

Contamination des céréales et du maïs par les mycotoxines : Etat des lieux et pistes de gestion du risque

syngenta

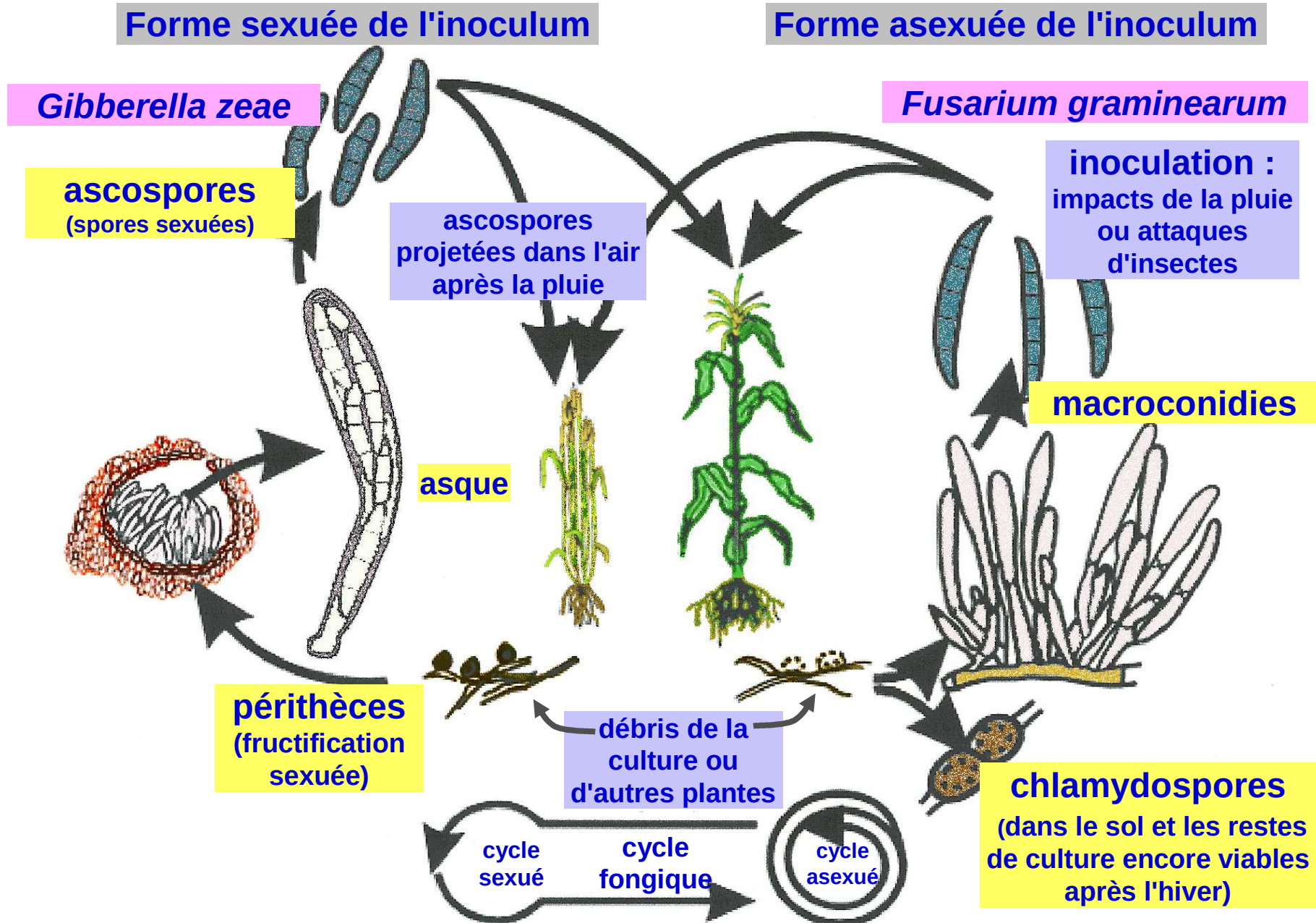


Académie d'Agriculture - 22 mars 2017



Etat des lieux

Cycle de la fusariose de l'épi chez le blé et le maïs (d'après F. Fleurat-Lessard)



Plans de surveillance Italie



DON Season	Common wheat			Durum wheat		
	Positive samples (%)	Mean value (µg/kg)	Maximum value (µg/kg)	Positive samples (%)	Mean value (µg/kg)	Maximum value (µg/kg)
1997-98	30	140	1000	92	200	1540
1998-99	61	220	960	83	250	1200
1999-2000	38	610	3000	61	1100	6420
2000-01	50	150	480	28	90	250
2001-02	100	590	1860	79	420	3900
2002-03	16	180	350	5	80	110
2003-04	4	110	110	5	170	850

Analysed samples HPLC **945**; 1997-98: **155**; 1998-99: **268**; 1999-2000: **88**; 2000-01: **109**; 2001-02: **154**; 2002-03: **89**; 2003-04: **82**.

Campagna et al., 2005

DON Durum wheat	2008	2009
No analysed samples	136	93
No positive samples	99 (73%)	67 (72%)
Mean of positives (µg/kg)	1170	672
Min (µg/kg)	20	20
Max (µg/kg)	8240	3460
< 20 µg/kg (LOD)	37 (27%)	26 (28%)
20-1750 µg/kg	71 (52%)	60 (65%)
> 1750 µg/kg	28 (21%)	7 (7%)

Pascale et al., 2010

T-2 + HT-2 Common wheat	2011	2012	2013
No analysed samples	352	338	330
< 25 µg/kg (LOD)	297 (84%)	333 (98%)	324 (98%)
> 25 µg/kg	55 (16%)	5 (2%)	6 (2%)
Min (µg/kg)	26	26	27
Max (µg/kg)	167	41	55
Mean of positives (µg/kg)	50	34	44

