

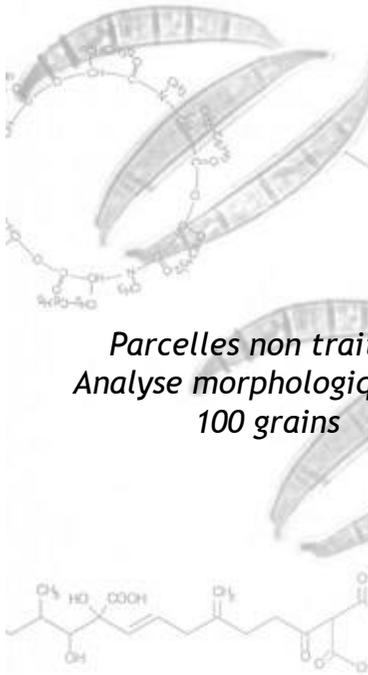
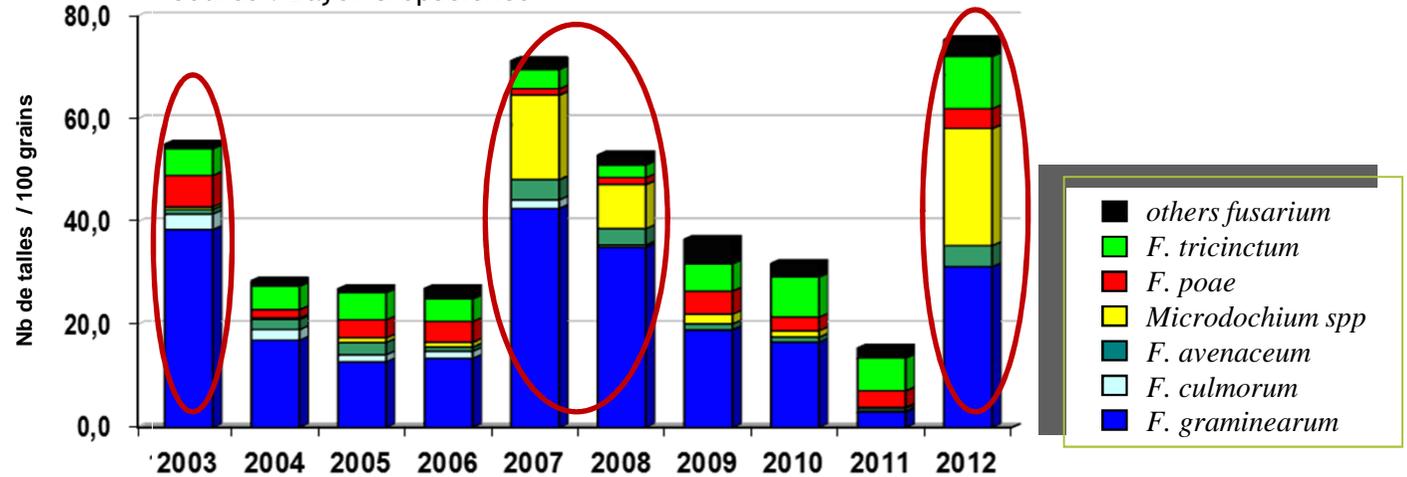
De *Fusarium graminearum* à la production de DON: les outils d'aide à la décision pour gérer le risque sur blés

**Benoît Méléard,
d'après Gourdain *et al.***

Occurrence en France

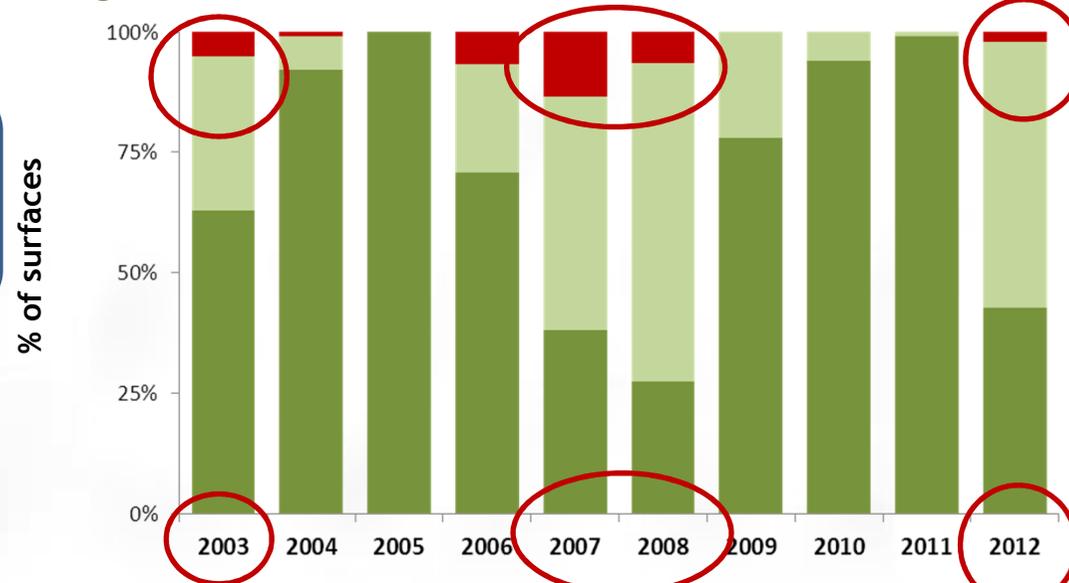
Monitoring Fusariose des épis 2003-2012- Distribution des espèces sur blé

