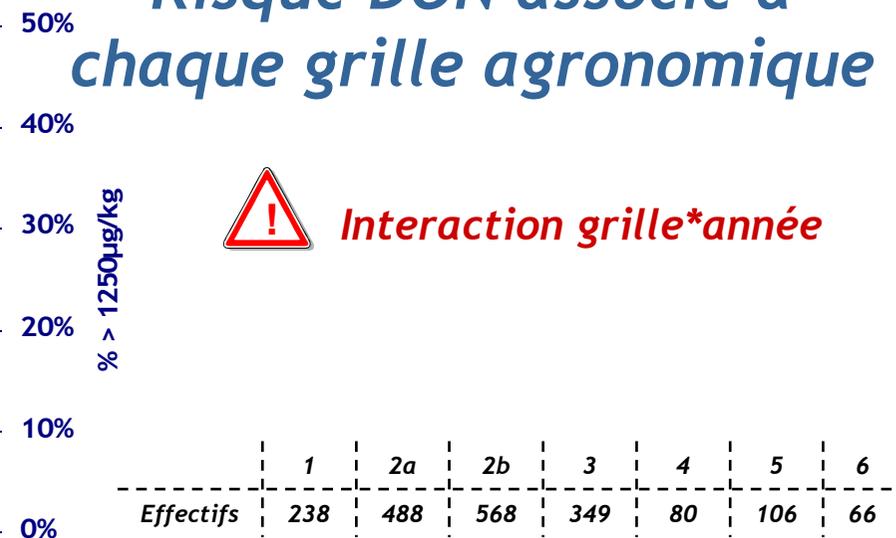
Source : ARVALIS Institut du végétal, 2008

# Risque DON associé à chaque grille agronomique



\*test de Tukey (5%)

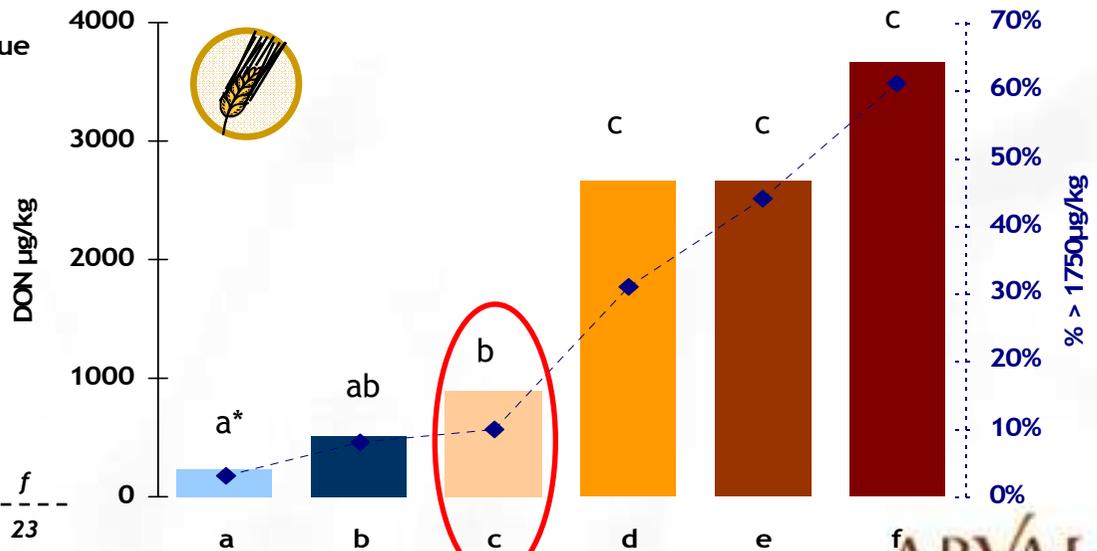
Risque agronomique



**! Interaction grille\*année**

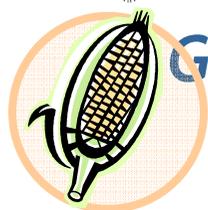
	1	2a	2b	3	4	5	6
Effectifs	238	488	568	349	80	106	66

	a	b	c	d	e	f
Effectifs	113	226	177	98	41	23



\*test de Tukey (5%)