Vaccino et al., 2014

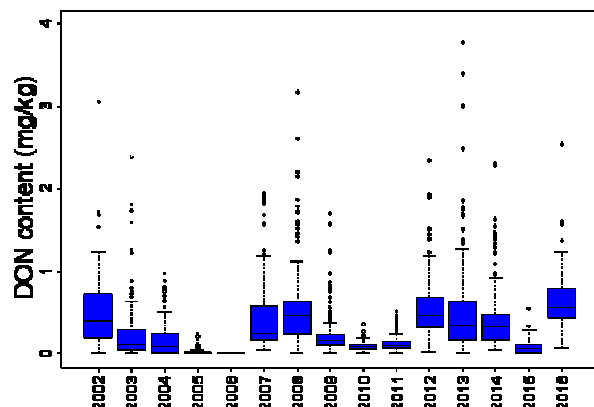
T-2 + HT-2 Durum wheat	2008	2009
No analysed samples	136	93
No positive samples	81 (60%)	54 (58%)
Mean of positives (µg/kg)	27	25
Min (µg/kg)	3	5
Max (µg/kg)	122	108
< 3 µg/kg (LOD)	55 (40%)	39 (42%)
3-100 µg/kg	77 (57%)	53 (57%)
> 100 µg/kg	4 (3%)	1 (1%)

Pascale et al., 2010

Autres plans de surveillance en Europe



Blé Belgique



Tabel 1: gemiddeld DON gehalte (mg/kg), mediaan, 25 en 75 % quantile

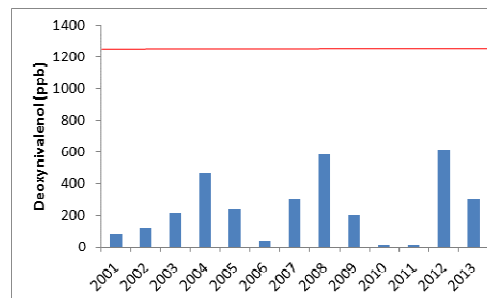
Jaartal	Gemiddelde	Mediaan	25 % quantile	75 % quantile
2002	0.470	0.352	0.183	0.657
2003	0.240	0.106	0.039	0.270
2004	0.150	0.083	0.013	0.206
2005	0.016	0.000	0.000	0.016
2006	0.000	0.000	0.000	0.000
2007	0.368	0.212	0.149	0.522
2008	0.494	0.422	0.214	0.565
2009	0.199	0.137	0.100	0.200
2010	0.088	0.082	0.058	0.111
2011	0.112	0.086	0.064	0.125
2012	0.494	0.426	0.284	0.609
2013	0.433	0.298	0.146	0.565
2014	0.396	0.282	0.157	0.429
2015	0.074	0.048	0.000	0.109
2016	0.610	0.504	0.407	0.715

Maïs Belgique

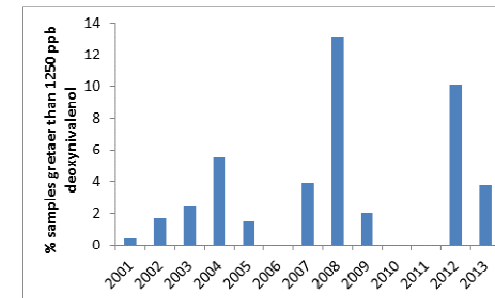
84
données

2014			
Mycotoxine	Median	Max	Min
NIIV	580	2404	0
DON	1002,5	4136	0
ZEA	0	1524	0
FUMs	0	0	0
2015			
Mycotoxine	Median	Max	Min
NIIV	331	1177	106
DON	340,5	1715	0
ZEA	91,5	1483	0
FUMs	0	123	0

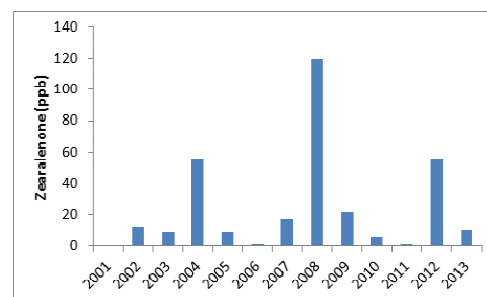
Blé Royaume-Uni



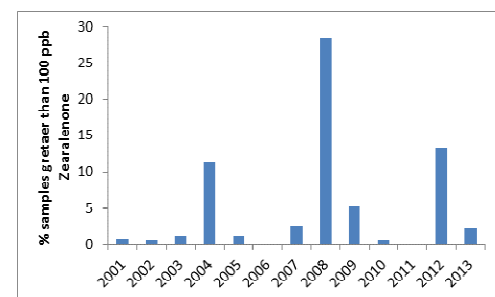
Moyenne DON à la récolte



% supérieur à la limite réglementaire DON



Moyenne ZEA à la récolte



% supérieur à la limite réglementaire ZEA

Nb données

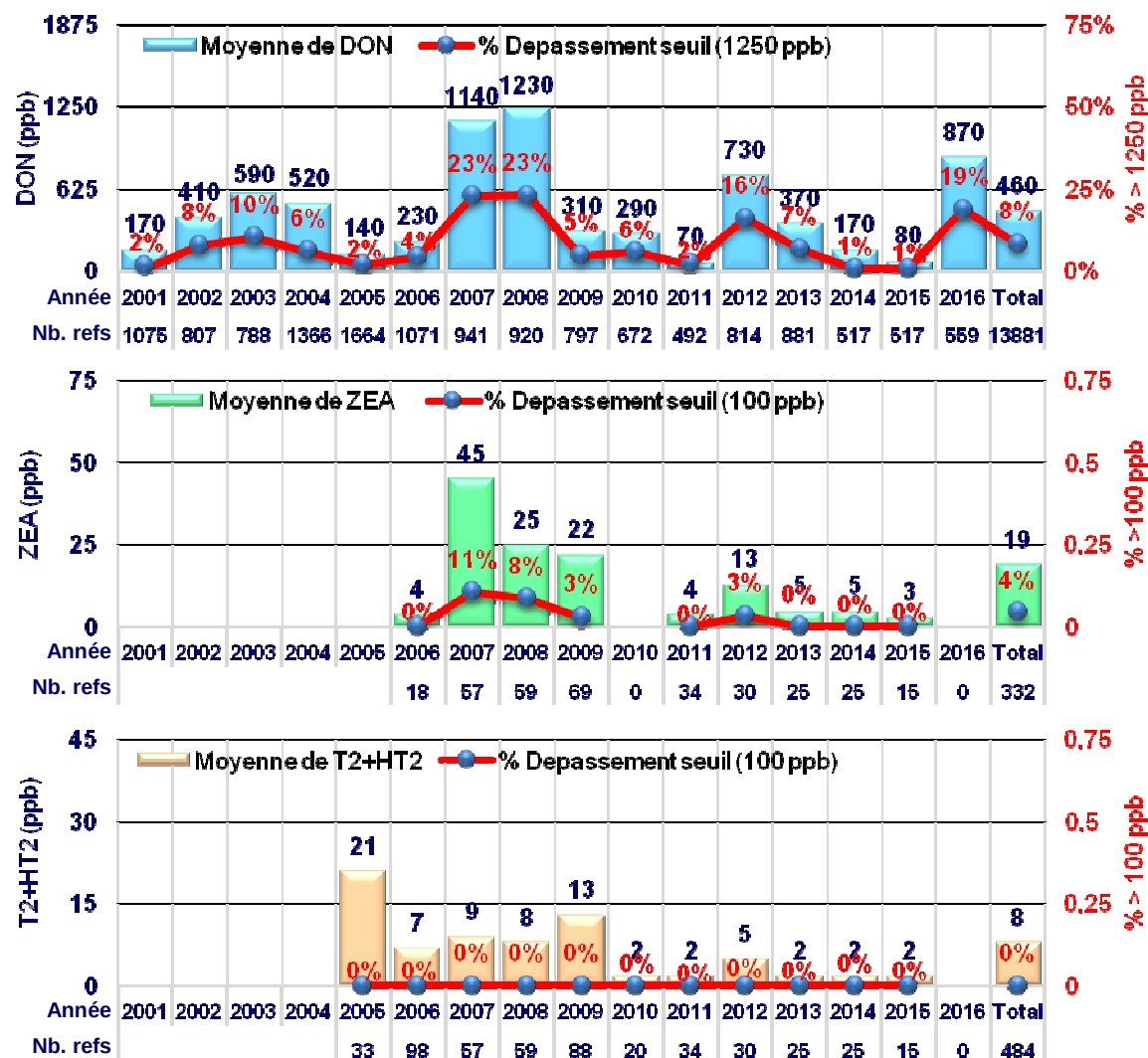
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Total
343	343	328	344	326	182	152	175	152	177	150	158	130	2960