Source : Bayer CropScience



Parcelles non traitées
Analyse morphologique sur
100 grains

Monitoring DON 2003-2012- Distribution sur blé tendre



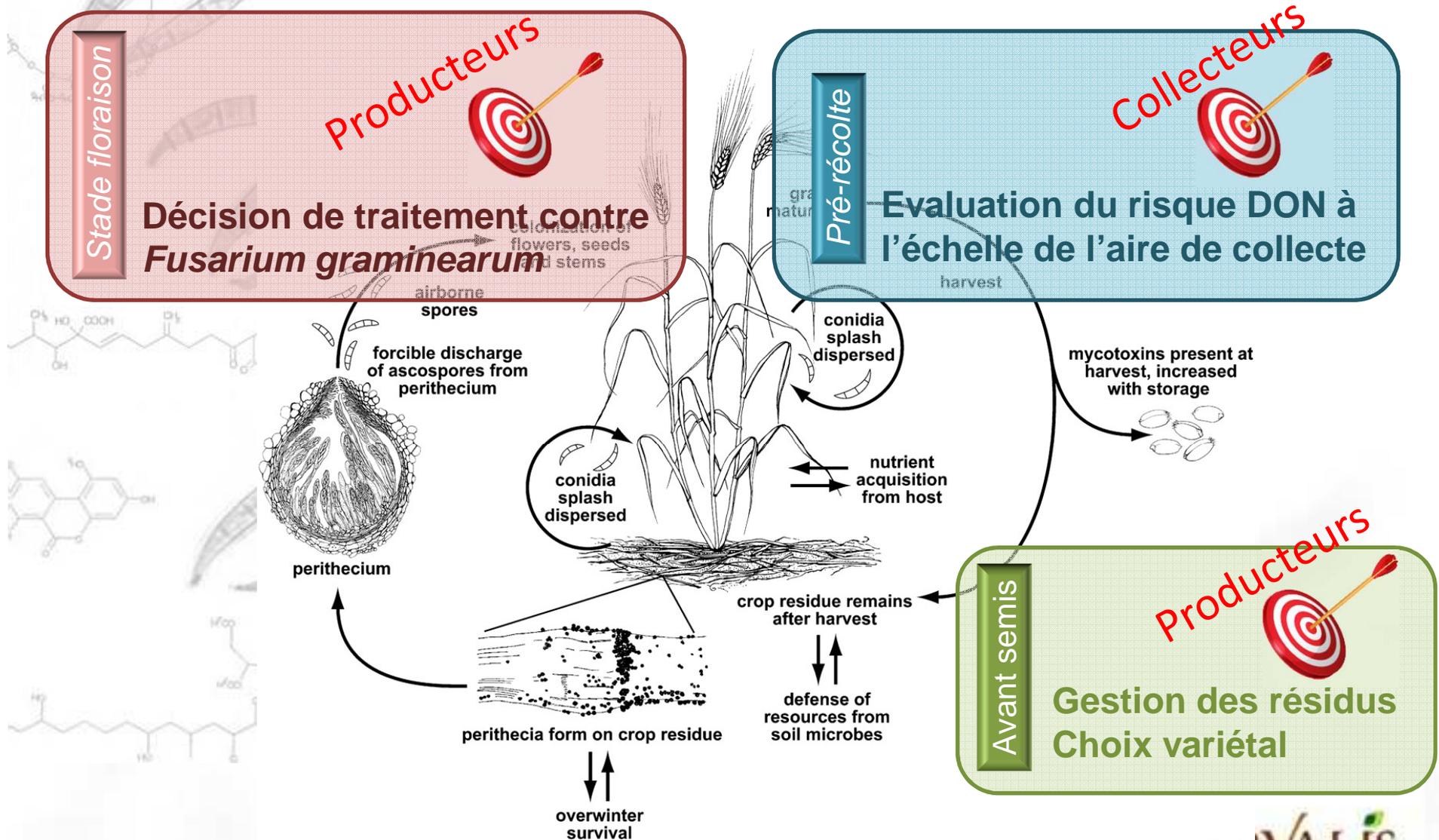
Limite maximale réglementaire en
alimentation humaine :
1250 µg/kg