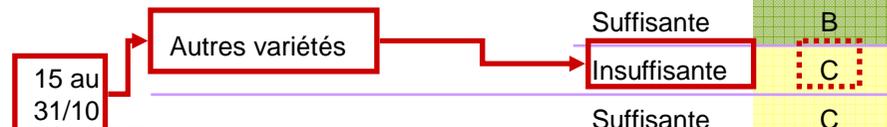
Risque agronomique



# Grille d'évaluation ARVALIS du risque fusariotoxines sur maïs : limiter le cumul des facteurs

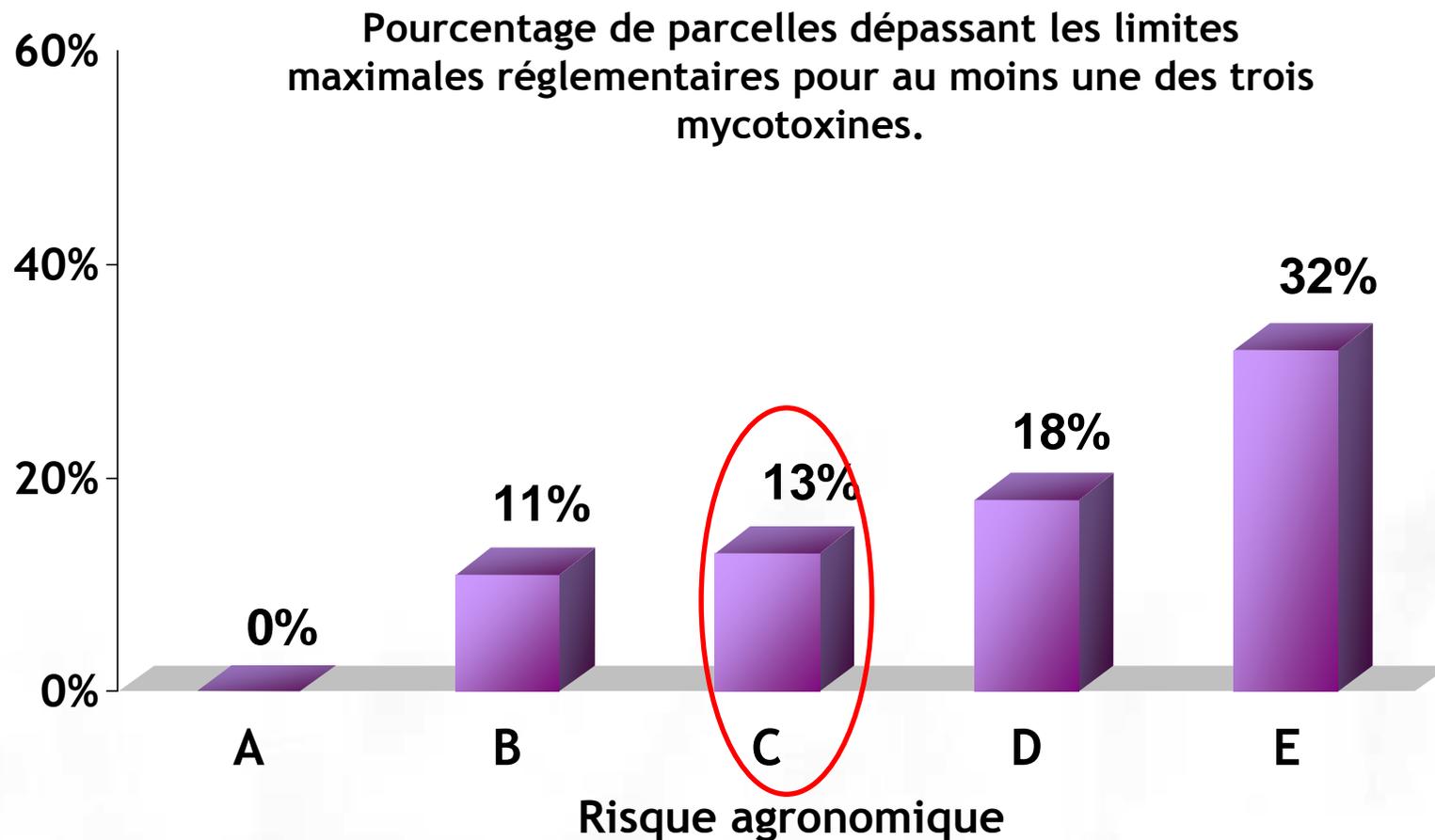
Sans foreurs			
Date de récolte	Sensibilité des variétés à F. moniliforme / F. graminearum	Gestion des résidus	Classe de risque
< 15/10	Autres variétés	Suffisante	A
		Insuffisante	A
	Les plus sensibles	Suffisante	B
		Insuffisante	B
15 au 31/10	Autres variétés	Suffisante	B
		Insuffisante	B
	Les plus sensibles	Suffisante	C
		Insuffisante	C
1 au 15/11	Autres variétés	Suffisante	B
		Insuffisante	B
	Les plus sensibles	Suffisante	C
		Insuffisante	C
> 15/11	Autres variétés	Suffisante	B
		Insuffisante	C
	Les plus sensibles	Suffisante	C
		Insuffisante	D