Source : Prof. Simon Edwards Harper Adams University UK
Founded by AHDB

Source : Prof. G Haesaert Ghent University Belgique



Plan de surveillance France blé tendre

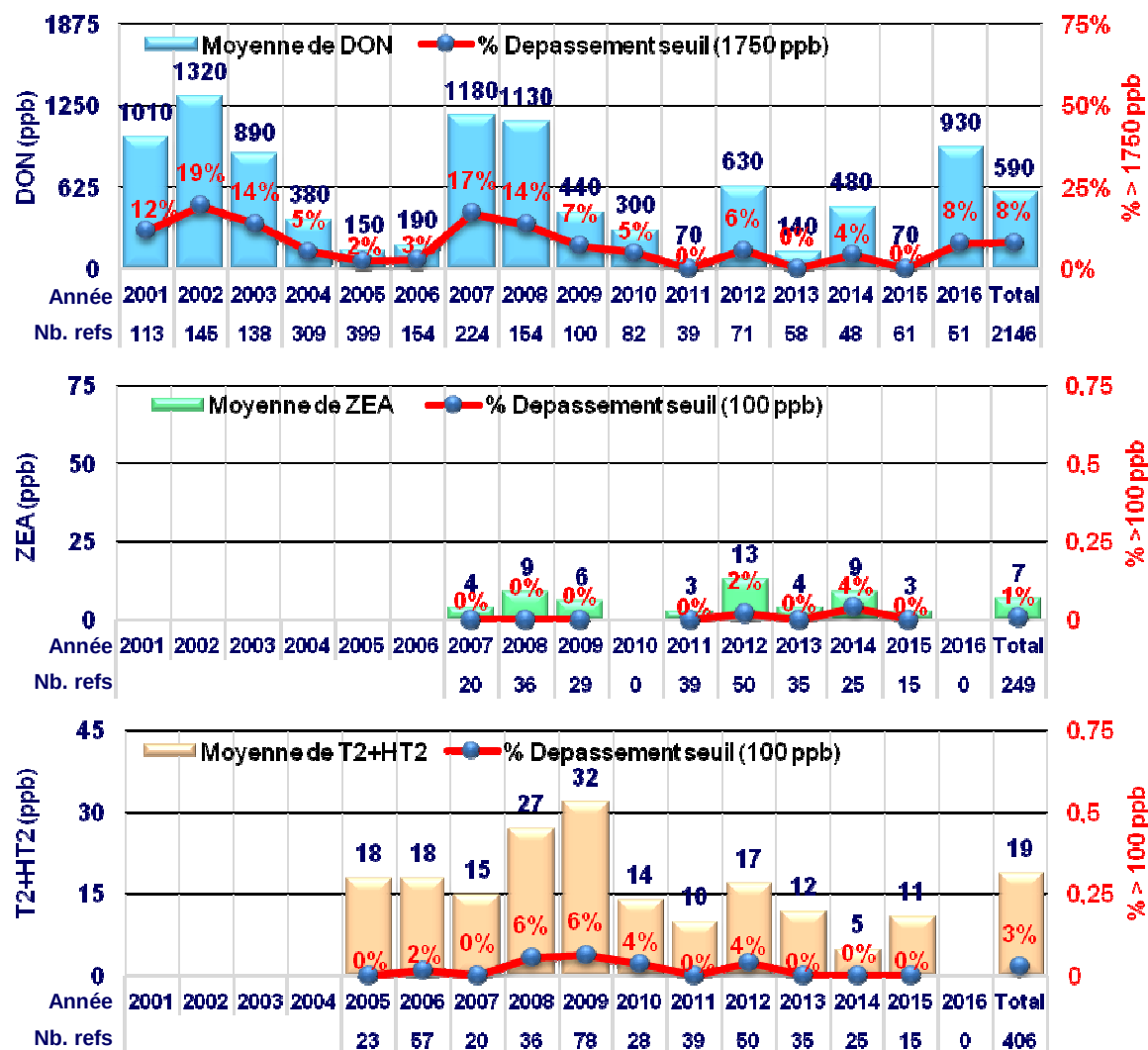


- Issu de 16 années pour le DON
- Total échantillons 16748 dont pleinement exploitables : 13881 déoxynivalénol (DON), 332 zéaralénone (ZEA) et 484 T2+HT2
- 2003, 2007, 2008, 2012 et 2016, années les plus fortes en DON
- ZEA plus forte en 2007 et 2008 (2016 en cours d'analyse)
- T2 HT2 pas d'analyse > 100 ppb

Données Syngenta France 2017 en partenariat avec les collecteurs
Analyses sur grains sortis champ (sans nettoyage ni calibrage)