140 échantillons/ an
µg/kg - LC/MSMS

Source : ARVALIS-Institut du végétal-FranceAgriMer



un OAD, un usage, un utilisateur



Fusarium graminearum epidemiology cycle, Trail 2009

Les méthodes mises en œuvre pour développer les OAD

Risque DON
Depuis 2001

1^{ère} approche: enquêtes au champ – modèle statistique

Producteurs

Réduire le risque avant semis / aide au traitement

Grille de risque DON

Evaluation des fongicides

Evaluation des sensibilités variétales

Collecteurs

Prédire le niveau de DON

Evaluer le risque à l'échelle de l'aire de collecte

F. Graminearum
Depuis 2010

2^{ème} approche : épidémiologie – modèle mécaniste

Producteurs

Modèle de prévision du risque F. Graminearum

Aide au traitement



1^{ère} approche, enquêtes au champ

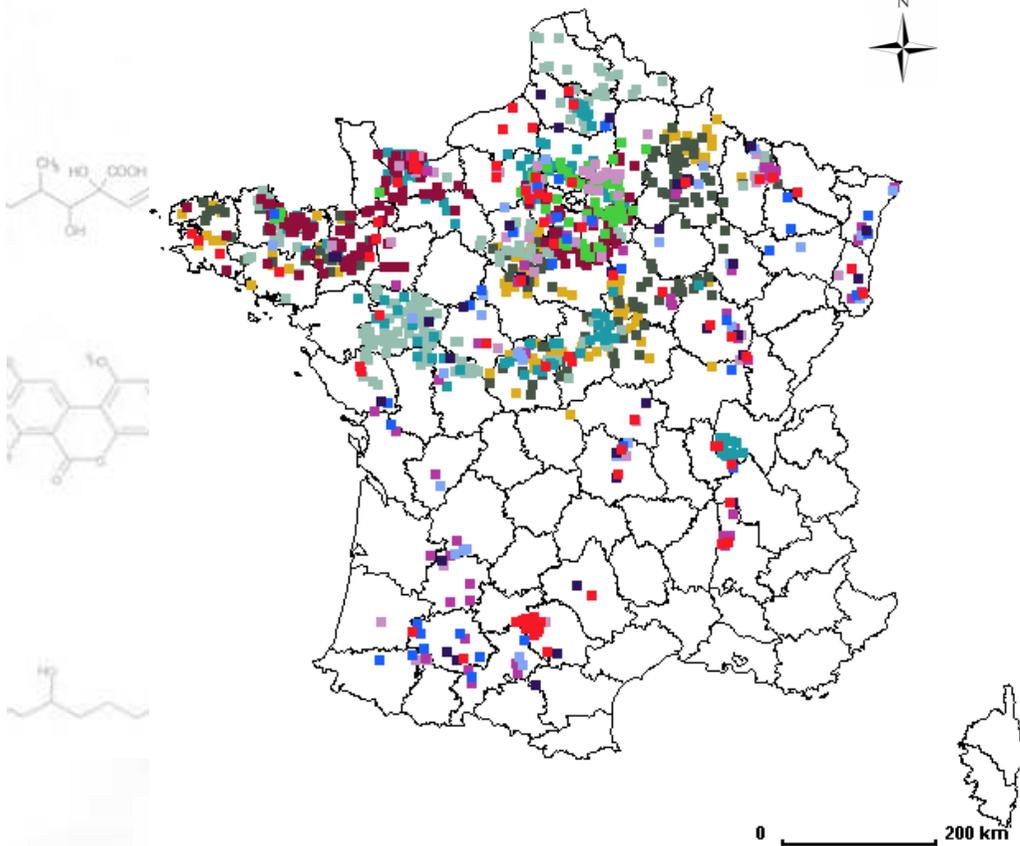
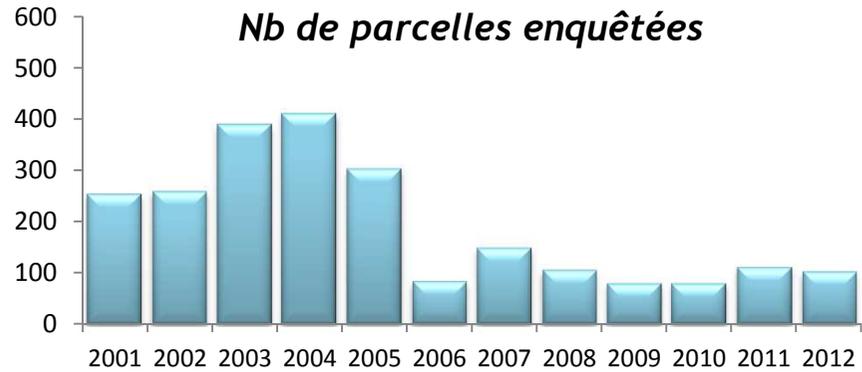
Avant semis

Producteurs

Gestion des résidus
Choix variétal



Parcelles



Base de données

- Echantillon récolte: 3 éch/ parcelle
- Réception/enregistrement
Nettoyage/broyage
- Trichothécènes par LC-MS-MS
- Enregistrement des pratiques agronomiques
- Analyse stat multivariée





1er OAD : Evaluation du risque DON sur blé

La prévention du risque au semis

Gestion des résidus*		Sensibilité variétale	Risque
Céréales à paille, colza, lin, pois, féverole, tournesol	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	1 3
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	2 3
Betteraves, pomme de terre, soja, autres	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	2 3
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	2 4
Maïs et sorgho fourrages	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	2 4
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	5 6
Maïs et sorgho grains	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	2 3 4
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Peu sensibles Moyennement sensibles Sensibles	5 6 7

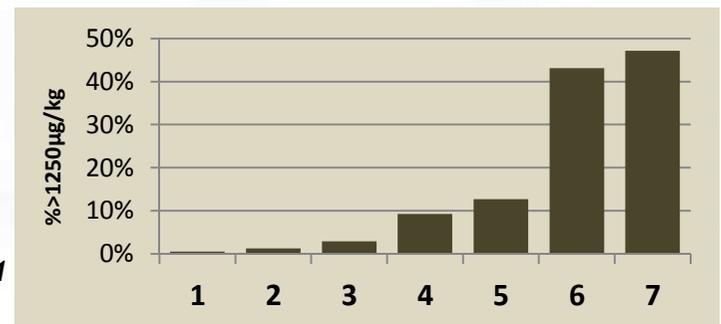
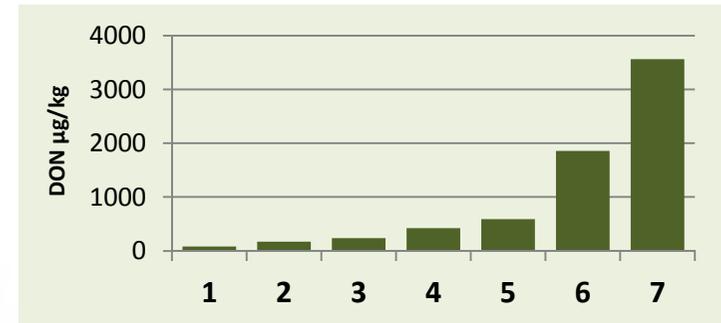
ARVALIS-Institut du végétal 2011