Avec foreurs			
Date de récolte	Sensibilité des variétés à F. moniliforme / F. graminearum	Gestion des résidus	Classe de risque
< 15/10	Autres variétés	Suffisante	B
		Insuffisante	C
	Les plus sensibles	Suffisante	C
		Insuffisante	D
15 au 31/10	Autres variétés	Suffisante	B
		Insuffisante	C
	Les plus sensibles	Suffisante	C
		Insuffisante	D
1 au 15/11	Autres variétés	Suffisante	C
		Insuffisante	C
	Les plus sensibles	Suffisante	D
		Insuffisante	E
> 15/11	Autres variétés	Suffisante	D
		Insuffisante	E
	Les plus sensibles	Suffisante	E
		Insuffisante	E



\* Risque : de A , risque le plus faible à E, risque le plus élevé

## *% dépassement d'au moins une des 3 mycotoxines en fonction des classes de risques*



Source : ARVALIS Institut du végétal, 2007

# Tour d'Europe des grilles de risque

Table 1. The risk to your wheat crop

Factor	Details	Risk	Score
Previous crop	Maize	6	
	Other	0	
Cultivation	Debris not mixed	4	
	Plough	0	
Rainfall at flowering	High	5	
	Moderate	2	
	Low	0	
Harvest conditions	Wet	3	
	Dry	0	
Wheat variety	RL Resistance rating 4-5	1	
	RL Resistance rating 6-7	0	
Region (see map page 3)	High	4	
	Moderate	2	
	Low	1	
	Very low	0	
<b>Your total score</b>			



Source : Guidelines HGCA, 2007



Risk	Total score
High	Over 15
Medium	10-15
Low	Under 10

1. +++++ Weather cond. during flowering	2. +++++ Remainders on the ground	3. +++++ Preceding crop	4. ++ Sensitiveness for fusarium	Risk for attacks of axfusarios
Rainy weather - especially during flowering, but also during setting ear	Much remainders on the grounds - no or inadequate tillage	Maize	More sensitive	Very large
			Less sensitive	Very large
		Wheat, oats, triticale, potatoes, sugar beets, other preceding crops	More sensitive	Large
			Less sensitive	Moderate
			More sensitive	Moderate
			Less sensitive	Less
	Little remainders on the grounds - well performed tillage	Maize	More sensitive	Large
			Less sensitive	Moderate
		Wheat, oats, triticale, potatoes, sugar beets, other preceding crops	More sensitive	Moderate
			Less sensitive	Less
			More sensitive	Less
			Less sensitive	Very little

