



ARVALIS



CHARTRE MAÏS
AG du 14 03 2025



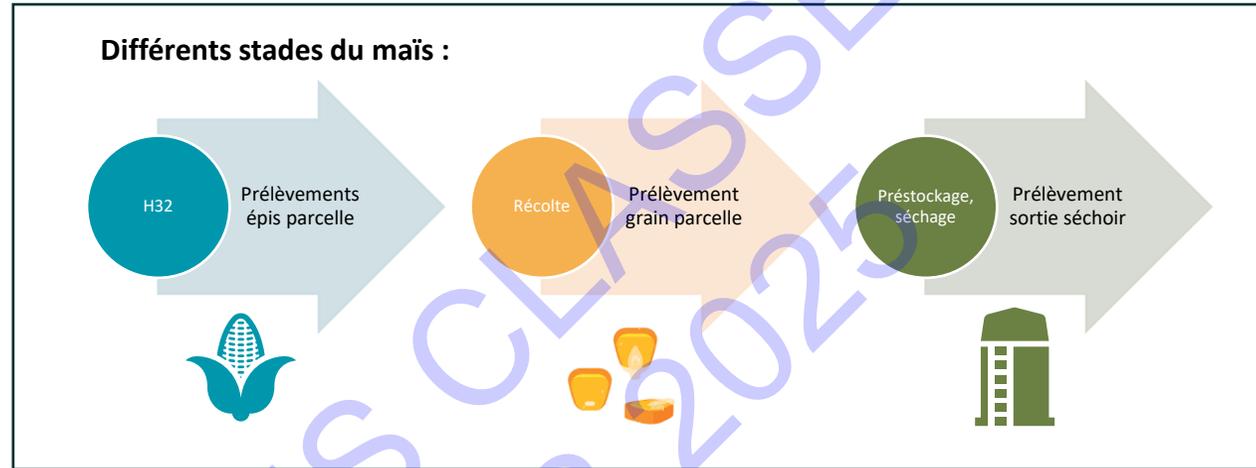
Facteurs agroclimatiques impliqués dans les contaminations (DON, ZEA, FUMO, T2HT2) de la récolte 2024

Béatrice ORLANDO

Plan

- Dispositif Diagnostic Sanitaire Précoce ClasseA : timing, synthèse des résultats
- Toxines réglementées : champignons responsables et processus de contamination
- Facteurs agroclimatiques impliqués dans les contaminations et positionnement du dispositif de surveillance 2024
- Synthèse 2024 et perspectives 2025
- Post récolte : quels leviers disponibles ?

Rappel et timing du Diagnostic Sanitaire Précoce 2024



23 sept

Communiqué 2
Prélèvements épis <= 11 sept
20 ech



22 oct

Communiqué 3
Prélèvements épis <= 15 oct
79 ech

31 oct

Communiqué 4
Prélèvements sortie séchoirs 1^{er} – 30 octobre
30 ech



15 nov

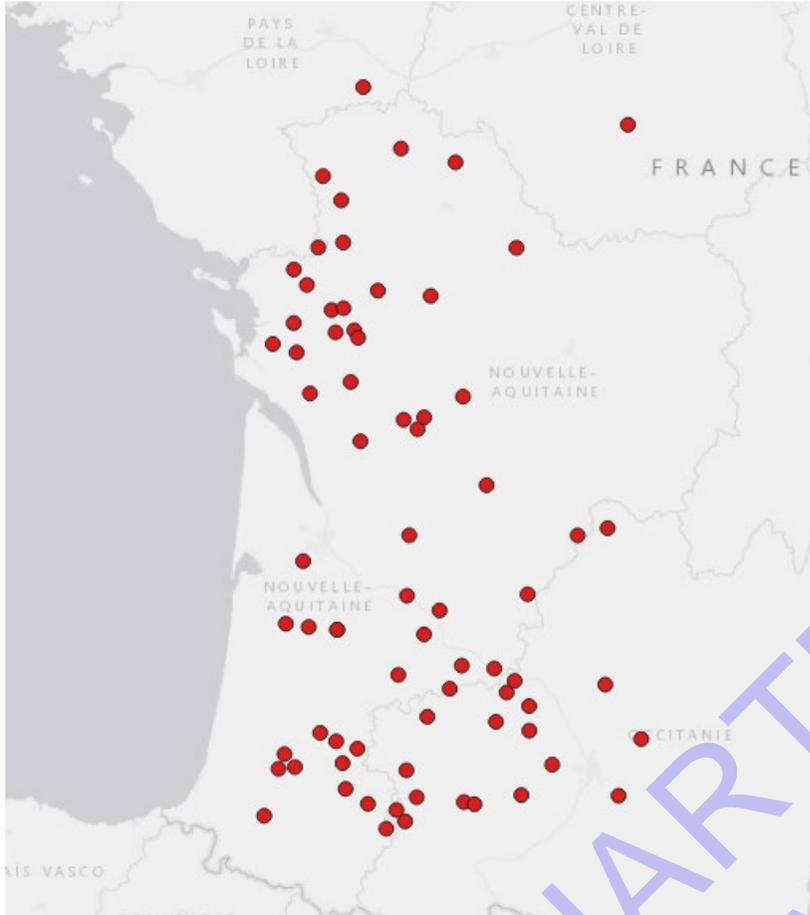
Communiqué 5
Prélèvements sortie séchoirs 1^{er} oct – 13 novembre
45 ech



13 dec

Communiqué 6
Prélèvements grain parcelle récolte - 20 sept – 30 novembre
68 ech

Cartographie du dispositif ClasseA - grain récolte



Prélèvement grain à la récolte : 73 parcelles prélevées sur l'ensemble du périmètre ClasseA

CHARTRE MAIS CLASSE A
AG du 14 03 2025

Rappel des éléments de synthèse du Communiqué final

23 sept 22 oct 31 oct 15 nov 13 dec
 Communiqués 2 et 3 Communiqués 4 et 5 Communiqué 6

Paramètre	1-a- Epis DSP	2- « Sortie séchoirs »	1-b- Grain DSP
Deoxynivalenol	😊	😞	😞
Zéaraléone	👉	😞	😞
Fumonisines B1+B2	😊	😞	😞
Toxines T2+HT2	👉	😞	😞
Aflatoxines	👉	😞	😊
Datura	👉	👉	😞
Alcaloïdes tropaniques	👉	😞	👉
Insectes foreurs	😞	👉	👉
Qualité physique	👉	👉	😞



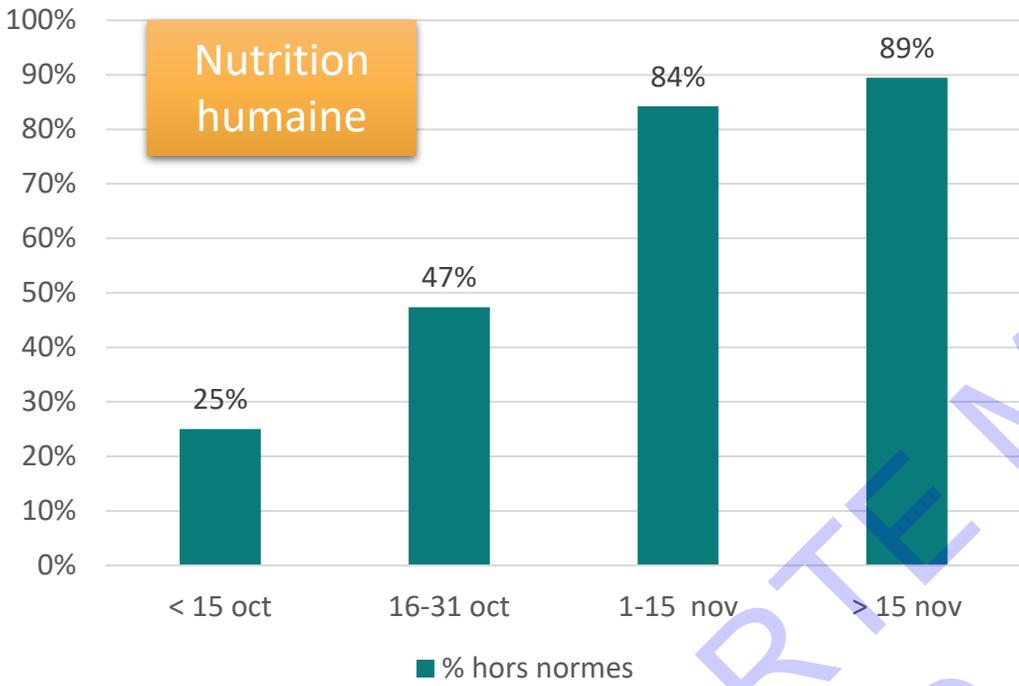
Expertise de la récolte 2024

CHARTRE MAÏS
AG du 14/03/2025
CLASSE A

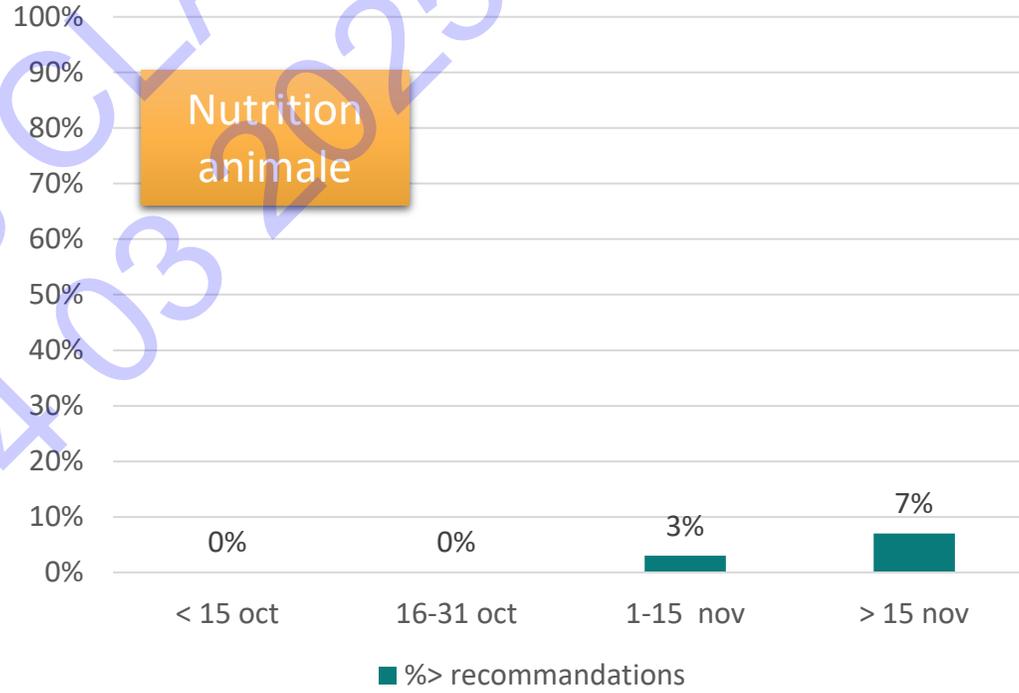


Occurrence des mycotoxines : 2024, une année exceptionnelle

% échantillons hors normes toutes toxines (DON, ZEA, FUMO, T2HT2)



% échantillons au-delà des recommandations (DON, ZEA, FUMO, T2HT2)



CHARTRE MAÏS 1403 2025
AG du 1403 2025



Toxines réglementées : champignons responsables et optimums de températures



Pathogènes	Mycotoxines	Optimum Croissance champignon	Optimum Toxinogène	source
<i>F. langsethiae</i>	T2, HT2	25°C	20 °C	Verheecke-Vaessen et al.; 2021
<i>F. graminearum</i>	DON, Zearalenone	25°C	25°C	Hope et al., 2015
<i>F. Poae</i>	T2, HT2,	25°C	27.5°C	Nazari et al., 2018
<i>F. sporotrichoïdes</i>	T2, HT2	25-30°C	20-25°C	Nazari et al., 2013
<i>F. verticillioïdes</i>	Fumonisines	25-30°C	20-25°C	Medina et al., 2012
<i>A. flavus</i>	Aflatoxines	30-35°C	25-35°C	Abdel-Hadi et al., 2012

Attention ! Il s'agit d'optimums
La croissance et la toxinogène se poursuivent au-delà de ces plages de température



Du champignon aux toxines : un processus en quatre étapes

Conditions environnementales
(Température, Humidité...)