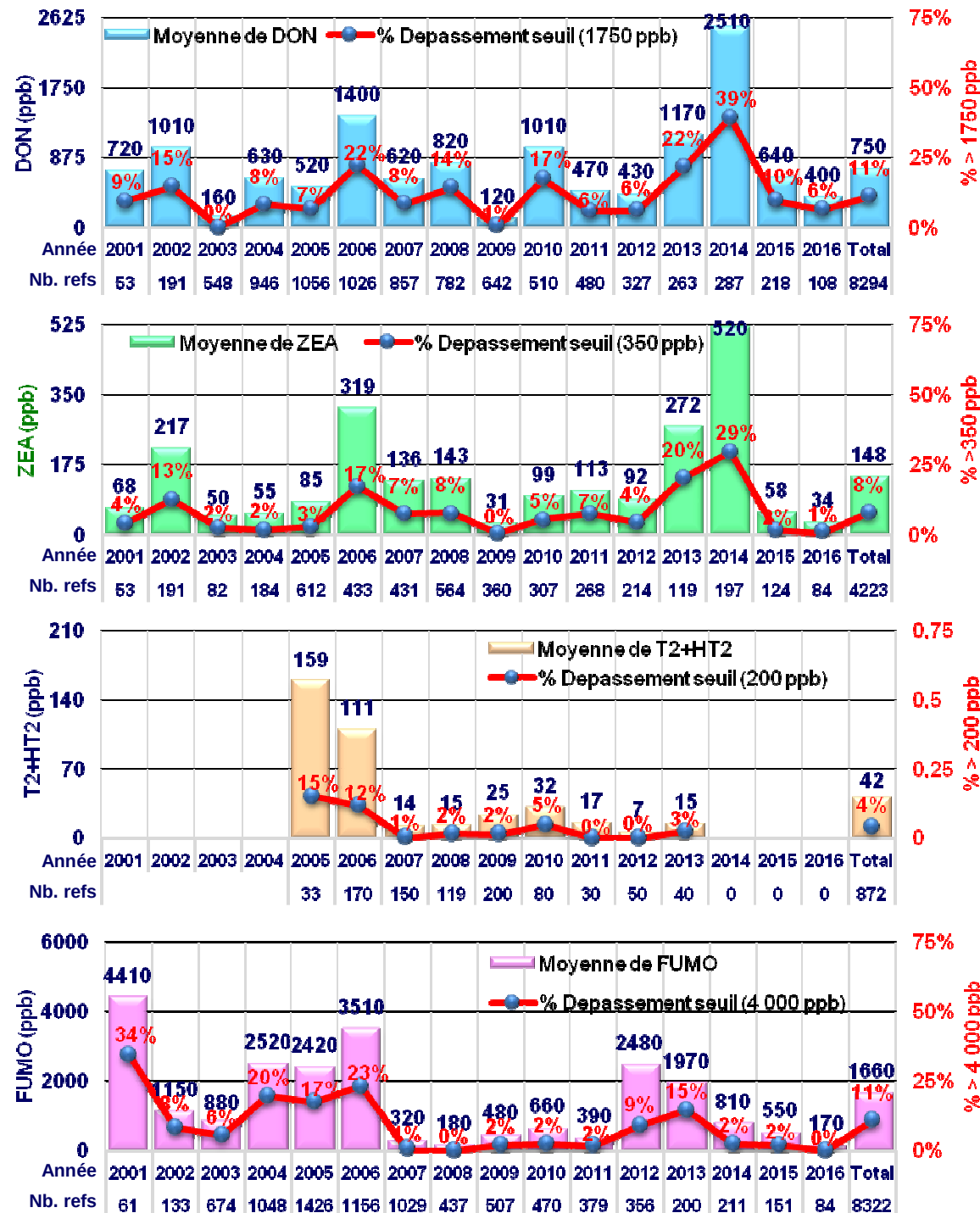
Plan de surveillance France blé dur



- Issu de 16 années pour le DON
- Total échantillons 2552 dont pleinement exploitables 2146 DON, 249 ZEA et 406 T2+HT2
- 2001, 2002, 2003, 2007, 2008, 2016 années les plus fortes en DON
- Peu de ZEA
- 2008 et 2009 les plus fortes en T2+HT2

Données Syngenta France 2017 en partenariat avec les collecteurs
Analyses sur grains sortis champ (sans nettoyage ni calibrage)

Plan de surveillance France Maïs



- Issu de 16 années (sauf T2HT2)
- Total échantillons 11105 dont pleinement exploitables 8294 DON, 4223 ZEA, 872 T2+HT2, 8322 fumonisines et 50 aflatoxines
- 2006, 2013 et 2014 les plus fortes en DON & ZEA
- 2005, 2006 les plus forte en T2+HT2
- 2001 et 2006 les plus fortes en fumonisines B1 B2 (FUMO)
- Aflatoxines B1 B2 G1 G2 analysées en 2006, 2009, 2012 et 2015 : toutes nd sauf 2 < 1,2 ppb

Données Syngenta France 2017 en partenariat avec les collecteurs
Analyses sur grains sortis champ (sans nettoyage ni calibrage)

Plan de surveillance France orges

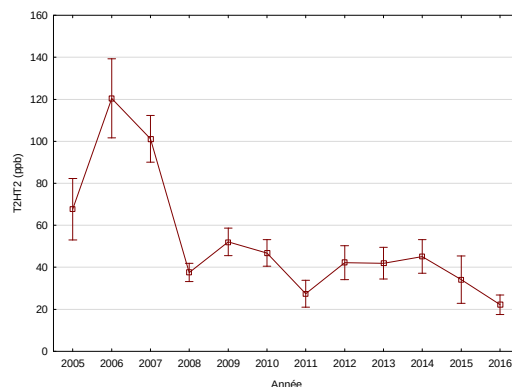


OP : DON et T2HT2

OP et OH : enniatines

Année	N	DON (ppb) Moyenne	T2HT2 (ppb) *			
			Moyenne	Médiane	%>100ppb	%>200ppb
2005	197	37	68	38	13	7
2006	335	135	120	60	36	21
2007	667	196	101	45	28	16
2008	581	370	38	19	8	2
2009	415	120	52	28	14	5
2010	350	432	47	29	11	2
2011	183	35	27	14	4	1
2012	161	239	42	26	9	3
2013	195	70	42	23	13	4
2014	130	33	45	30	13	2
2015	106	11	34	13	7	5
2016	105	100	22	14	2	0
2005-2016	3 425	196	62	28	16	7