Source : National guidelines – Sweden crop 2009



## Exposition Factor to fumonisins risk (EFFR)



Legend

- Low
- Middle
- High
- Critical

Date of planting		EARLY							
ECB		Treated 1				Not Treated 3			
Date of harvesting		Early 1		Late 3		Early 1		Late 2	
Plant density	Sugg.	Higher	Sugg.	Higher	Sugg.	Higher	Sugg.	Higher	
	Balanc.	Not Bal.	Balanc.	Not Bal.	Balanc.	Not Bal.	Balanc.	Not Bal.	
N Manuring	1	1.5	1	1	1	1	1	1	
	1	1.5	1	1	1	1	1	1	
EFFR	1.0	1.5 - 2.3	3.0	3.0	3.0	3.0	6.0	6.0	
Field Trials	82	34	21	11	17	8	6	6	
Date of planting		LATE							
ECB		Treated 1				Not Treated 1.5			
Date of harvesting		Early 1		Late 2		Early 1		Late 2	
Plant density	Sugg.	Higher	Sugg.	Higher	Sugg.	Higher	Sugg.	Higher	
	Balanc.	Not Bal.	Balanc.	Not Bal.	Balanc.	Not Bal.	Balanc.	Not Bal.	
N Manuring	1	1	1	1	1	1	1	1	
	1	1	1	1	1	1	1	1	
EFFR	5.0	5.0	10.0	10.0	7.5	7.5	15.0	15.0	
Field Trials	8	-	64	-	-	-	21	-	

Crop Rotation	Soil tillage	Variety	Fusaricide	Environmental Risk Level	
				Low	High
Cereales and other crops	Ploughing	MT	specific	1	1
			wide range	1	2
			no	1	3
		S	specific	2	3
			wide range	2	3
			no	3	4
	Minimum tillage and no tillage	MT	specific	1	4
			wide range	1	5
			no	2	6
		S	specific	3	5
			wide range	3	6
			no	4	7
Maize and sorghum	Ploughing	MT	specific	1	2
			wide range	1	3
			no	1	4
		S	specific	2	4
			wide range	2	4
			no	3	5
	Minimum tillage and no tillage	MT	specific	2	5
			wide range	2	6
			no	3	7
		S	specific	4	6
			wide range	4	7
			no	5	8