Production d'inoculum

- absence/présence du champignon
l'environnement de la parcelle

- Nature du substrat



Installation du champignon dans le grain ou la plante

- Lors de la floraison
- post-floraison
(blessures, plantes affaiblies)



Croissance du champignon dans le grain ou la plante

- Caractéristiques physicochimiques de l'organe infecté (A_w , pH...)

Production de toxines dans le grain ou la plante

- Capacité de la souche à produire des toxines
- Caractéristiques physicochimiques de l'organe infecté (A_w , pH...)

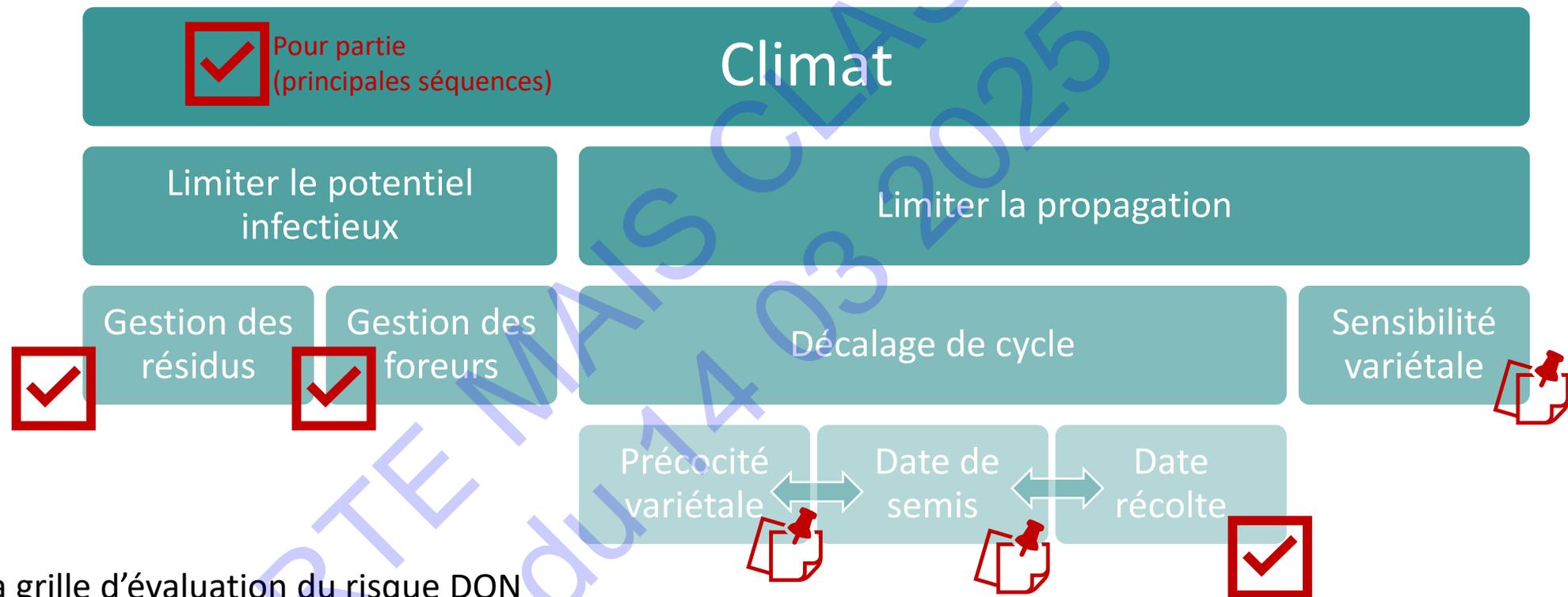


A_w = Eau libre dans la matrice



1 espèce de *Fusarium* peut produire plusieurs mycotoxines, et une mycotoxine peut être synthétisée par différentes espèces !

Facteurs agroclimatiques impliqués dans les contaminations en DON et en Zéaralénone



Intégré dans la grille d'évaluation du risque DON



En commentaire associé à la grille

CHARTRE ARVALIS AG du 14 03 2025



Expertise climatique du risque DON 2024 – 73 parcelles Classe A

Des conditions climatiques globalement favorables, avec une diversité de situation sur l'ensemble du périmètre Classe A

Évaluation du risque d'accumulation de DON en maïs										
GESTION DES RESIDUS	FOREURS	DATE DE RECOLTE	Mars : Températures moyennes							
			Chaud			Normal à froid				
			Août : Humidité environnement parcelle							
			Sec	Normal	Humide	Sec	Normal	Humide		
			Fin de cycle : Températures maximales							
			Chaud	Normal à froid	Différent	Chaud	Normal à froid	Différent		
SUFFISANTE	NON	NORMALE	A	B	B	C	A	B	C	D
		TARDIVE	A	B	B	C	A	B	C	D
	OUI	NORMALE	A	B	B	C	A	B	C	D
		TARDIVE	A	B	C	D	B	C	D	E
INSUFFISANTE	NON	NORMALE	A	B	C	C	B	B	C	D
		TARDIVE	A	B	C	D	B	B	D	E
	OUI	NORMALE	A	B	C	C	B	C	D	D
		TARDIVE	B	B	C	D	B	C	D	E



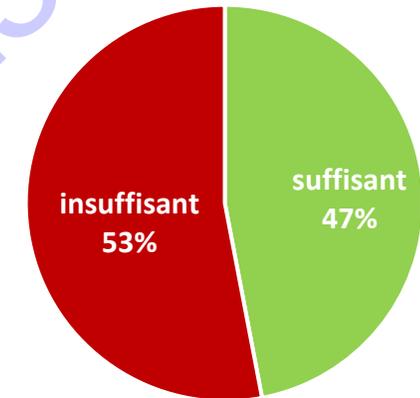
Risque DON - Gestion des résidus

Rappel de la variable Gestion des résidus - Grille DON :

Autre que maïs, sorgho				maïs, sorgho			
Labour		Non labour		Labour		Non labour	
broyage	Pas de broyage	broyage	Pas de broyage	broyage	Pas de broyage	broyage	Pas de broyage
Suffisant		Insuffisant		Suffisant		Insuffisant	

En système sans labour :
Le broyage sous bec est insuffisant,
Il faut enfouir les résidus et un rebroyage spécifique est nécessaire

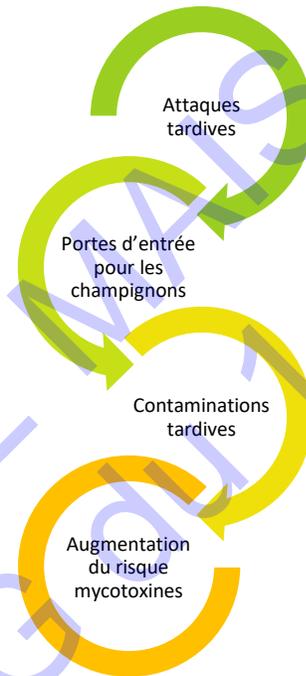
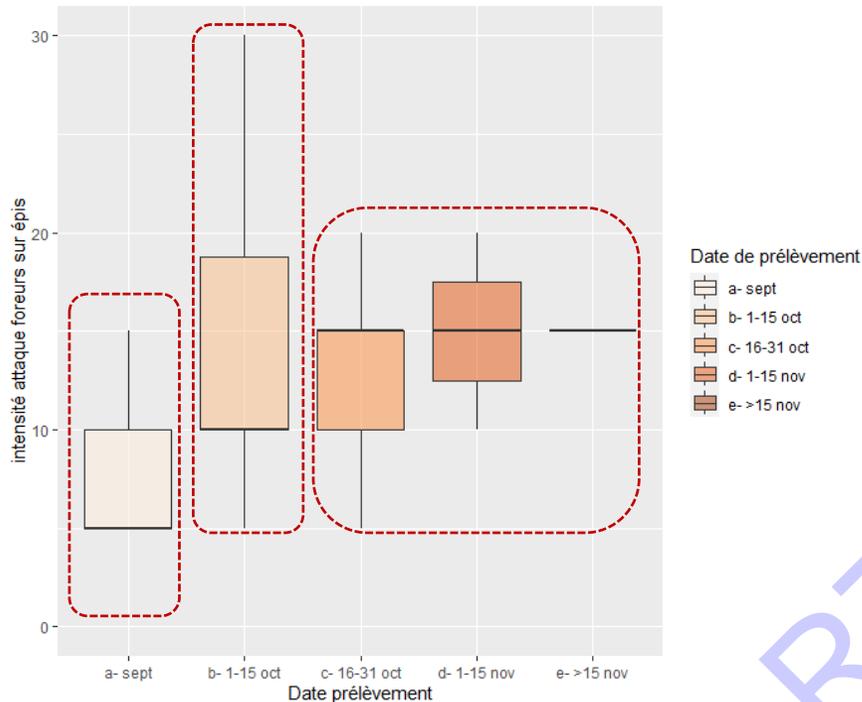
Situation sur les 73 parcelles du dispositif :