* Valeur maximum T2HT2 observée sur OP : 1 553 ppb



Espèces	Années	N	Moyenne	Médiane	Max
OP	2009	99	227	127	2 461
	2012	12	222	160	431
	2013	21	94	93	170
	2014	129	1 182	464	12 051
	2016	16	589	298	3753
	2009-2016	277	682	249	12 051
OH	2012	12	38	40	42
	2013	10	25	27	28
	2016	60	517	445	1 781
	2012-2016	82	387	260	1 781
Toutes	2009-2016	359	613	253	12 051

Analyses enniatines A, A1, B et B1

- Issu de 12 années (sauf enniatines)
- Total échantillons 3828 OP (orge de printemps) et OH (orge d'hiver)
- T2HT2 : 2006 et 2007 années les plus fortes en OP
- Enniatines : analyses depuis 2009 avec 2014 année très forte en OP

Evolution des contaminants à suivre dans les plans de surveillance en céréales



Préconisations Intercéréales 2014

	Mycotoxines de						
	champ					Champ/ stockage	stockage
	DON	ZEA	T2-HT2 ¹	FUMO	Ergot Claviceps purpurea	AFLA	OTA
Blé tendre							
Blé dur							
Orge de printemps							
Orge d'hiver							
Maïs							
Seigle							
Sorgho							
Avoine							
Triticale							

Intégration dans les plans de surveillance
Besoin non démontré*
Selon contexte
Nécessaire
Indispensable

* dans les situations pédoclimatiques françaises

Observatoire 2014 à 2016 élargi à d'autres mycotoxines

	Beauvericine	Moniliformine	Enniatines	Toxines d'Alternaria
Blé tendre	Minimale	Conseillée	indispensable	Minimale
Blé dur	Minimale	Conseillée	indispensable	Minimale
Triticale	Minimale	Conseillée	Conseillée	Conseillée
Orge	Minimale	Minimale	indispensable	Minimale
Maïs	indispensable	Indispensable	Minimale	Conseillée
Sorgho	Minimale	Minimale	Minimale	indispensable

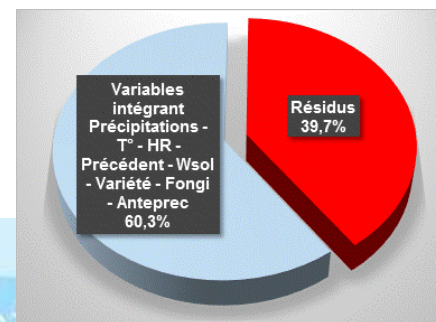


Evolution à poursuivre sur d'autres contaminants : mycotoxines masquées, alcaloïdes, ...
Selon le risque évalué : exposition (occurrence) et danger (toxicité)

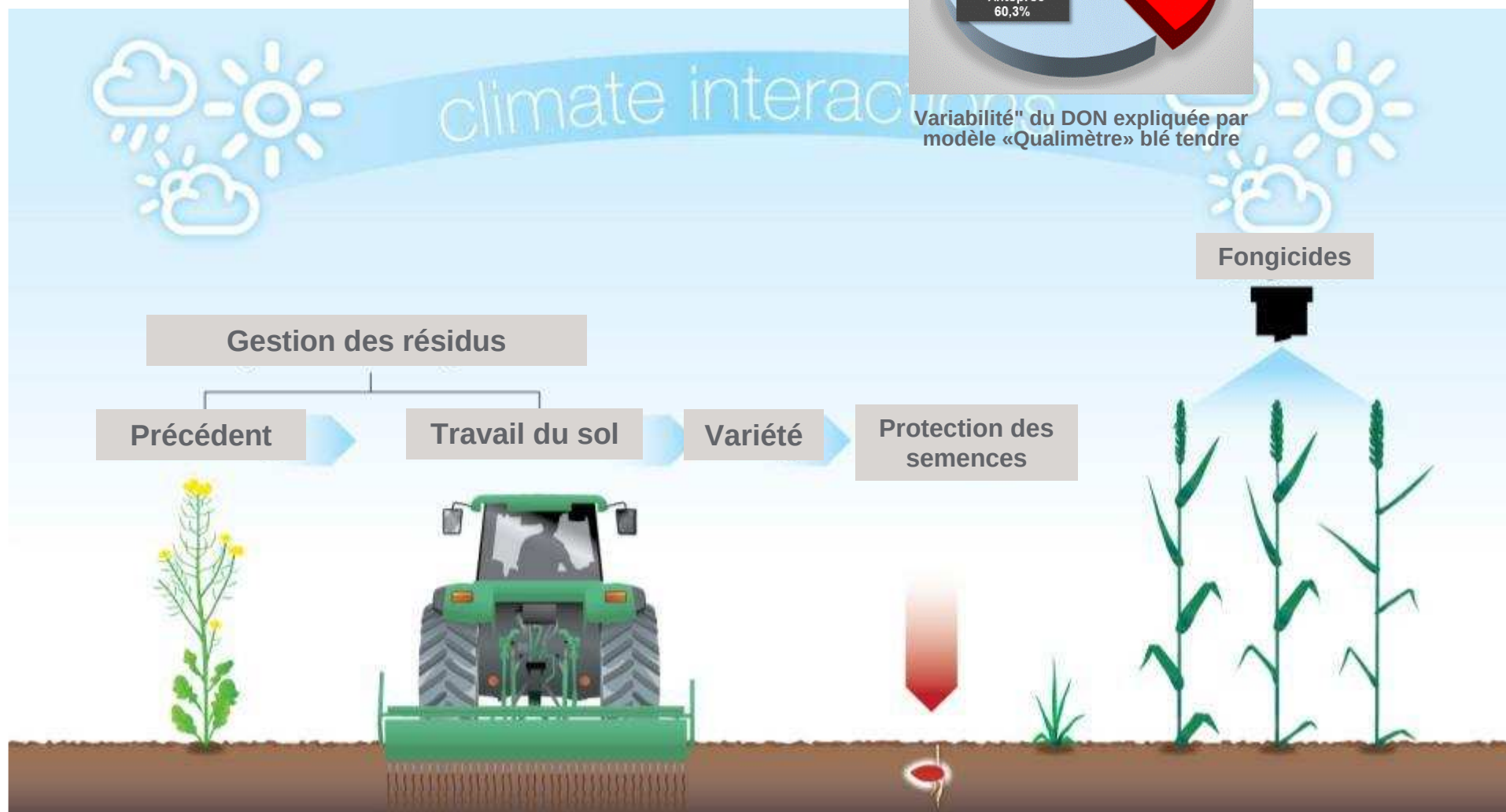


Pistes de gestion

Facteurs influençant la teneur en DON des blés



Variabilité du DON expliquée par modèle «Qualimètre» blé tendre



Mécanismes actifs de résistance à la fusariose en blés déclenchés par la présence du pathogène