Source : "Code of Good Agricultural Practices" Reyneri et al., 2007

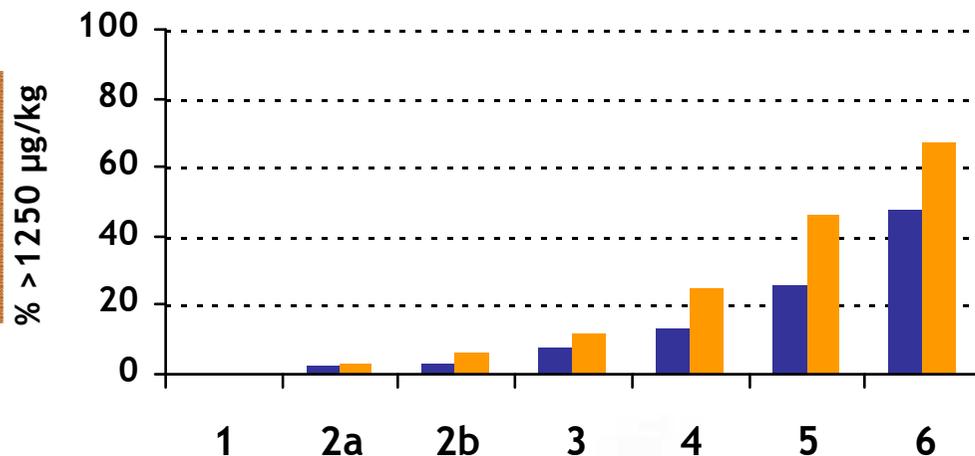


# Du risque agronomique au risque agro-climatique ?

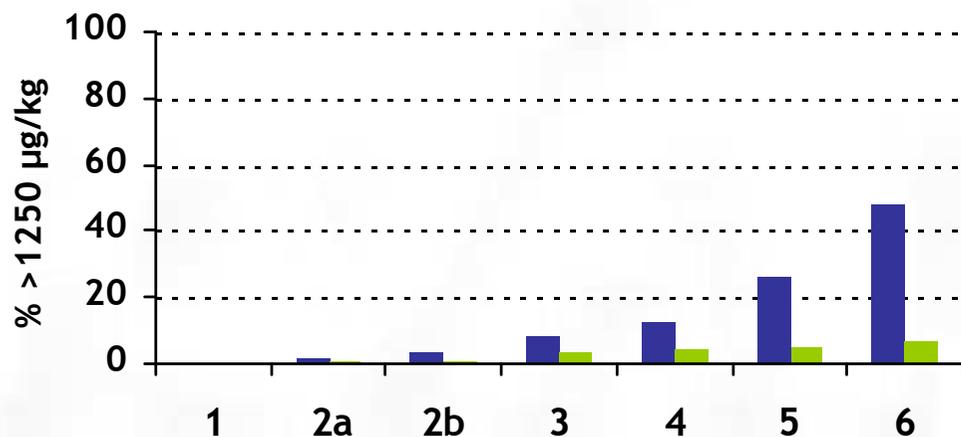
Exemple du blé tendre 

■ risque agronomique    ■ Scénario climatique favorable    ■ Scénario climatique défavorable

Année favorable à la production de DON



Année défavorable à la production de DON



Mise au point de modèles agro-climatiques

Intégrés à une gestion globale du risque DON sur blé tendre et blé dur

# Méthodologie autour des enquêtes agriculteurs

Choix orienté des parcelles agriculteurs en concertation avec les O.S.

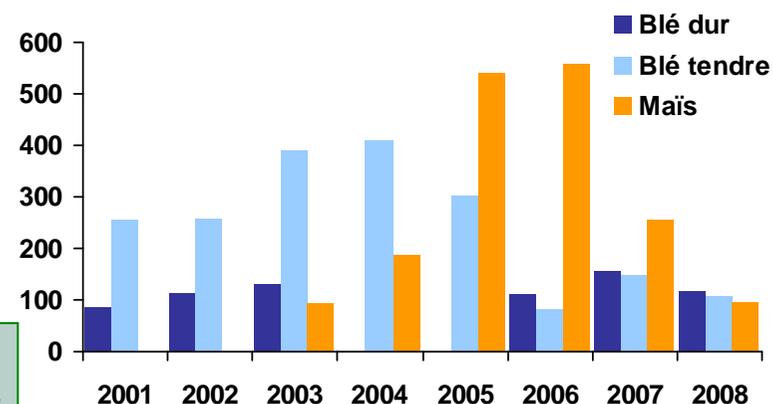
Questionnaire à la parcelle

Echantillonnage :  
3 prises de grain par parcelle

Séchage-Nettoyage-Broyage

Analyse des fusariotoxines par méthode chromatographique

Nb d'enquêtes ARVALIS par espèce



Station météorologique la plus proche

Base de données agronomique pluriannuelle

Données climatiques

Recherches bibliographiques

Identification et hiérarchisation des facteurs de risque

Sélection de variables climatiques

Élaboration et validation de la grille d'évaluation du risque fusariotoxines

Base de données agro-climatique

Élaboration et validation de modèles agro-climatiques

## Modèles ARVALIS blé tendre et blé dur : description et évaluation

Modèles construits par régression linéaire sur les variables agronomiques et climatiques centrées sur la floraison sur le  $\ln(\text{DON})$

Pourcentage de parcelles bien classées par les modèles par rapport aux limites maximales réglementaires