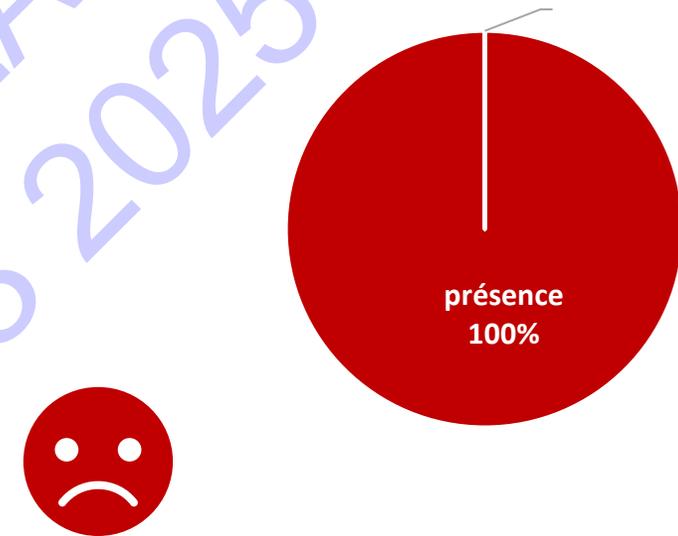
Une gestion des résidus globalement insuffisante

Risque DON - Présence de foreurs

Les attaques s'intensifient dans le temps :

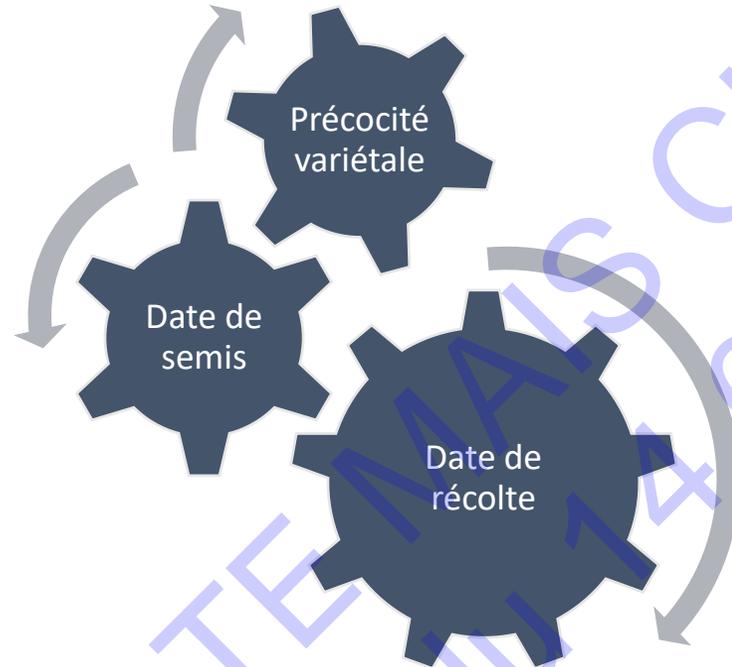


Situation sur les 73 parcelles du dispositif :

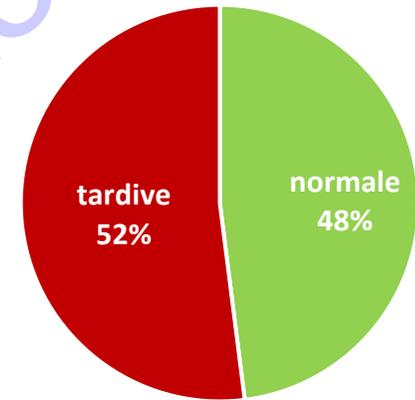


Omniprésence des foreurs
Source : questionnaire + prélèvement épis

Risque DON - Date de récolte



Situation sur les 73 parcelles du dispositif :

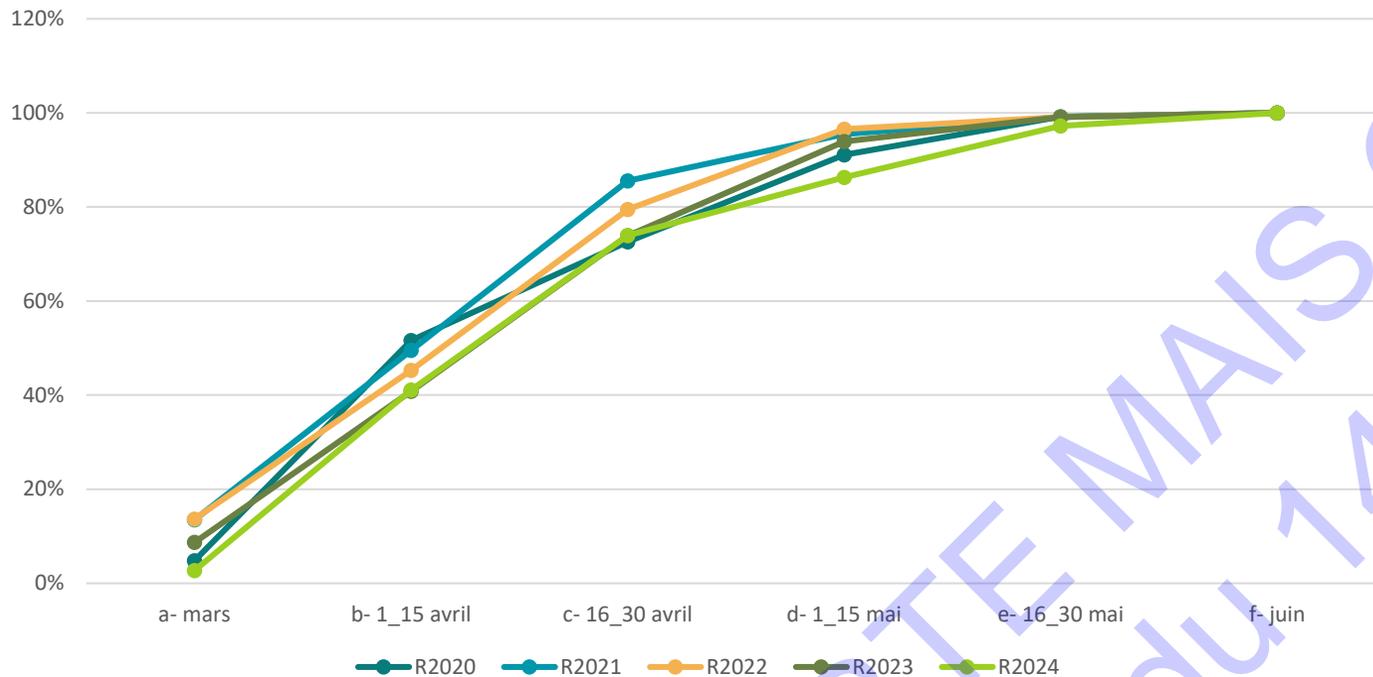


26% de récoltes très tardives ! (> 15 nov)



Risque DON - Date de semis

Date de semis - parcelles ClasseA 2020 à 2024



Situation sur les 73 parcelles du dispositif :



Des semis en moyenne plus tardifs que les 4 précédentes années

NB : chaque adhérent choisit une parcelle représentative de son aire de collecte
⇒ Dates de semis « lissées » comparé aux données du bilan de campagne

CHARTRE MAÏS CLASSE A
AG du 14 03 2025



Risque DON - Sensibilité variétale à *F. graminearum*

SENSIBILITÉ VARIÉTALE À *F. GRAMINEARUM* : privilégier les variétés les moins sensibles pour les classes de risque DON les plus élevées

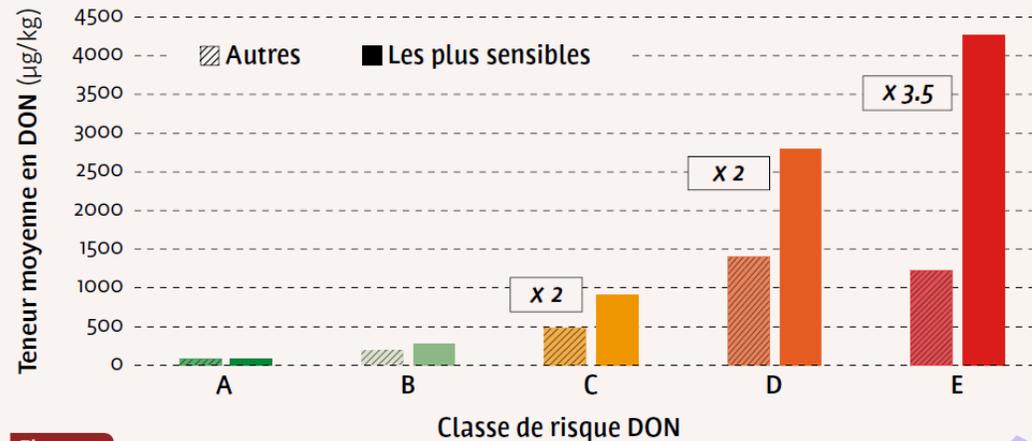
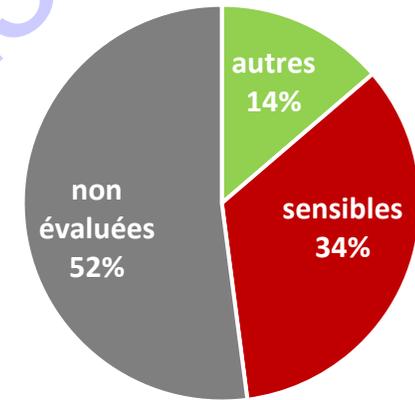


Figure 3

Teneur moyenne en déoxynivalénole (DON) pour chaque classe de risque, selon que la variété de maïs grain est (ou pas) parmi les plus sensibles à *F. graminearum*. Maïs grain, 769 enquêtes au champ (2003-2020).