Enquêtes au champ 2001-2011

N=1784 data

Sensibilité des variétés au risque DON* (*Fusarium graminearum*) - échelle 2012/2013

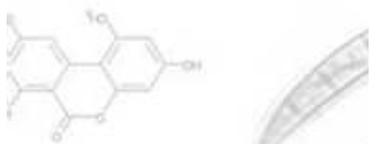
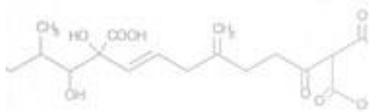
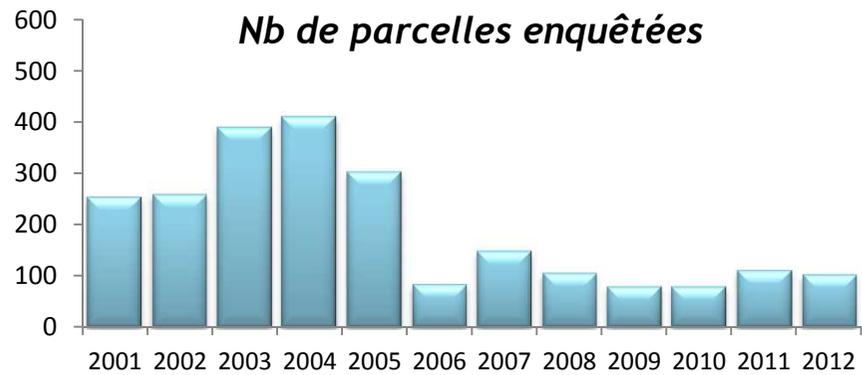
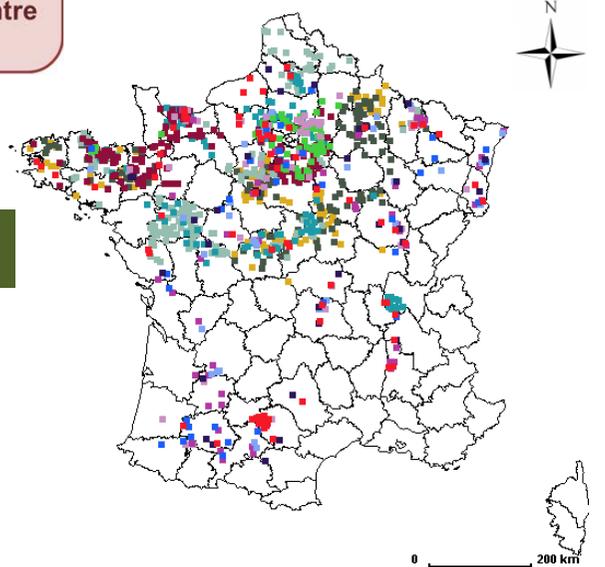
Références		Variétés peu sensibles		Variétés récentes	
GRAINDOR	MANAGER	APACHE	7	TULIP	
		RENAN	6.5		
HYSUN	BAROK	ALIGATOR	6	FLUOR	SOKAL
	CHEVALIER	GALIBIER			
		ALIXAN	5.5	BRENTANO	CROISADE
	NOGAL	AS DE CŒUR			
SPONSOR	HYSTAR	ARLEQUIN	5	ADHOC	HYBERY SY EPSON
		SOLEHIO		PAKITO	SCENARIO
		ISTABRAQ		ROCHFORT	SWEET SY MATTIS
		MERCATO	4.5	ARKEOS	KARILLON
SOLLARIO	KORELI	AUBUSSON			
SELEKT	EUCLIDE	ALTIGO	4		
GLASGOW	EXPERT	BOREGAR		ALLEZ Y	
SCOR	ROSARIO	DINOSOR	3.5		
PREMIO	COMPIL	BERMUDE	3		
TRAPEZ	CAPHORN	ACCROC			
		AZZERTI	2.5	MUSIK	
	PR22R58	ROYSSAC	2		