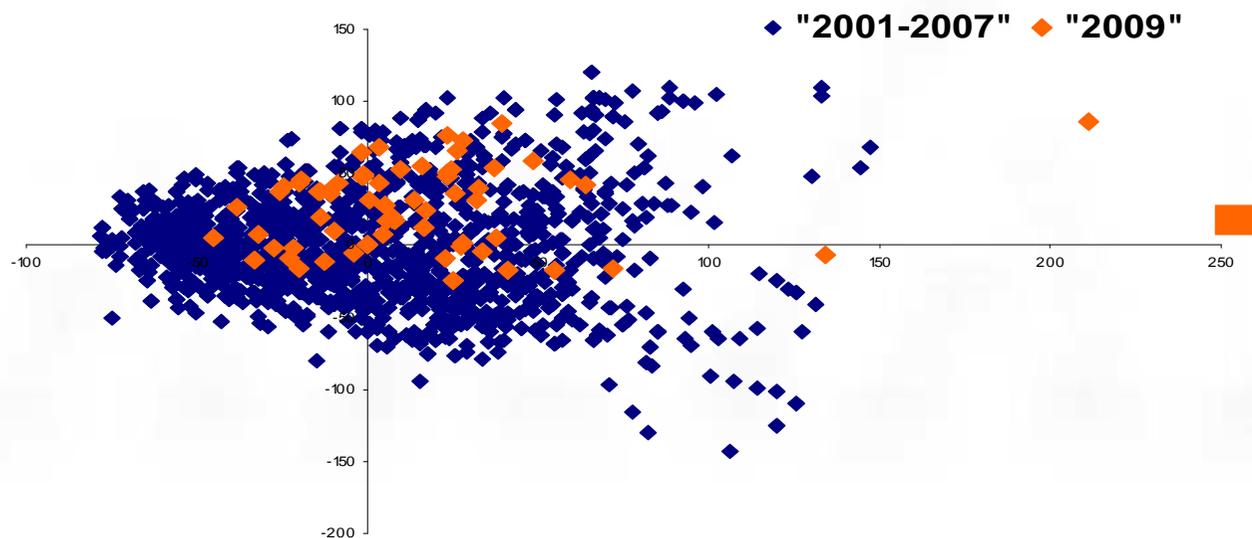
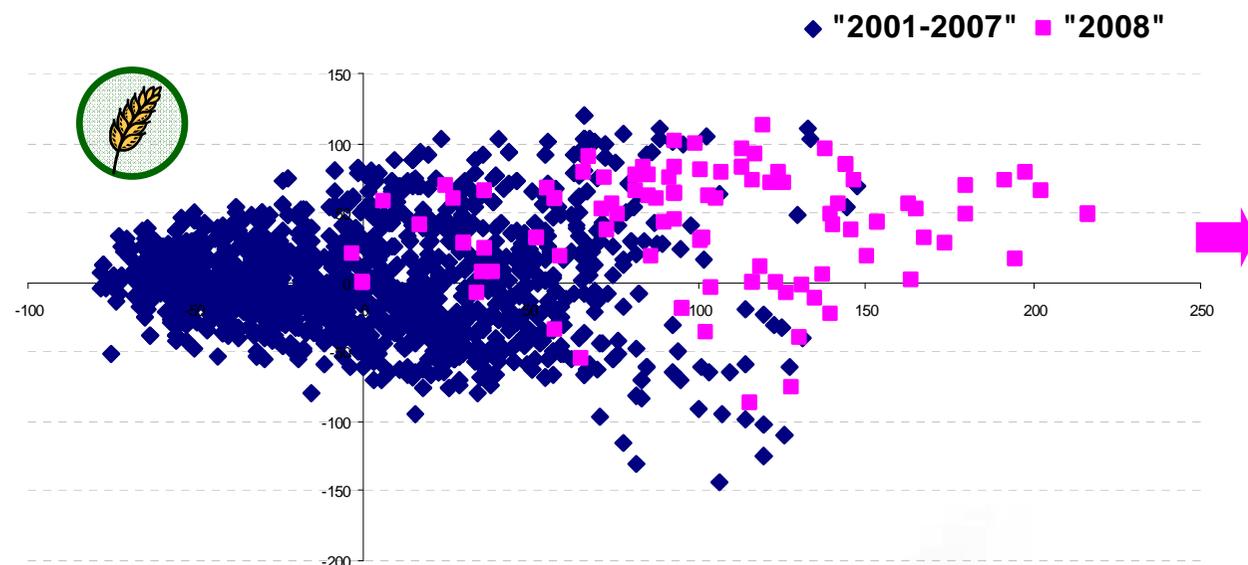
Risque agronomique croissant ↓