Situation sur les 73 parcelles du dispositif :

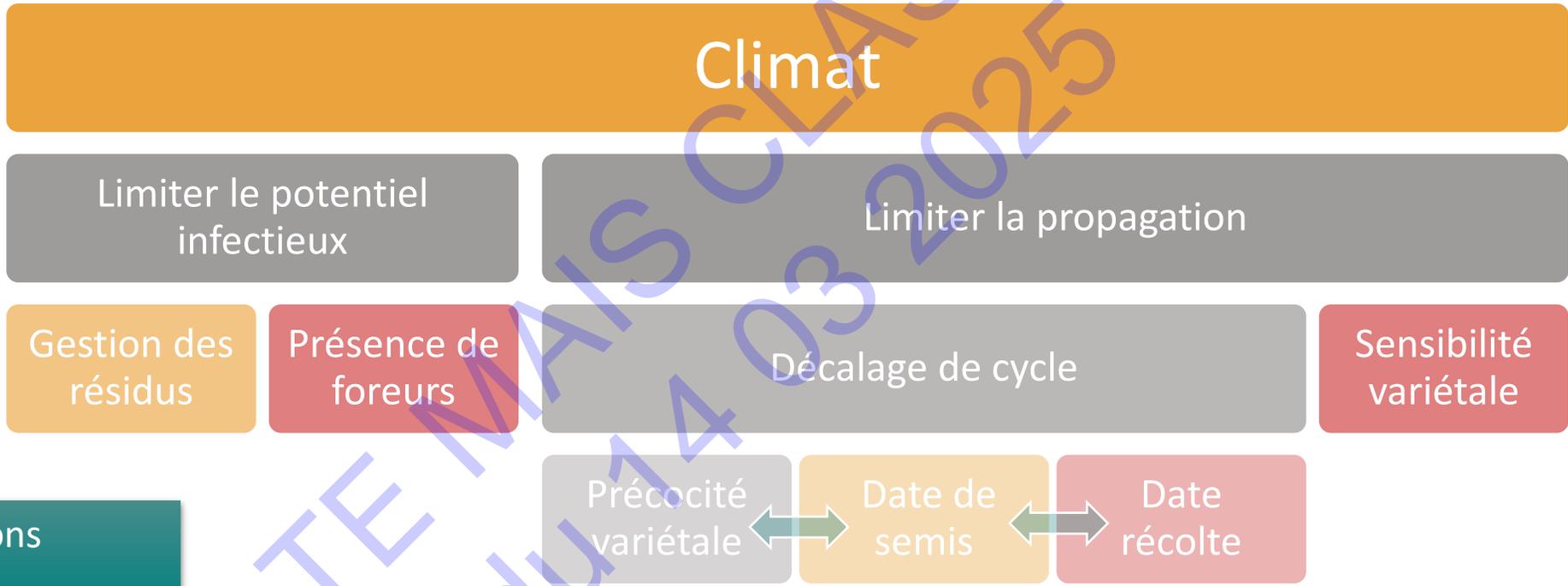


Beaucoup de variétés n'ont pas de note de sensibilité à *F. graminearum* MAIS lorsque cette note est connue, le choix variétal porte prioritairement (71%) sur des variétés sensibles !

CHARTRE MAÏS CLASSE A
AG du 14 03 2025



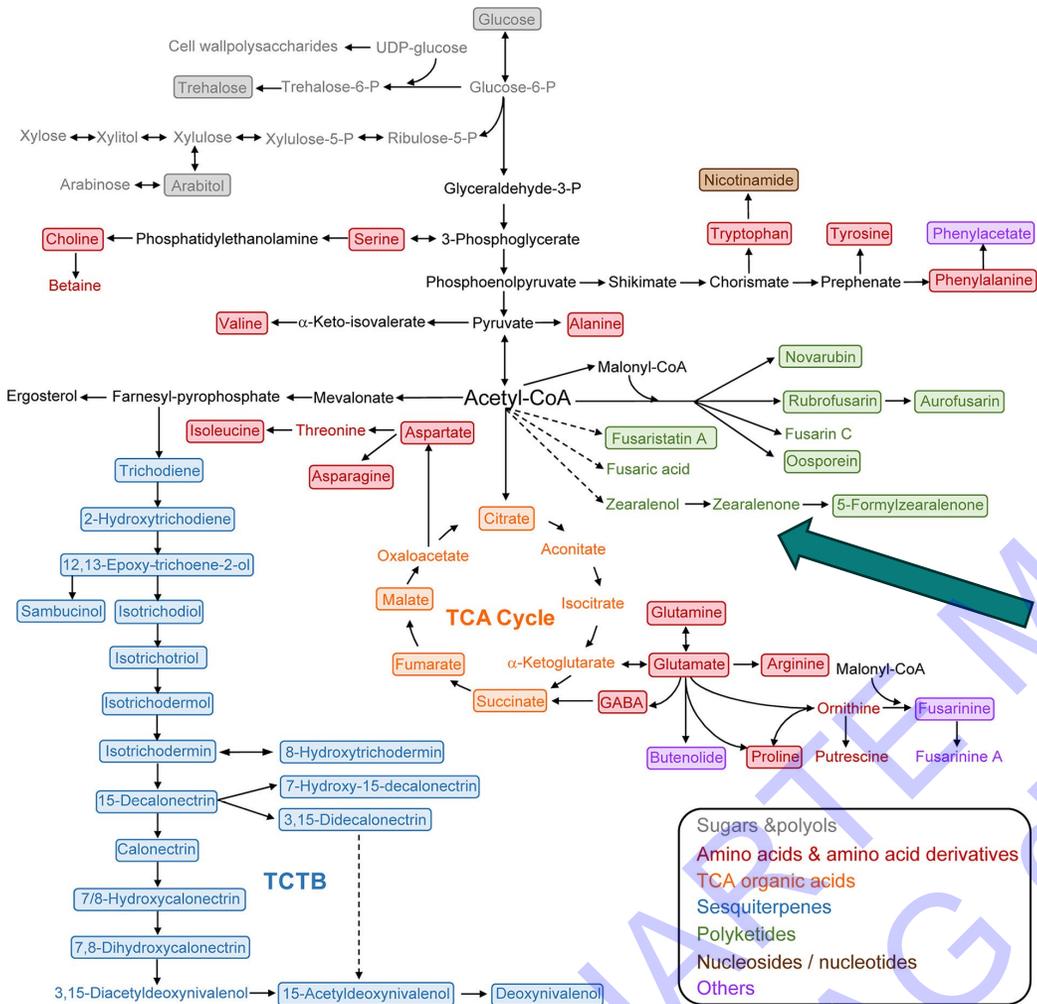
Facteurs agroclimatiques impliqués dans les contaminations en DON



Un cumul de situations
- climatiques
- Agronomiques
Favorisant les contaminations



Zéaralénone : comprendre les contaminations



- DON et Zéaralénone en France sont **essentiellement synthétisées par *F. graminearum***
- Les **voies de biosynthèse sont différentes**

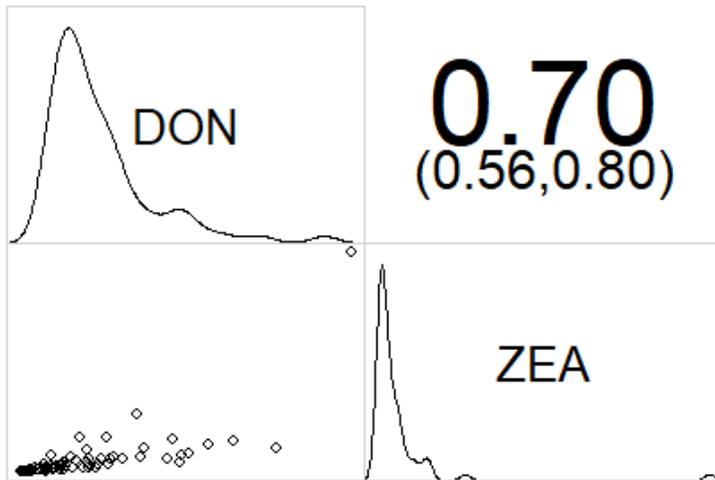
La biosynthèse des mycotoxines dépend de

- La **génétique du champignon** (Souches de *Fusarium graminearum*)
- **Facteurs environnementaux** influant sur la biosynthèse

Source : Atanasova-Penichon V *et al.*, 2018

Zéaralénone : comprendre les contaminations

Corrélogramme DON et ZEA grain parcelles agriculteur

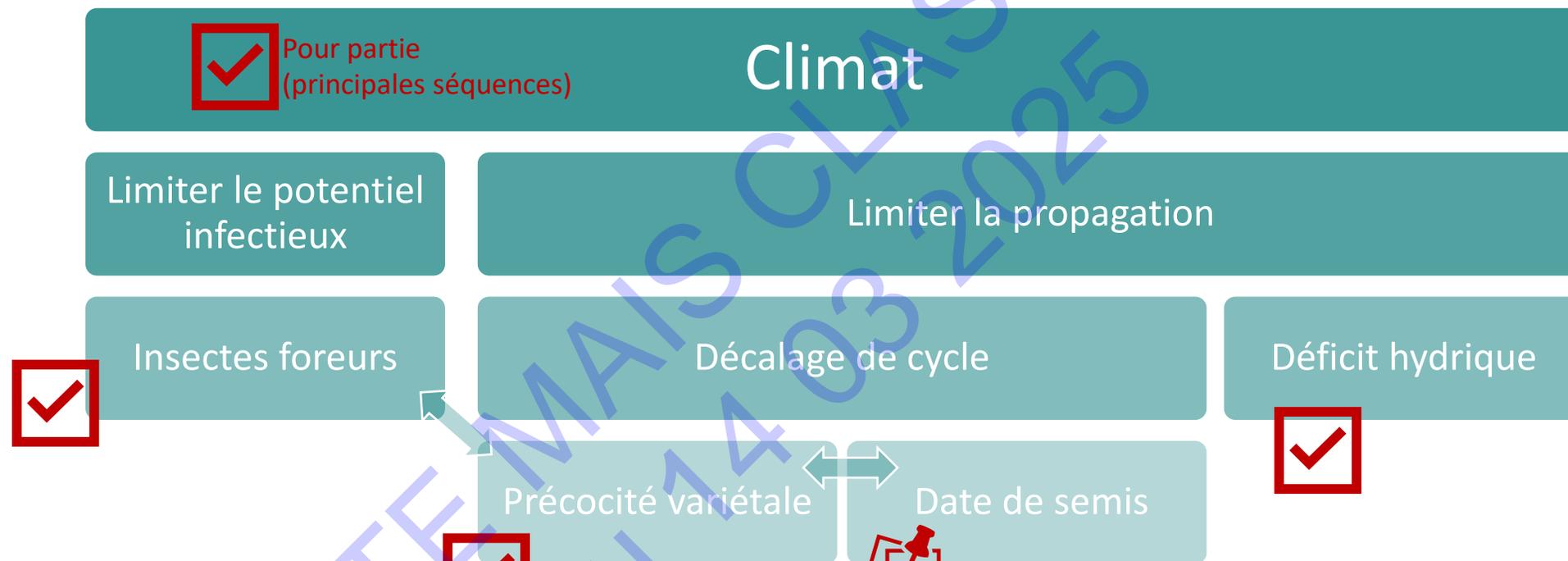


On observe en tendance une **corrélation positive entre DON et ZEA** mais l'un ne peut pas être un indicateur de l'autre compte tenu des éléments précédemment décrits

Toutefois les facteurs agroclimatiques influant sur le DON sont applicables à la zéaralénone

Présence possible de facteurs spécifiques (à étudier)