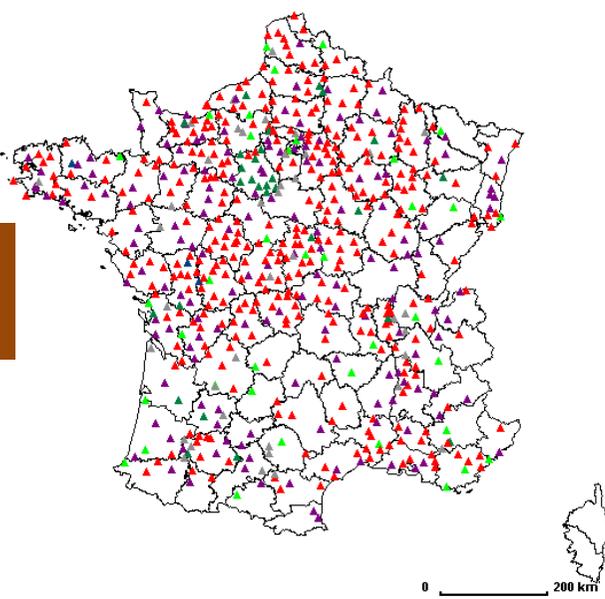
1^{ère} approche, enquêtes au champ ⁷

Stade floraison
Producteurs
Décision de traitement contre *Fusarium graminearum*

Parcelles



Réseau de station météo



Base de données

- Echantillon récolte: 3 éch/ parcelle
- Réception/enregistrement
Nettoyage/broyage
- Trichothécènes par LC-MS-MS
- Enregistrement des pratiques agronomiques
- Données météo de la station la plus proche
- Analyse stat multivariée



Stade floraison

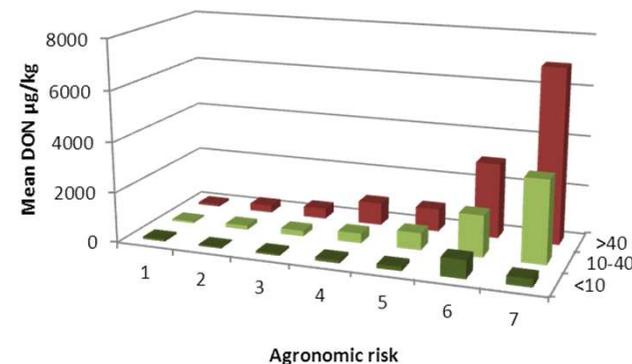
Producteurs

Décision de traitement contre *Fusarium graminearum*

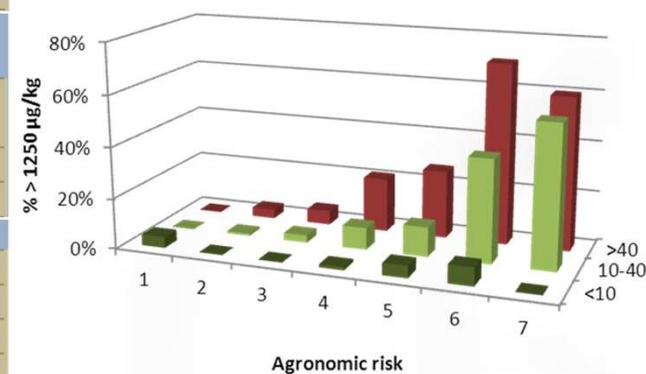
2nd OAD : Aide au traitement contre *Fusarium graminearum*

Gestion des résidus*	Sensibilité variétale	Risque	Pluie à la floraison		
			<10	10-40	>40
Céréales à paille, colza, lin, pois, féverole, tournesol	Peu sensibles	1			
	Moyennement sensibles	2			
	Sensibles	3			T**
	Peu sensibles	2			
	Moyennement sensibles	3			T
	Sensibles	3			T
Betteraves, pomme de terre, soja, autres	Peu sensibles	2			
	Moyennement sensibles	3			
	Sensibles	3			T
	Peu sensibles	2			
	Moyennement sensibles	3			T
	Sensibles	4		T	T
Maïs et sorgho fourrages	Peu sensibles	2			
	Moyennement sensibles	3			
	Sensibles	4			T
	Peu sensibles	5		T	T
	Moyennement sensibles	6	T	T	T
	Sensibles	6	T	T	T
Maïs et sorgho grains	Peu sensibles	2			
	Moyennement sensibles	3			T
	Sensibles	4			T
	Peu sensibles	5		T	T
	Moyennement sensibles	6	T	T	T
	Sensibles	7	T	T	T