5 types dont :

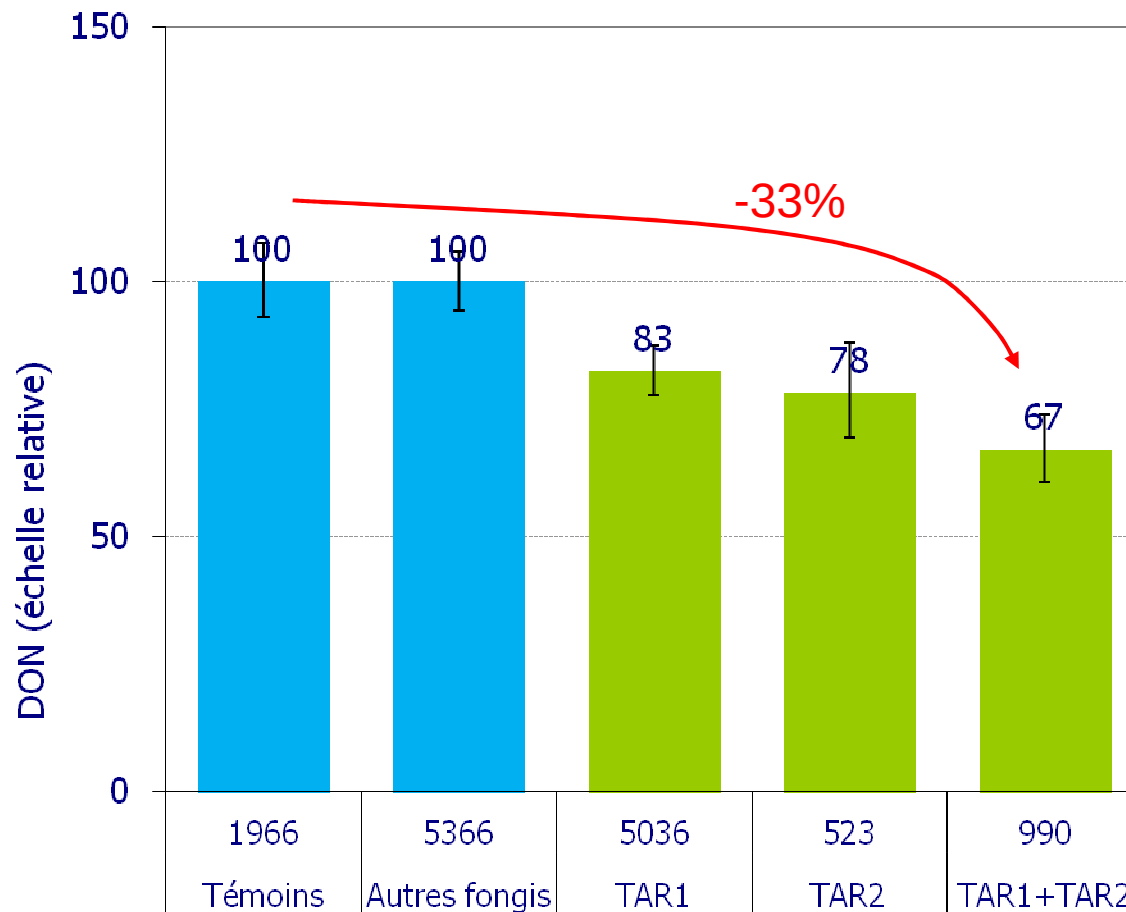
- ✓ **Type I** : résistance à l'infection initiale
- ✓ **Type II** : résistance à la propagation du pathogène
- ✓ **Type III** : résistance à l'accumulation du DON dans les grains par :
 - limitation de la production de DON par le champignon,
 - blocage de la diffusion du DON dans l'épi et de la migration dans les grains,
 - dégradation du DON par les enzymes de la plante



Méthodes de sélection :

- . conventionnelle
- . assistée par marqueurs

Effet fongicide et DON dans les conditions pratiques agriculteurs



Fongicide à Epiaison-Floraison

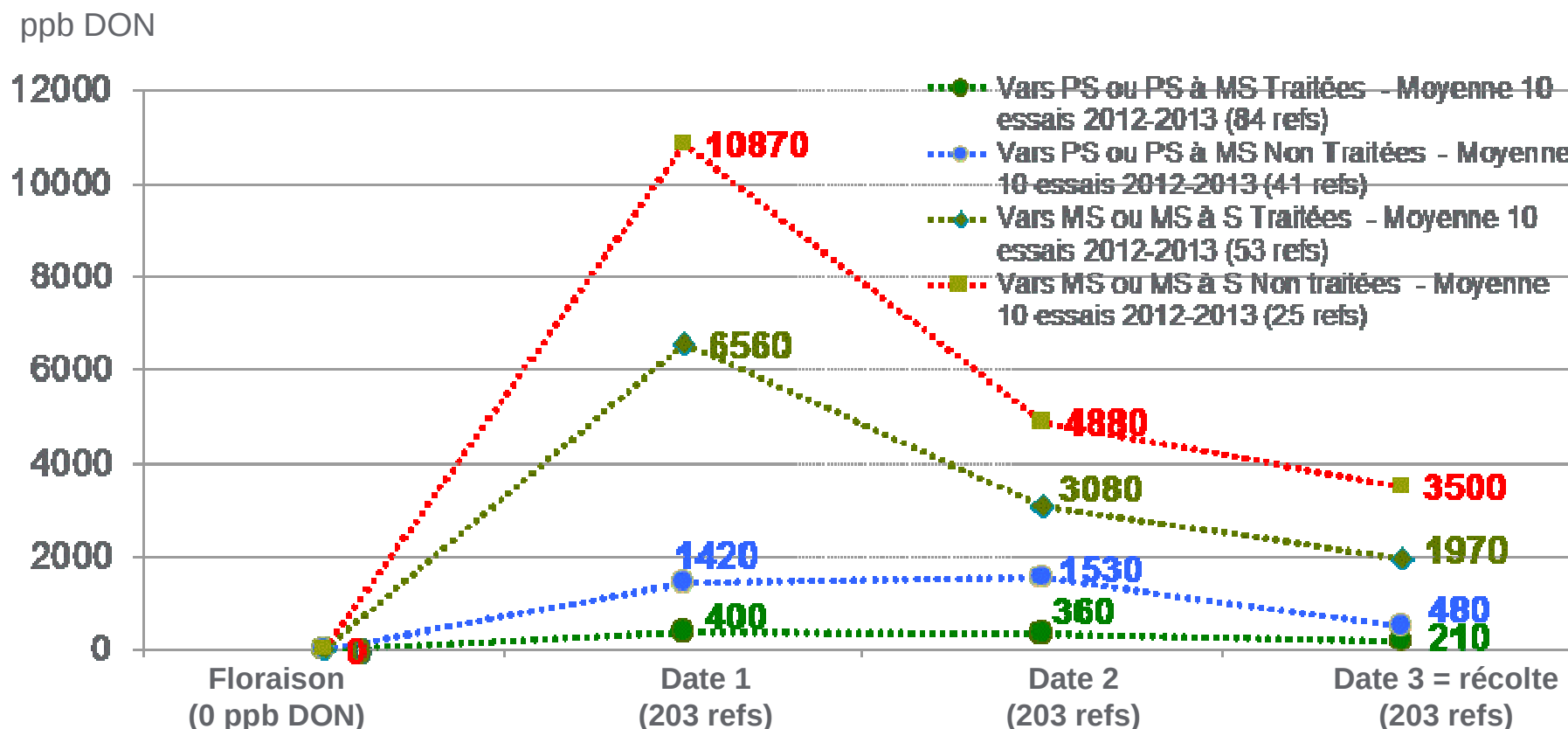
Autres fongis : fongicides sans efficacité *Fusarium*