Facteurs agroclimatiques impliqués dans les contaminations en Fumonisines



 Intégré dans la grille d'évaluation du risque Fumonisines

 En commentaire associé à la grille

Expertise climatique du risque Fumonisines 2024 - 73 parcelles ClasseA

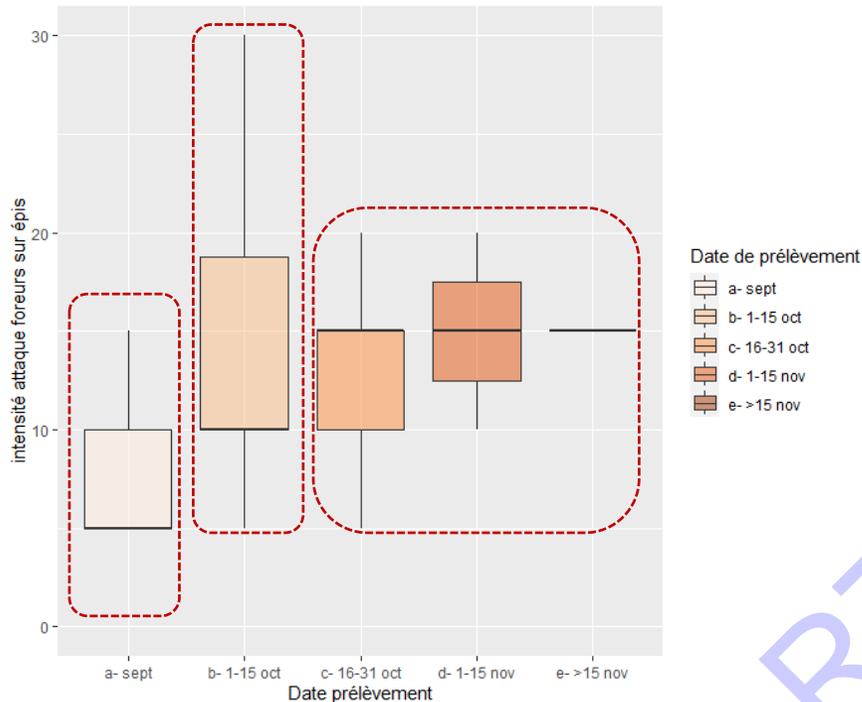
Des conditions climatiques avec une diversité de situations sur l'ensemble du périmètre ClasseA

Évaluation du risque d'accumulation de fumonisines en maïs						
INDICE DE PRÉCOCITÉ DE LA VARIÉTÉ	FOREURS	DÉFICIT HYDRIQUE	TEMPÉRATURES MOYENNES			
			En juillet		En octobre	
			Normal à froid	Normal à froid	Chaud	Chaud
			88%			12%
			Normal à froid	Normal à froid	Chaud	Chaud
			Normal à froid	Chaud	Normal à froid	Chaud
PRÉCOCE	NON	NON	A	A	A	A
	NON	OUI	A	A	A	B
TARDIVE	NON	NON	A	A	A	B
	NON	OUI	B	B	C	C
PRÉCOCE	OUI	NON	B	B	C	C
	OUI	OUI	B	C	D	D
TARDIVE	OUI	NON	C	C	C	D
	OUI	OUI	D	D	E	E

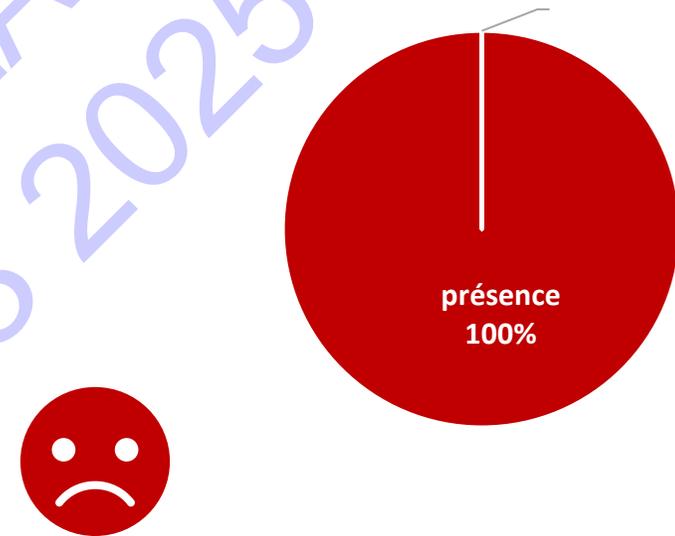


Risque Fumonisines - Présence de foreurs

Les attaques s'intensifient dans le temps :



Situation sur les 73 parcelles du dispositif :



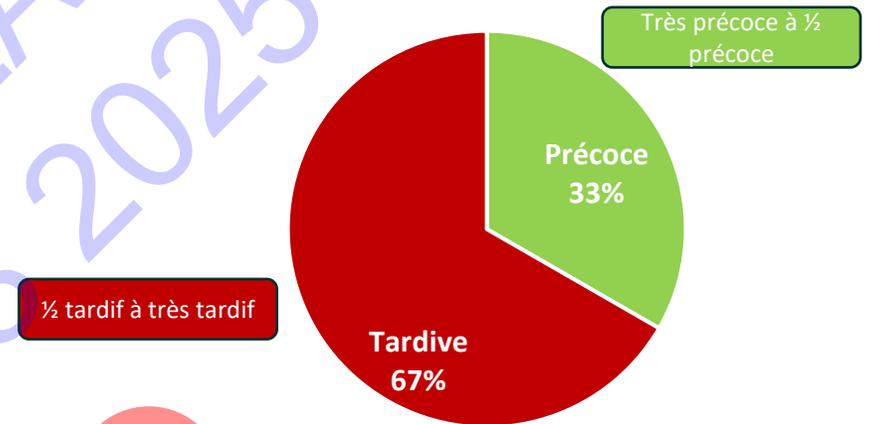
Omniprésence des foreurs
Source : questionnaire + prélèvement épis

Risque Fumonisines - Précocité variétale

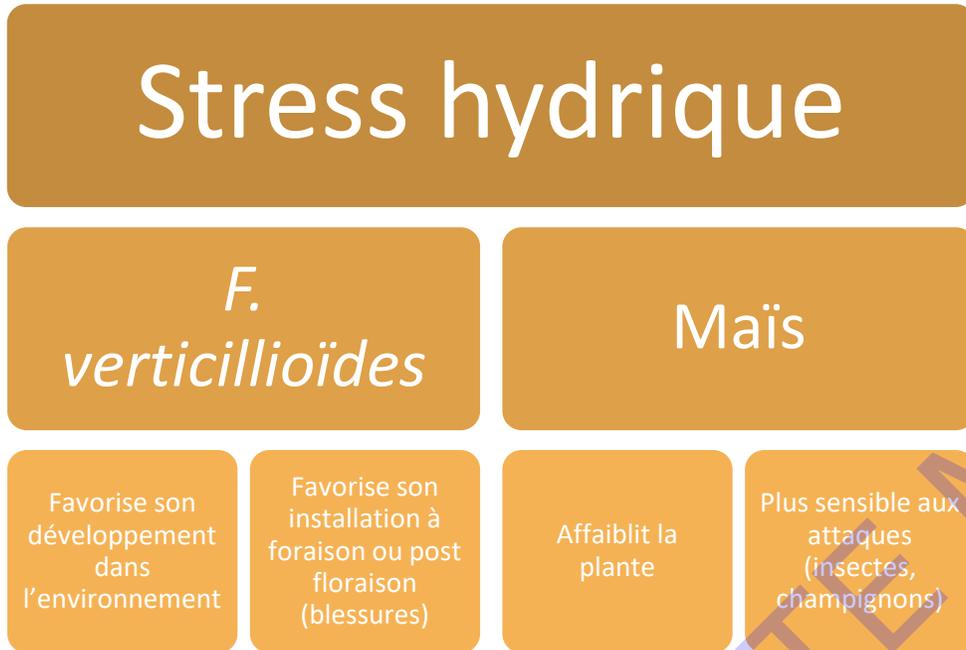
Les variétés de maïs les plus tardives sont plus sensibles aux contaminations par *F. verticillioïdes* car **l'humidité des grains chute moins rapidement sous les seuils favorables à la croissance de *F. verticillioïdes***

NB : La précocité variétale est un facteur explicatif du risque Fumonisines au niveau national
Il est le reflet d'une diversité de situations agroclimatiques que l'on ne retrouve pas dans d'autres pays.
En France, le risque Fumonisines est plus important sur les variétés plus tardives, indépendamment des bonnes pratiques (adéquation choix de précocité/date de semis/lieu)

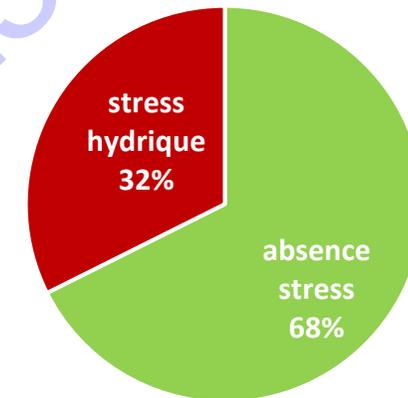
Situation sur les 73 parcelles du dispositif :



Risque Fumonisines - Déficit hydrique

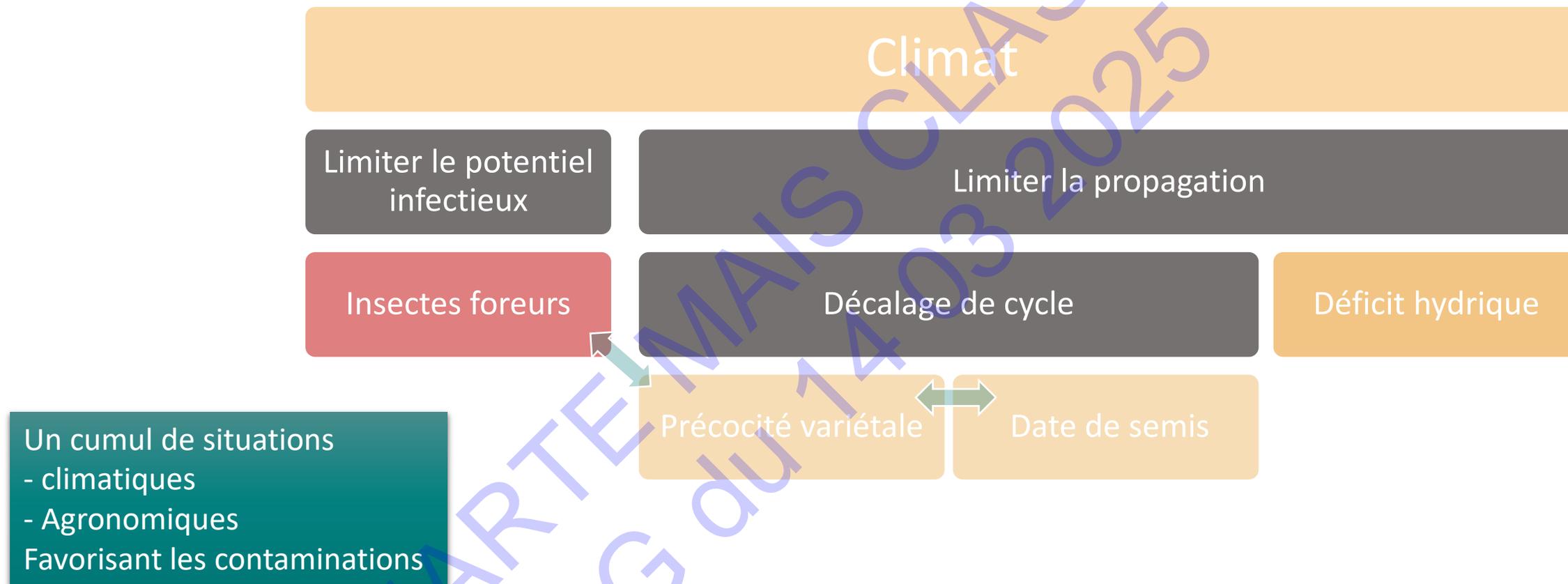


Situation sur les 73 parcelles du dispositif :