ARVALIS-Institut du végétal 2011



Class of rain (mm) around flowering



Class of rain (mm) around flowering

Enquêtes au champ 2001-2011
N=1784 data



Stade floraison
Producteurs
Décision de traitement contre Fusarium graminearum

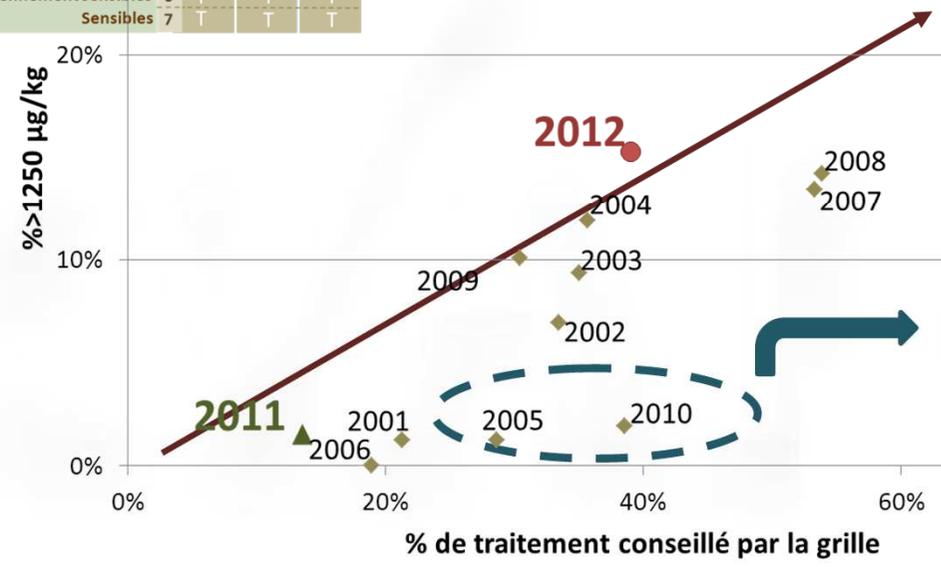
Les limites de la grille

Gestion des résidus*	Sensibilité variétale	Risque	Pluie à la floraison			
			<10	10-40	>40	
Céréales à paille, colza, lin, pois, féverole, tournesol	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles				
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Moyennement sensibles			T**	
		Sensibles			T	
	Betteraves, pomme de terre, soja, autres	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
		Techniques sans labour ou résidus en surface	Moyennement sensibles			T
			Sensibles			T
Maïs et sorgho fourrages		Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
	Techniques sans labour ou résidus en surface	Moyennement sensibles		T	T	
		Sensibles		T	T	
	Maïs et sorgho grains	Labour ou résidus enfouis	Peu sensibles			
		Techniques sans labour ou résidus en surface	Moyennement sensibles		T	T
			Sensibles		T	T
Sensibles				T	T	

Application de la grille sur des données d'enquêtes

Recommandations de traitement mieux adaptées aux conditions de l'année

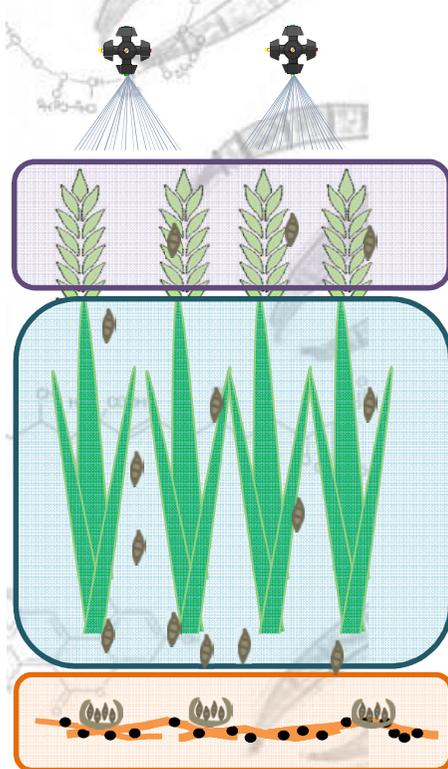
Source : enquêtes blé tendre agriculteurs ARVALIS-Institut du végétal 2001-2011



Climat au printemps??



3^{ème} OAD en construction : Un modèle mécaniste



Objectif : développer un outil d'aide à la décision pour aider les agriculteurs à traiter ou non contre la fusariose de l'épi à la floraison des blés

Hypothèses de travail:

les résidus de la récolte précédente permettent la conservation *Fusarium graminearum* en période hivernale sous forme de structure reproductrice : les périthèces. En fin de maturation et sous certaines conditions environnementales, ces périthèces rejettent des ascospores qui constituent la part majeure de l'inoculum des blés

Approche épidémiologique:

- ➔ **Etape 1 :** définition du pathosystème dans un diagramme relationnel
- ➔ **Etape 2 :** collecte des informations dans la littérature (essais en laboratoire pour avoir une large gamme de variabilité)
- ➔ **Etape 3 :** ajustement des équations du modèle
- ➔ **Etape 4 :** validation du modèle par des données indépendantes