TAR : Triazole Anti Roseum .

- 13881 données BTH, DON moyen = 460 ppb.
- Moyenne des moindres carrés, ajustée à la valeur relative 100 pour l'effet fongicide « Autres »
- GLM, ANCOVA sur LnDON incluant l'effet climatique, le précédent x Wsol, l'antéprécédent, la sensibilité variétale, le traitement fongicide. Effet courant : $F(4, 13403)=30.543$, $p=0.0000$



Cinétique DON BTH 2012 - 2013

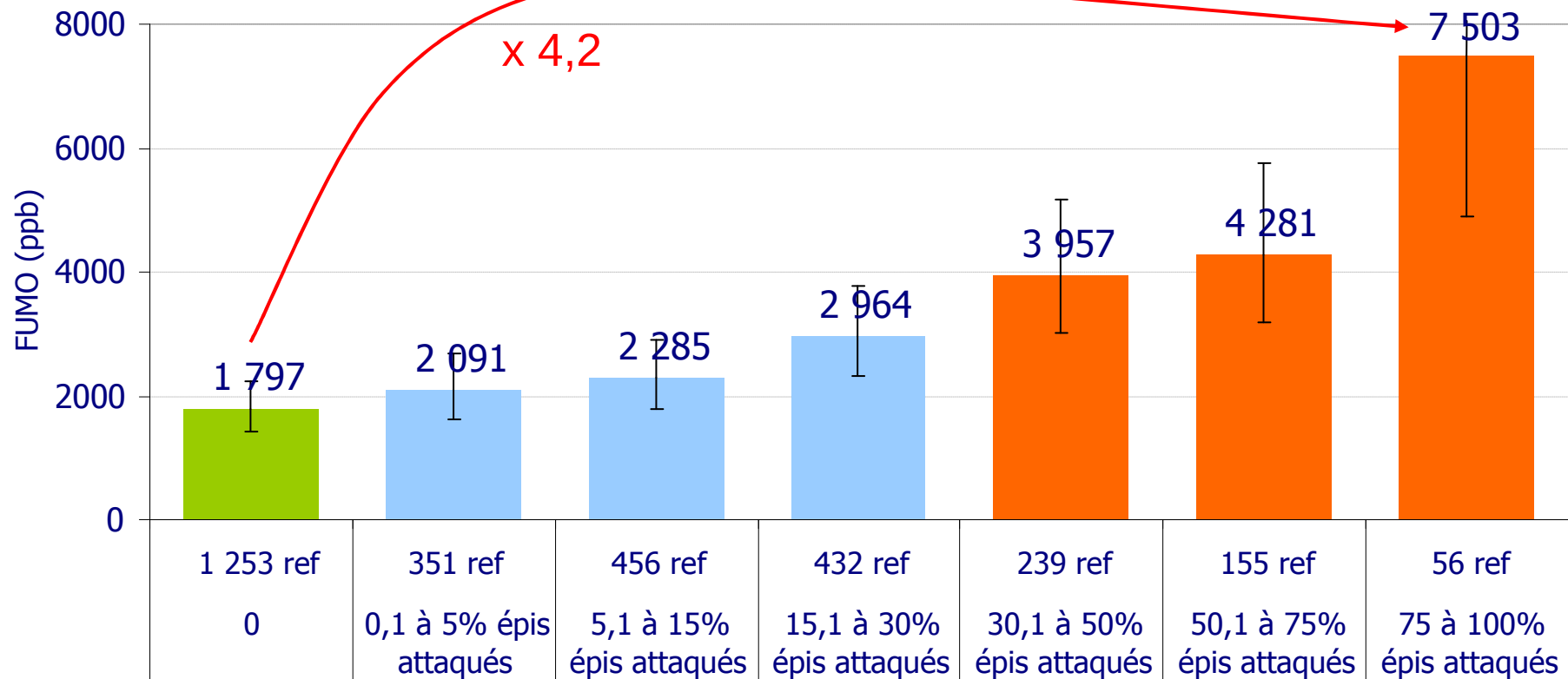


Cette étude réalisée sur 2 ans en conditions agronomiques à risque démontre :
 . l'importance de l'effet variétal

. la gestion optimale du risque DON associe variété tolérante et protection fongicide à floraison.