1/3 des parcelles sont en situation de stress hydrique

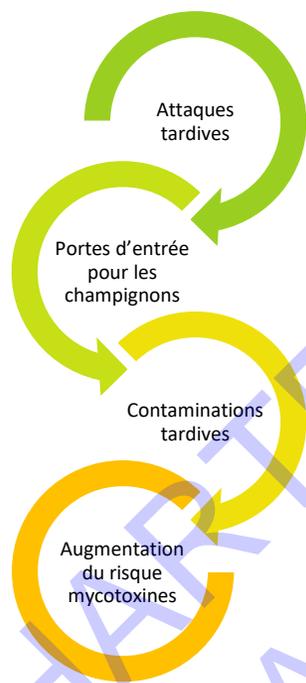
Facteurs agroclimatiques impliqués dans les contaminations en Fumonisines



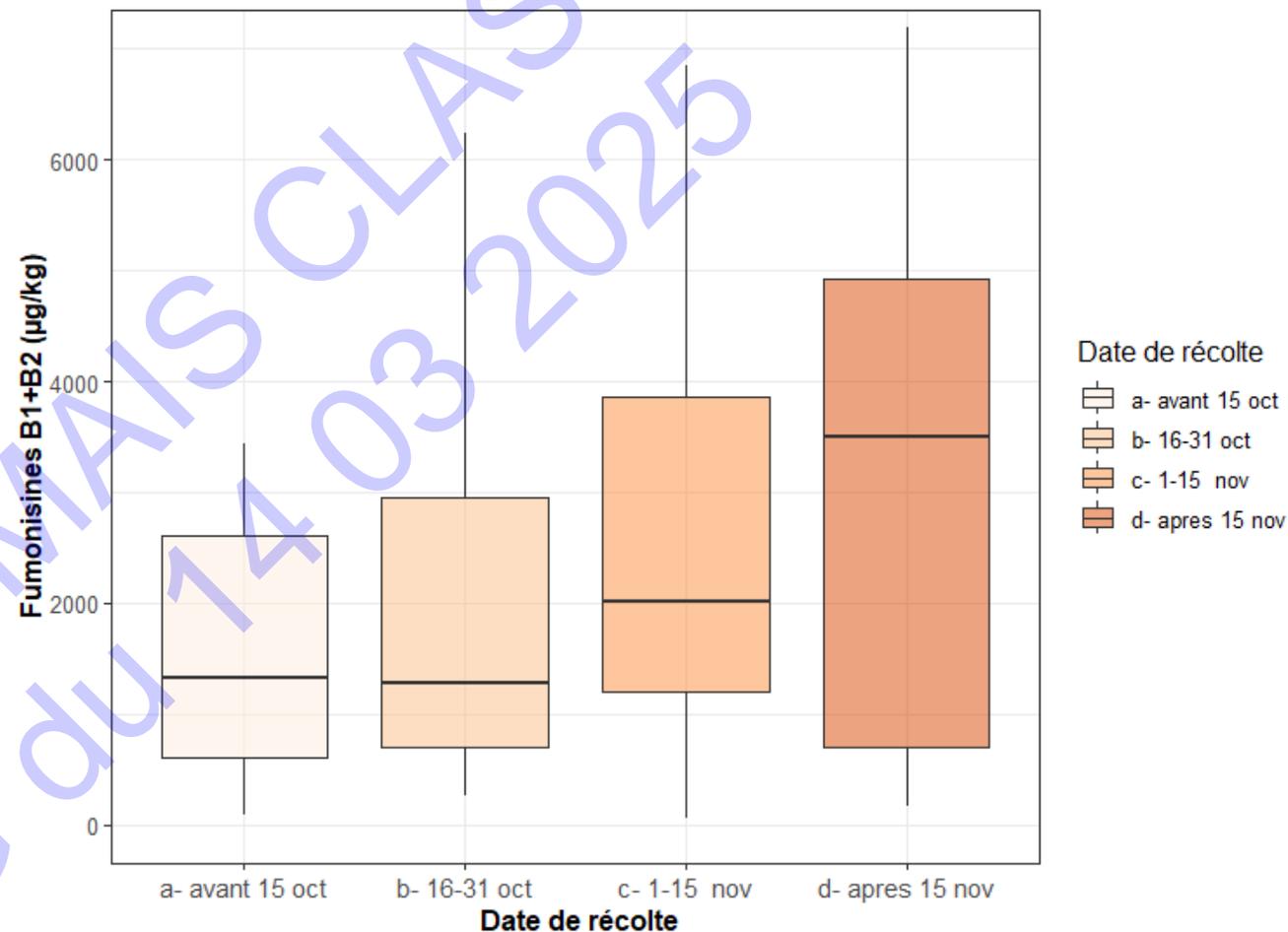
Risque Fumonisines - un effet « date de récolte » inhabituel observé

Habituellement : pas d'augmentation du risque Fumonisines en fonction de la date de récolte

2024 : dégradation en fonction de la date de récolte, en interaction avec la pression foreurs de l'année qui s'est intensifiée en fin de cycle



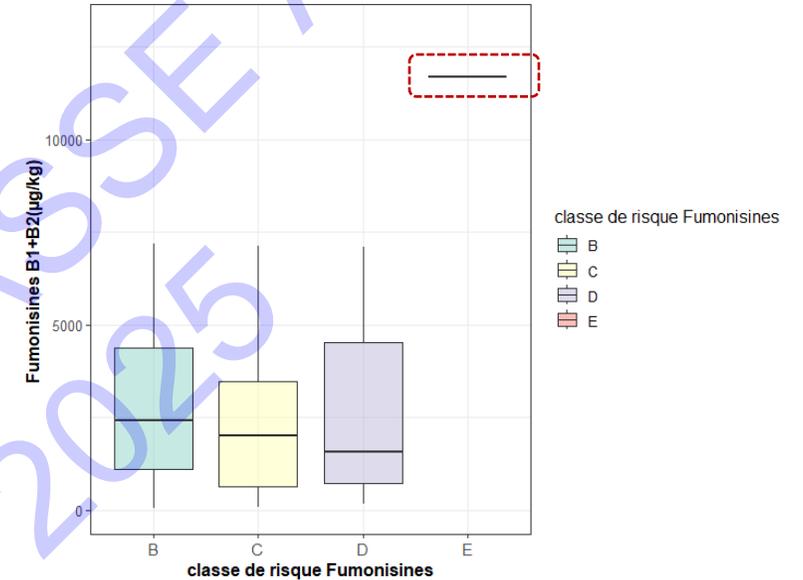
Fumonisines B1+B2 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) selon la date de récolte



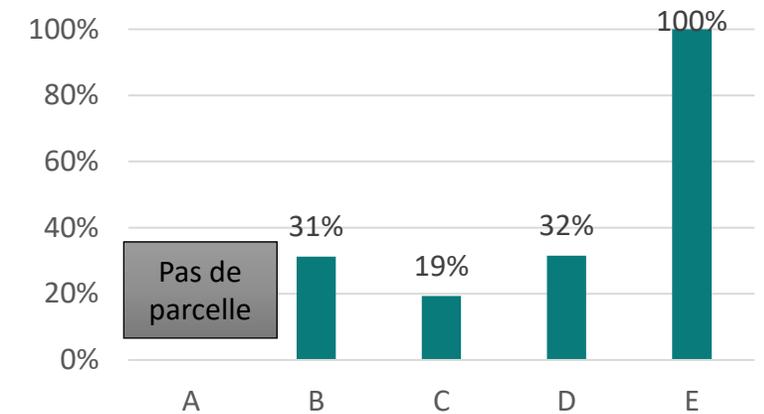
Fumonisines grille agro 2024

Évaluation du risque d'accumulation de fumonisines en maïs						
INDICE DE PRÉCOCITÉ DE LA VARIÉTÉ	FOREURS	DÉFICIT HYDRIQUE	TEMPÉRATURES MOYENNES			
			En juillet			
			Normal à froid	Normal à froid	Chaud	Chaud
			En octobre			
			Normal à froid	Chaud	Normal à froid	Chaud
PRÉCOCE	NON	NON	A	A	A	A
	NON	OUI	A	A	A	B
TARDIVE	NON	NON	A	A	A	B
	NON	OUI	B	B	C	C
PRÉCOCE	OUI	NON	B	B	C	C
	OUI	OUI	B	C	D	D
TARDIVE	OUI	NON	C	C	C	D
	OUI	OUI	D	D	E	E

Fumonisines B1+B2 (µg/kg) selon la classe de risque



% parcelles > 4 000µg/kg par classe de risque



Les classes de risque B, C et D sont peu discriminées

NB : constat assez similaire en pluriannuel où les classes A et E sont les plus discriminantes

NB2 : manque d'autre composantes climatiques ? Le constat est le même à l'échelle européenne

NB3 : un effet « date de récolte » inhabituel observé cette année, en lien avec les foreurs

Toxines T2+HT2 : état des connaissances

- Des toxines jusqu'ici peu étudiées sur maïs
- 2 pathogènes : *F. sporotrichoïdes* >> *F. langsethiae*

Littérature sur maïs :

- Etudes d'occurrence
- Pas d'étude sur l'impact des facteurs agroclimatiques sur maïs