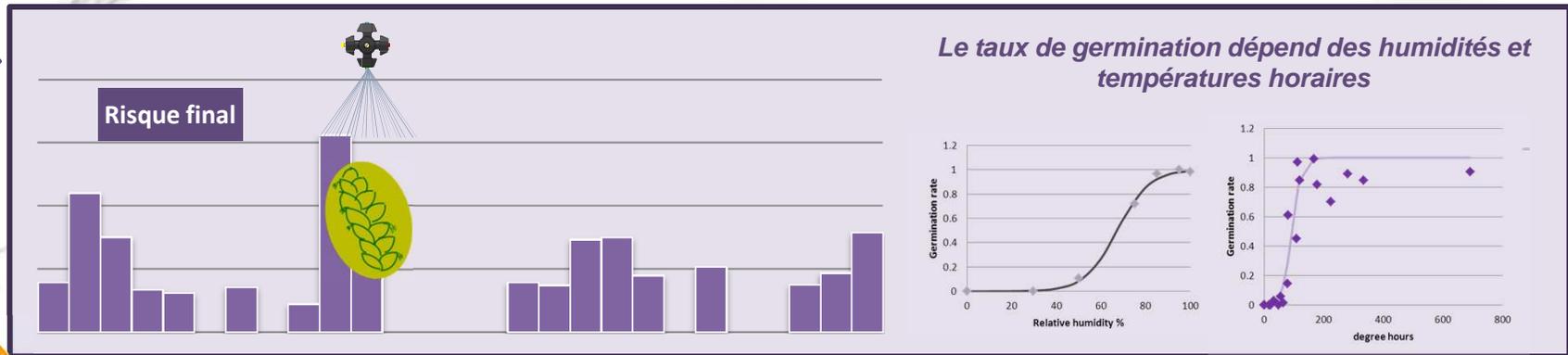
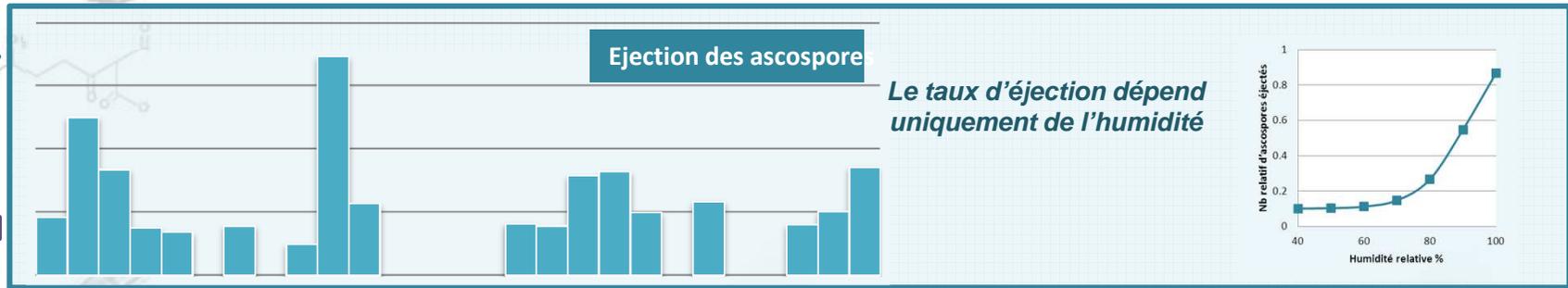
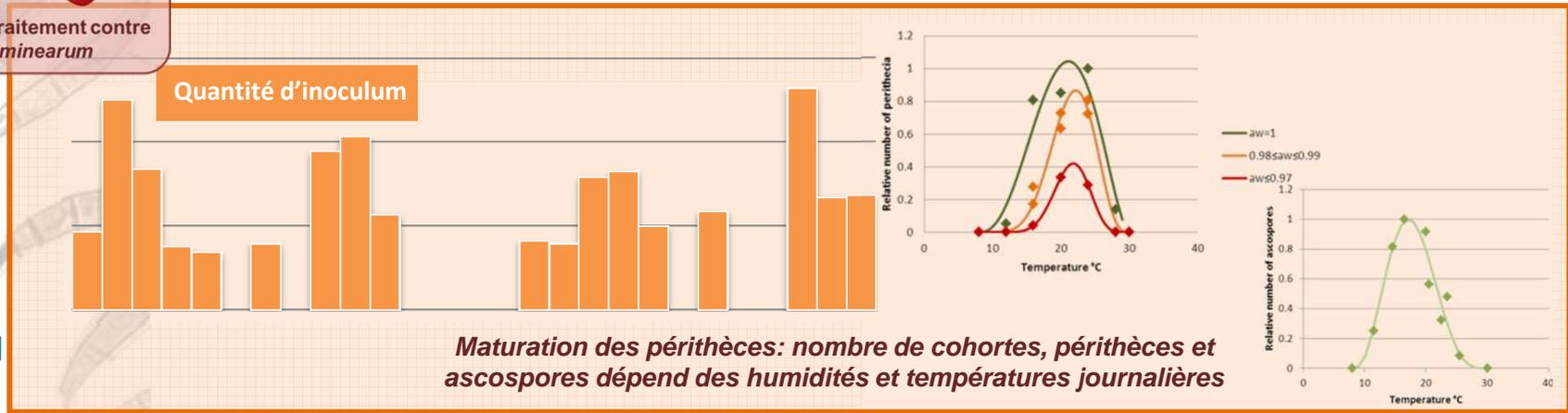


Ajustement des équations du système

Stade floraison

Producteurs

Décision de traitement contre *Fusarium graminearum*



Taux d'éjection

Taux de germination

Validation en cours



4^{ème} OAD : Un modèle pour prédire le DON

Modéliser le risque climatique

Pré-récolte
Collecteurs
 Evaluation du risque DON à l'échelle de l'aire de collecte

Variable à prédire : ln(DON)

Variables agronomiques
 Précédent cultural, travail du sol, sensibilité variétale

Variables climatiques
 70 variables simples et combinées :
Température journalière: -min/max/moyenne -fréquences/sommes
Pluie journalière: -fréquences/sommes
Stades : De méiose à 15 jours après floraison
 Exemples : nb jours T_{moy}>16 et pluie>1mm flo-8 flo+3
 Somme pluies flo-8 flo+8

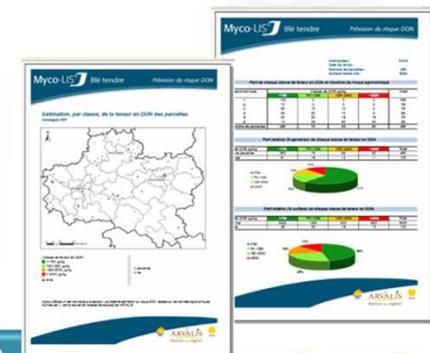
Piroux and Gourdain, unpublished data

Modèle retenu : régression mixte linéaire avec sélection backward
 → Pas d'interaction entre variables climatiques et agronomiques

Myco-LIS® Un OAD intégré

- Données collectées :**
- Précédent et travail du sol
 - variété et date de semis
 - localisation de la parcelle