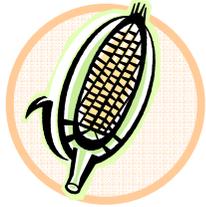
	BT+BD
<b>NB DONNEES</b>	<b>2483</b>
<b>% Bien classées</b>	<b>91%</b>
Risque 1 / a	99%
Risque 2a-2b / b	95%
Risque 3 / c	85%
Risque 4 / d	79%
Risque 5 / e	73%
Risque 6 / f	74%

Années	% Bien classées	N	%parcelles >Limites max réglementaires
2001	98%	324	2%
2002	89%	360	13%
2003	93%	504	9%
2004	93%	387	12%
2005	97%	259	1%
2006	96%	183	1%
2007	79%	286	21%
2008	73%	191	16%

## Pertinence des prévisions

ACP sur les variables climatiques du modèle blé tendre : comparaison entre données qui ont servies à construire le modèle et données 2008 et 2009





## ***Prévisions avant récolte sur maïs***

**Objectif** : prédire les niveaux en mycotoxines quelques semaines ou jours avant la récolte

**2 démarches possibles (qui peuvent être complémentaires) :**

- Utilisation de modèles agro climatiques : prédire des teneurs en mycotoxines à la parcelle avant la récolte à partir de données agronomiques et climatiques
- Pré diagnostic avant récolte : déterminer précocement (début septembre) un niveau de contamination moyen de la parcelle à travers des prélèvements d'épis

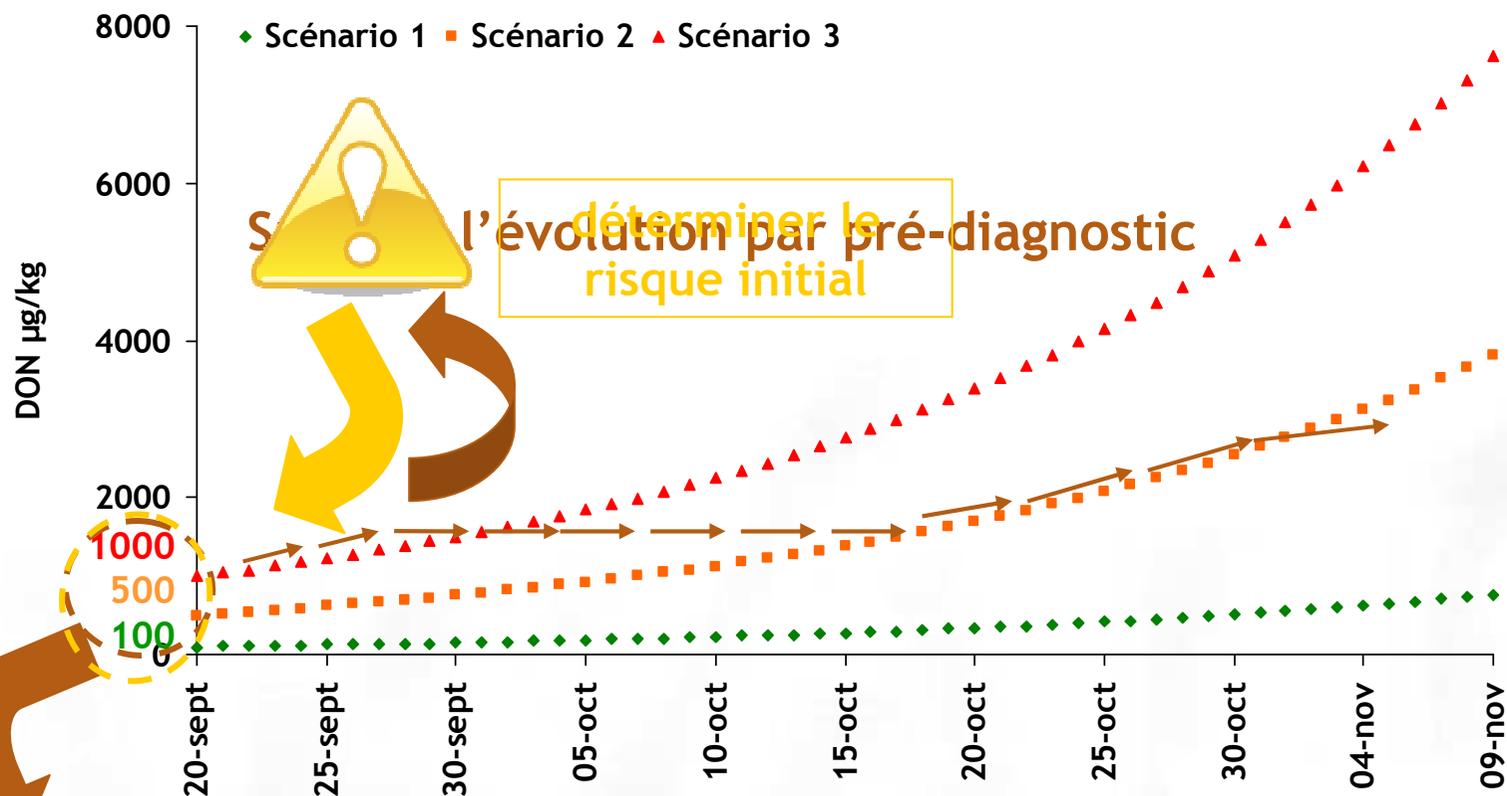
**Limite de ces démarches : Nécessité d'évaluer l'évolution tardive des teneurs en mycotoxines à travers :**