Influence de l'infestation des pyrales sur les fumonisines

Moyennes calculées à tous autres critères égaux



**Fort effet des pyrales, croissant avec le niveau d'attaque des larves sur épis.
La lutte contre ces lépidoptères foreurs est un des moyens de gestion du risque.**

Résultats mycotoxines et *Fusarium* en fonction du désherbage maïs



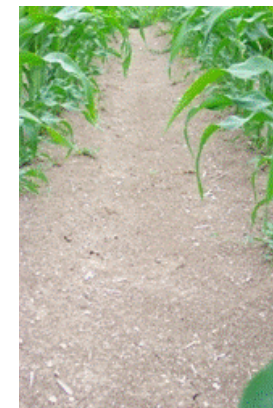
Essai Région Centre-Ouest

2008

Essai	Modalité de désherbage	% Efficacité sur chénopodes (notation visuelle)	% Efficacité sur panic (notation visuelle)	mycotoxines ppb sur grain brut			Fusarium : nombre de grains infectés pour 100 grains analysés				
				DON	Zéaralénone	Fumonisines B1+B2	<i>Fusarium poae</i>	<i>Fusarium culmorum</i>	<i>Fusarium graminearum</i>	<i>Fusarium proliferatum</i>	<i>Fusarium sp.</i>
MB 105	Témoin	0	0	2 710	1 340	680	15	2	12	54	1
	AG seul	37	100	1 910	220	nd	0	0	58	2	0
	AG + AD	100	100	40	nd	nd	4	0	0	2	0

nd : non détecté

REMARQUES
Modalité de désherbage
Témoin = pas de désherbage AG seul = DUAL S GOLD 1.8 L/HA prélevée AG + AD = CAMIX 3.75 L/HA + LAGON 0.35 L/HA prélevée
Adventices retrouvées dans le témoin
Chénopode blanc : 16 / m ² Chénopode hybride : 22 / m ² Panic : 25 / m ²



Un désherbage complet est un des éléments de gestion du risque mycotoxines

Aflatoxines sur maïs : exemple de R&D Biocontrôle



Biological Control Active ingredient: <i>A. flavus</i> NRRL 21882		
Afla-Guard is a competitive, non-toxicogenic strain of <i>A. flavus</i> . When applied, it inoculates the crop to outcompete the aflatoxin-producing strain.		
		
Formulation: Hulled barley coated with spores of non-toxicogenic <i>A. flavus</i> .	Coated barley is applied.	Non-toxicogenic <i>A. flavus</i> sporulates on the barley surface and is released into the field.

- Technologie Afla-Guard a été développée par USDA Agricultural Research Service
- Utilisation aux USA à partir de 2004 sur cacahuètes et 2009 en maïs
- Syngenta a acquis Afla-Guard en 2009

Corn trials	Untreated (ppb)	Afla-Guard Treated (ppb)	Reduction (%)	Locations
2007	3	1	85%	16 locations in Texas
2008	12	2	88%	34 locations in Texas
2009	22	3	86%	20 locations in Texas, North Carolina
2010	77	8	89%	122 locations across southern USA, MW
2011	92	8	91%	55 locations across southern USA, MW

88 % $\pm$ 2.7 (n = 247)



Modèles de prévision avant récolte

Modèles prédictifs



→ **Evaluation du risque fusariose et pilotage de l'application fongicide si nécessaire**

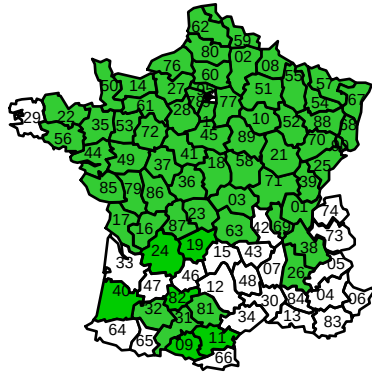
→ **Evaluation du risque mycotoxines avant récolte :**

- Observation des symptômes aux champs nécessaire mais pas suffisante
- Pas d'outil rapide de détection à la collecte
- 2 principaux acteurs :
 - . Arvalis – Institut du végétal avec “MycoLIS”
 - . Syngenta avec “Qualimètre”

→ **Point clé : données météorologiques**

- DON sur blés est principalement lié aux conditions climatiques durant la floraison
- Mycotoxines sur maïs liées à la météo d'avant floraison à la récolte

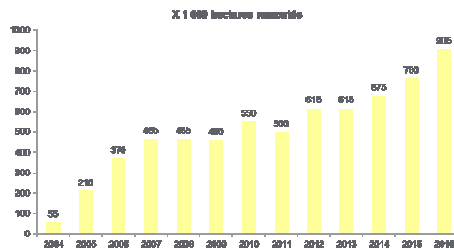
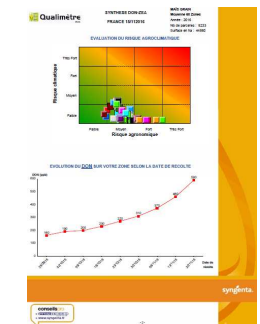
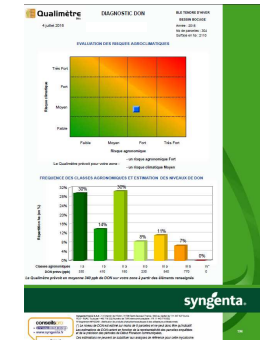
Modèles de prévision du risque mycotoxines avant récolte



Pratiques agronomiques de plus de 900 000 ha blés et maïs rentrés dans l'outil en 2016

Prévision du risque avant récolte à la parcelle, pour une zone de collecte ou sur une région pour 50 collecteurs-partenaires :

- aide à la commercialisation des grains
- anticipation des plans de surveillance
- organisation de la collecte et de l'allotement



Modèles de prévision blé tendre, blé dur et maïs



844 Stations Météo
Avec un maillage pour être au plus près des parcelles

Evaluation des solutions agronomiques pour promouvoir les Bonnes Pratiques Agricoles de gestion du risque mycotoxines



Qualimètre
Blés



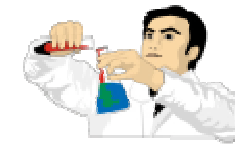
Qualimètre
Maïs

syngenta

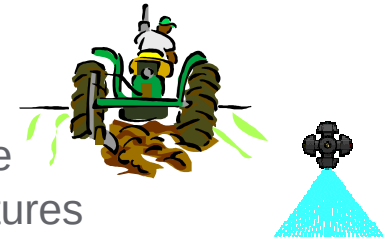
Conclusions



- Trichothécènes A et B
- Zéaralénone
- Fumonisines
- Aflatoxines
- ...



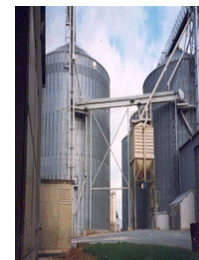
- Agronomie
- Tolérance variétale
- Protection des cultures



- Bases de données
- Suivi climatique
- Modèles prédictifs



- Allotement
- Nettoyage du grain



Gestion continue du risque sanitaire impliquant tous les acteurs de la filière céréalière.
Pertinence de la prévention des contaminants dès la culture.