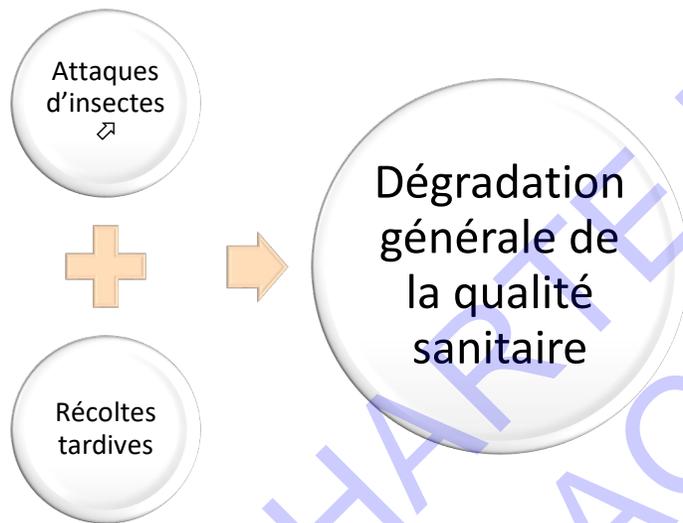
CHARTRE MAÏS CLASSE A
AG du 14/03/2025



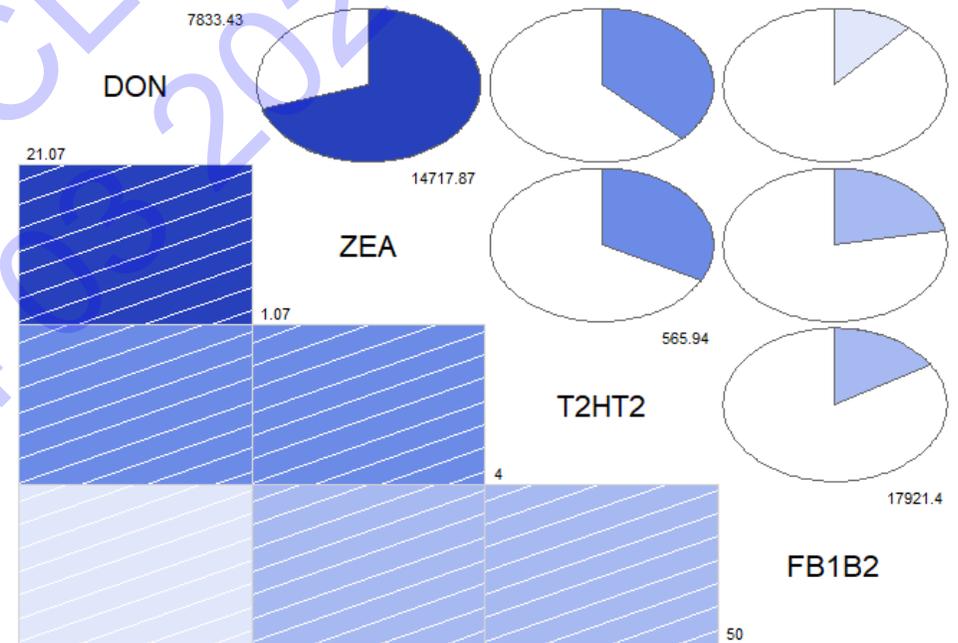
Toxines T2 et HT2 : comprendre les contaminations

Habituellement : pas de corrélation entre (DON ; ZEA),
Fumonisines et Toxines T2+HT2

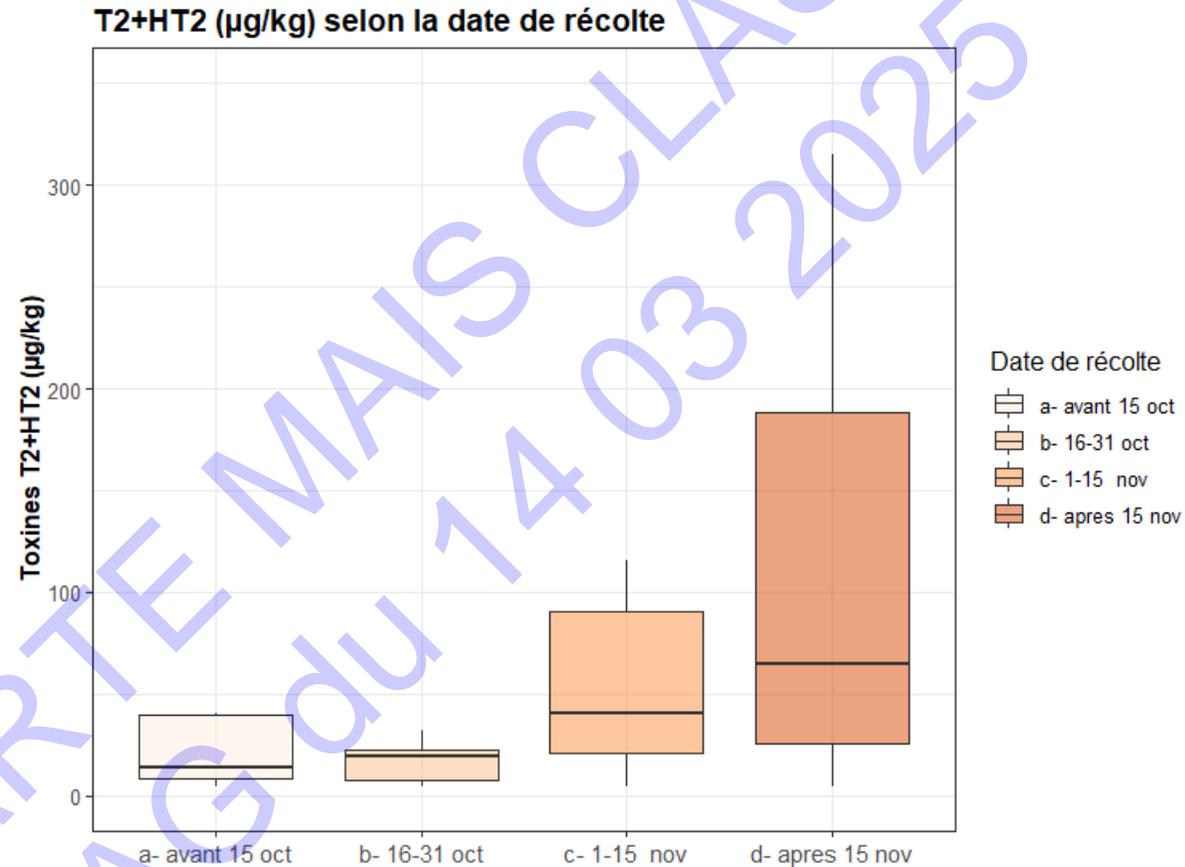
2024 : toutes les toxines sont corrélées entre elles, en
lien avec la dégradation de la qualité sanitaire selon la
date de récolte



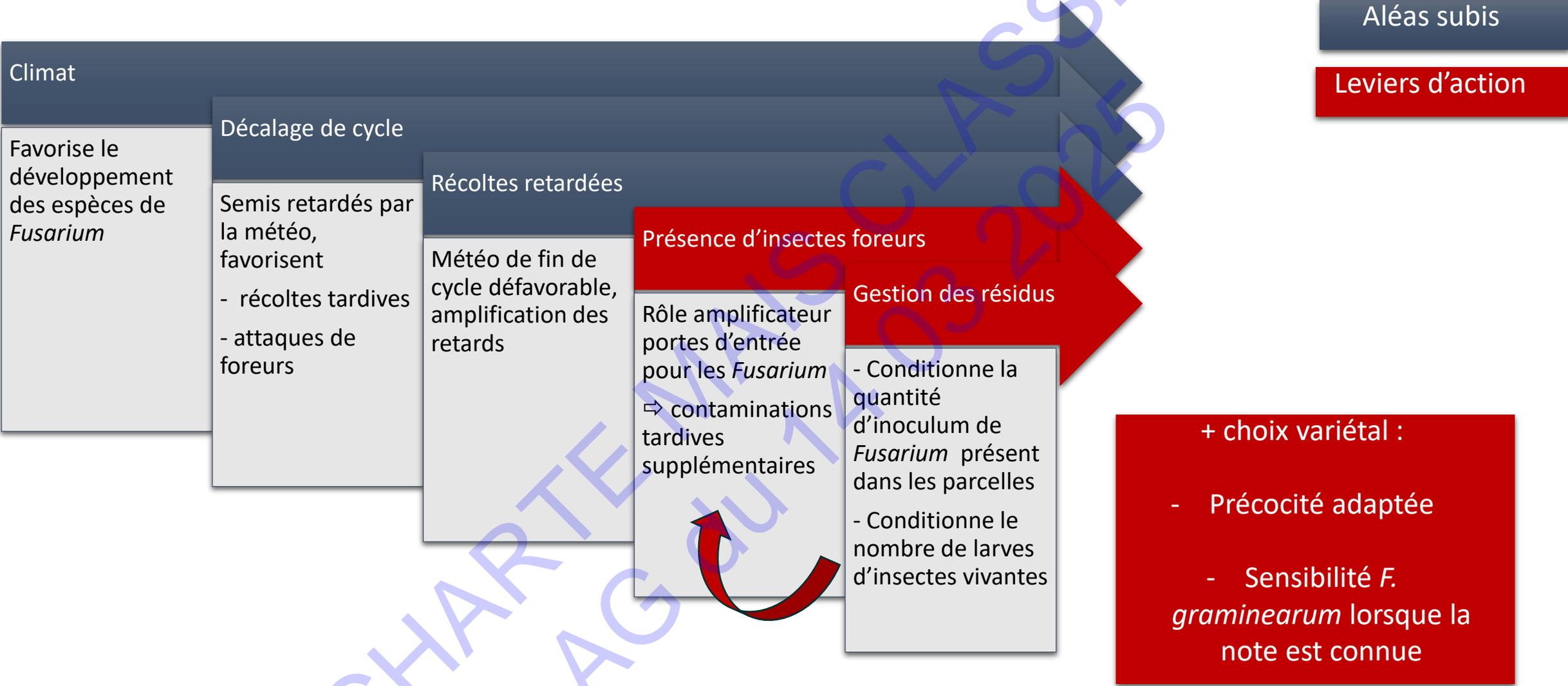
Corrélogramme toxines de Fusarium réglementées grain parcelles agriculteur



Toxines T2 et HT2 : un effet date de récolte marquant



Vue d'ensemble au champ de l'année 2024 au champ, toutes toxines



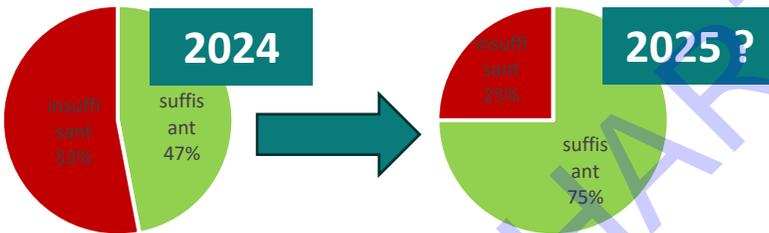
Et pour 2025, comment repartir du bon pied ?



Une météo clémente sur l'ensemble du cycle, sans décalage de semis

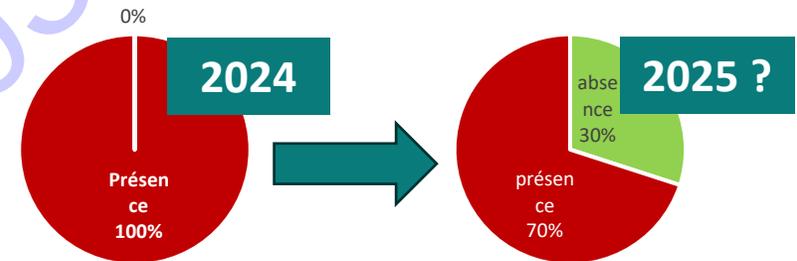
1

Une gestion des résidus adaptée au contexte ?