- l'utilisation d'abaques
- un accompagnement dynamique

# Prévisions avant récolte : détermination du niveau de risque initial et dynamique d'évolution



Modélisation de la variable « date de récolte »  
Calcul de l'augmentation de la teneur en mycotoxines par jour, tout autre facteur égal par ailleurs



- Modèle agro-climatique
- Pré-diagnostic

## Tour du monde des modèles

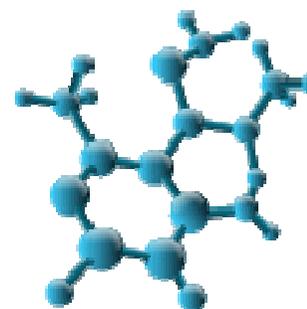
### Modélisation maladie

### Modélisation des teneurs en mycotoxines

-   Moschini *et al.*, 1996
-   Stewart *et al.*, 2002
-   Detrixhe *et al.*, 2003
-   Fernandez *et al.*, 2004
-   De Wolf *et al.*, 2004
-   Samapundo *et al.*, 2005



-   Obst *et al.*, 2001
-   Rossi *et al.*, 2003
-   De la campa *et al.*, 2005
-   Schaasfma et Hooker, 2006
-   Maiorano *et al.*, 2007
-   Froment *et al.*, 2009
-   Van der Fels-Klerx *et al.*, 2009



## Les outils pour maîtriser le risque DON à la disposition des opérateurs en amont des filières

### Quel(s) utilisateur(s) ?

Agriculteurs

Organismes de collecte et stockage

Chambres d'agriculture, prescripteurs ...

### Quelles(s) utilisation(s) ?

Ciblage du conseil sur les parcelles à risque

Préconisation sur la date de traitement optimale

Sensibilisation des adhérents

### Quel(s) utilisateur(s) ?

Organismes de collecte et stockage

### Quelle(s) utilisation(s) ?

Gestion globale du risque au niveau du bassin de collecte

Optimisation de la gestion des lots, adaptation du plan de contrôle

Résultats d'expérimentation  
Gestion des résidus  
Fongicides...

Les grilles agronomiques

Classements de sensibilité variétale

Les modèles agro-climatiques

Positionnement du traitement anti-Fusarium si nécessaire

Prélèvements épis avant récolte

*Merci de votre attention*