Données climatiques de la station la plus proche pour alimenter :
 Modèle de prévision des stades phénologiques
 Modèle de prévision du DON

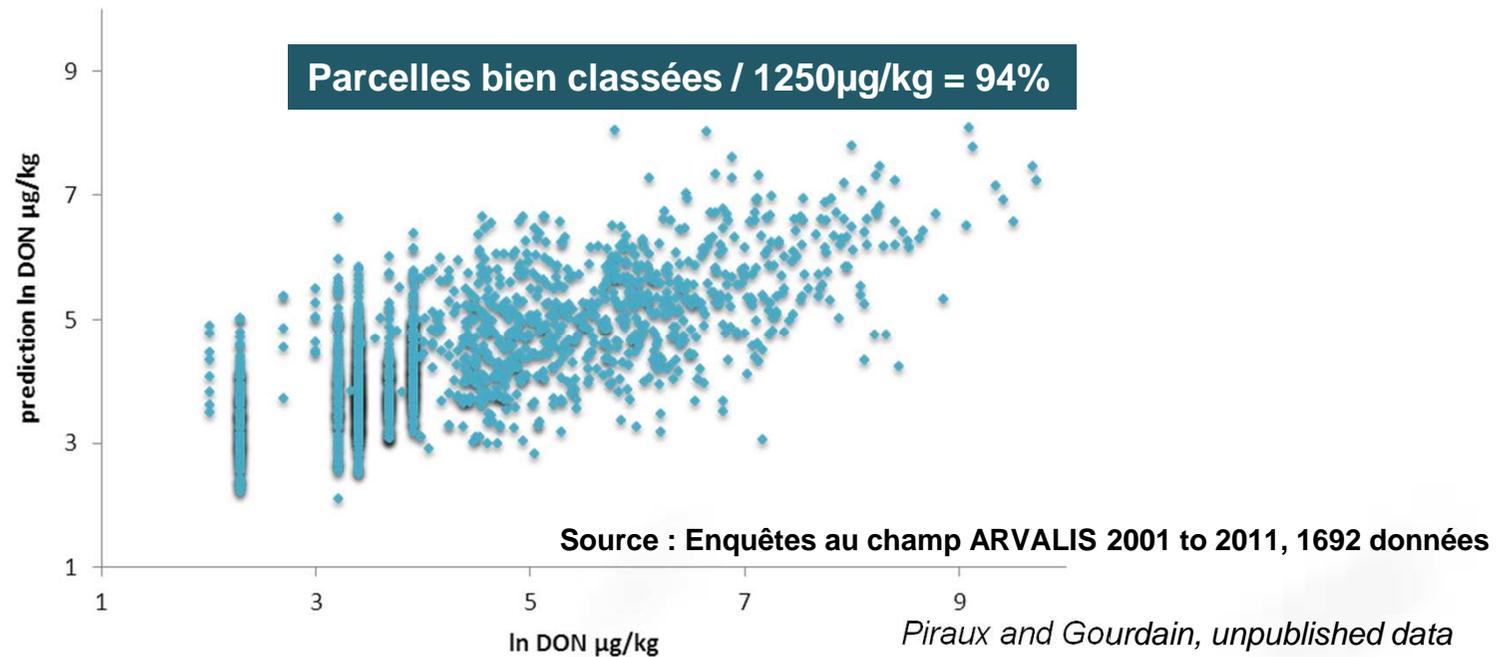




Modéliser le risque climatique

Qualité prédictive du modèle

Modèle final : robustesse évaluée par validation croisée : $EF_{CV} = 40\%$



Limite du modèle

Analyses des échantillons depuis 2007 dans le cadre des projets DON&Co et ECOFUSA financés par l'ANR et le CASDAR



Conclusion : un OAD, un usage, un utilisateur

Décision de traitement contre *Fusarium graminearum*

**Producteurs
Stade floraison**

Crop residue management	Varietal susceptibility	Rain (mm) annual flowering (0-7 June)		
		<10	10-40	>40
Cereals, oilseed, flax, peas, beans, sunflowers	Ploughing	Low susceptibility	1	
	No ploughing	Medium susceptibility	2	T
		Susceptible	3	T
Sugarbeet, potatoes, soya, other	Ploughing	Low susceptibility	2	
	No ploughing	Medium susceptibility	3	T
		Susceptible	4	T
Forage maize Forage sorghum	Ploughing	Low susceptibility	2	
	No ploughing	Medium susceptibility	5	T
		Susceptible	6	T
Grain maize Grain sorghum	Ploughing	Low susceptibility	2	
	No ploughing	Medium susceptibility	3	T
		Susceptible	4	T

Final risk

airborne spores

for of ascospores from perithecium

Evaluation du risque DON à l'échelle de l'aire de collecte

**Collecteurs
Post-récolte**

Myco-LIS®

grain maturati

conidia splash dispersed

harvest

mycotoxins present at

harvest, increased with storage

**Gestion des résidus
Choix variétal**

**Producteurs
Avant semis**

Gestion des résidus*	Sensibilité variétale	
	Peu sensibles	Moyennement sensibles
Céréales à paille, colza, lin, pois, féverole, tournesol	1	2
	2	3
	3	4
Betteraves, pomme de terre, soja, autres	2	3
	3	4
	4	5
Mais et sorgho fourrages	2	3
	3	4
	4	5
Mais et sorgho grains	2	3
	3	4
	4	5

perithecia form on crop res

overwinter survival