2

Accentuer la lutte contre les foreurs ?



CHIFFRE MAÏS CLASSE A AG du 14 03 2025



Et pour 2025, comment repartir du bon pied ?

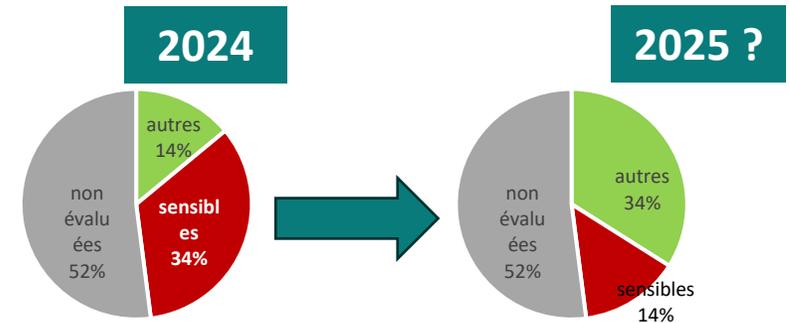
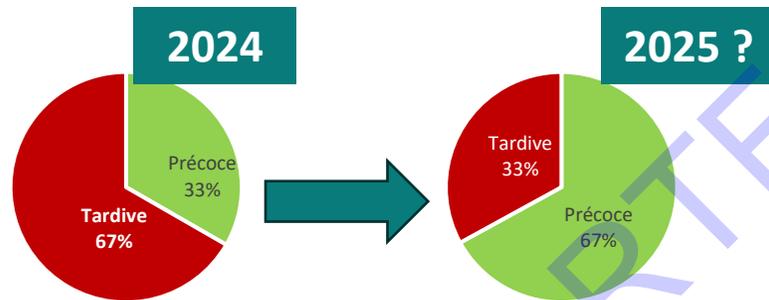


Une météo clémente sur l'ensemble du cycle, sans décalage de semis

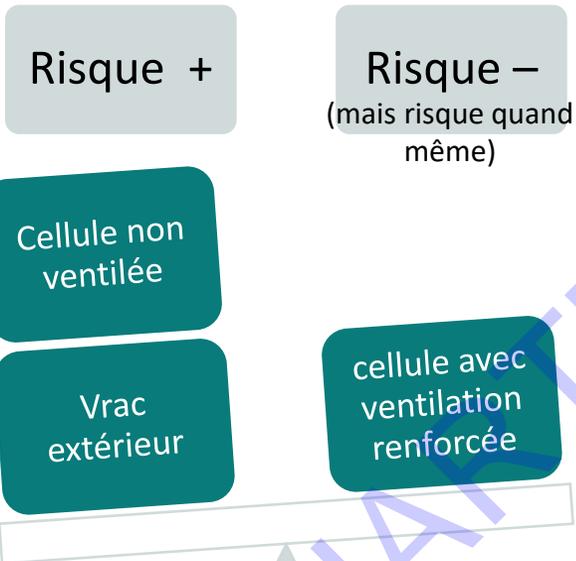
3

Adapter sa précocité au lieu, éviter les variétés tardives ?

Prendre en compte la sensibilité variétale lorsqu'elle est connue ?



Post-récolte : Eviter le développement fongique au préstockage



PRÉSTOCKAGE : le vrac favorise le développement de moisissures de tous types

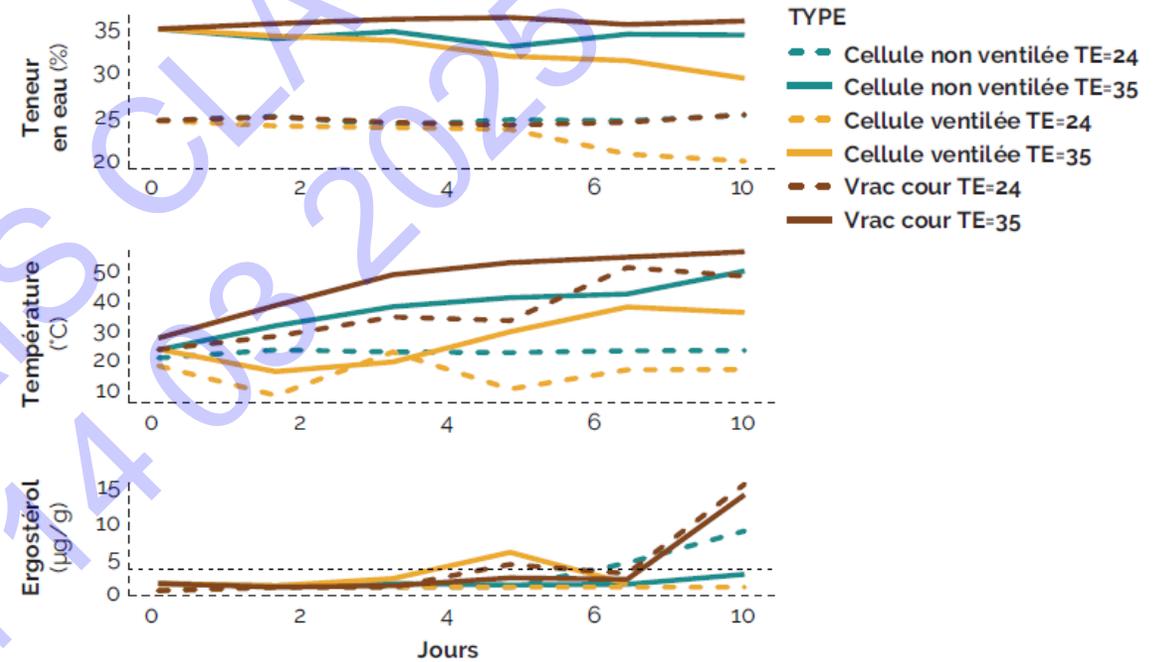


Figure 3 Évolution de la teneur en eau, de la température et de la teneur en ergostérol du maïs humide dans le temps et selon le type de préstockage. La teneur en ergostérol est directement corrélée à la présence de moisissures, mais sans distinction d'espèces. ARVALIS, 2004.

Post-récolte : Eviter le développement fongique au préstockage

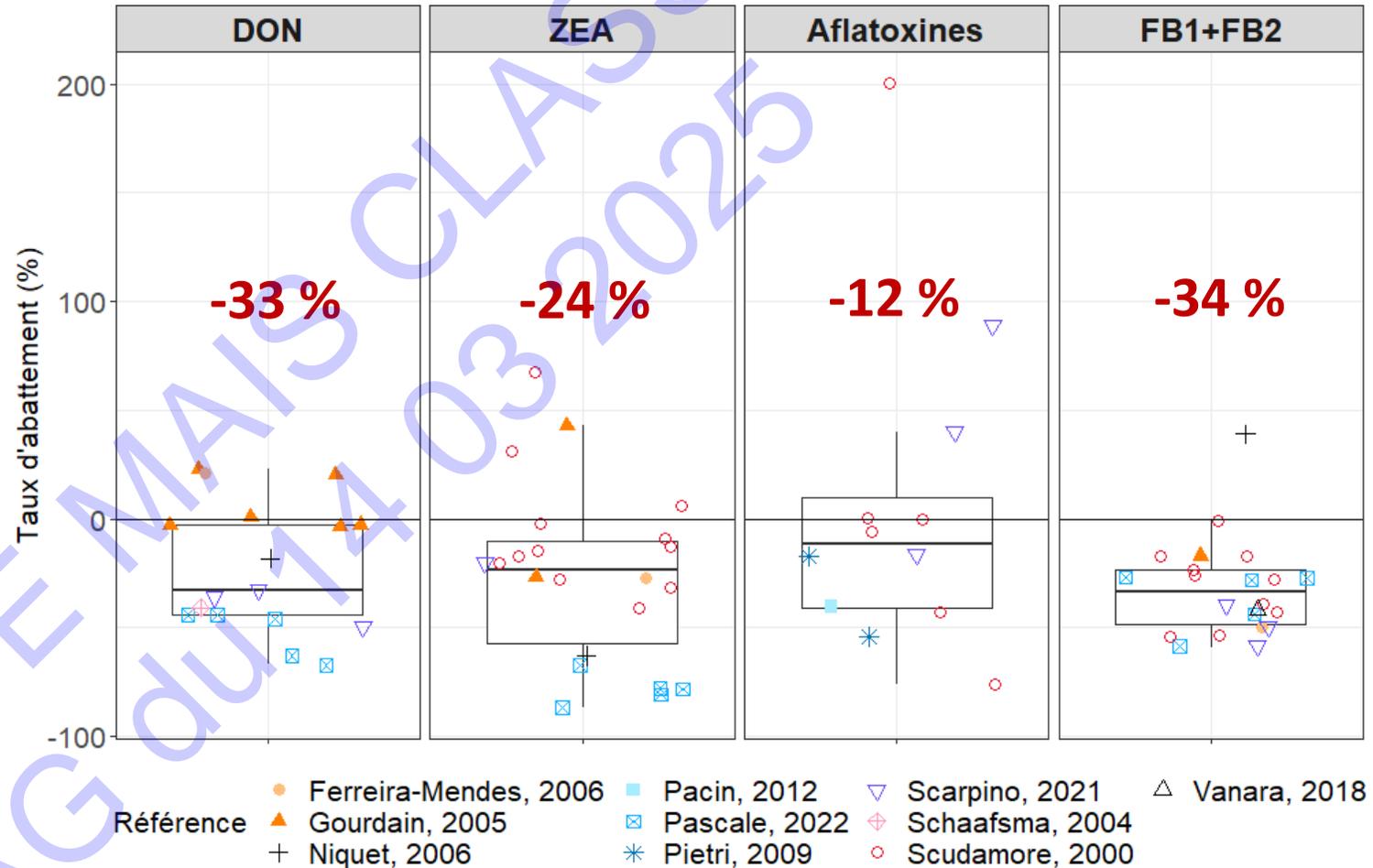
- ✓ à 24 % comme à 35 % d'humidité du grain, les conditions sont favorables à la croissance fongique
- ✓ Les recommandations habituelles de limiter la durée du préstockage à 48 heures restent donc d'actualité

CHARTRE MAÏS CLASSE A
AG du 14 03 2025



Efficacité du nettoyage, synthèse données littérature

- 10 études
- Tous équipements de nettoyage, y compris trieur optique.
 - Efficacité du nettoyeur séparateur globalement limitée
 - DON et ZEA : Tri optique et table densimétrique plus efficace pour que NS
 - FUMO : efficacité comparable du NS et tri optique
- NB : cette synthèse regroupe des lots de niveaux de contamination variables.



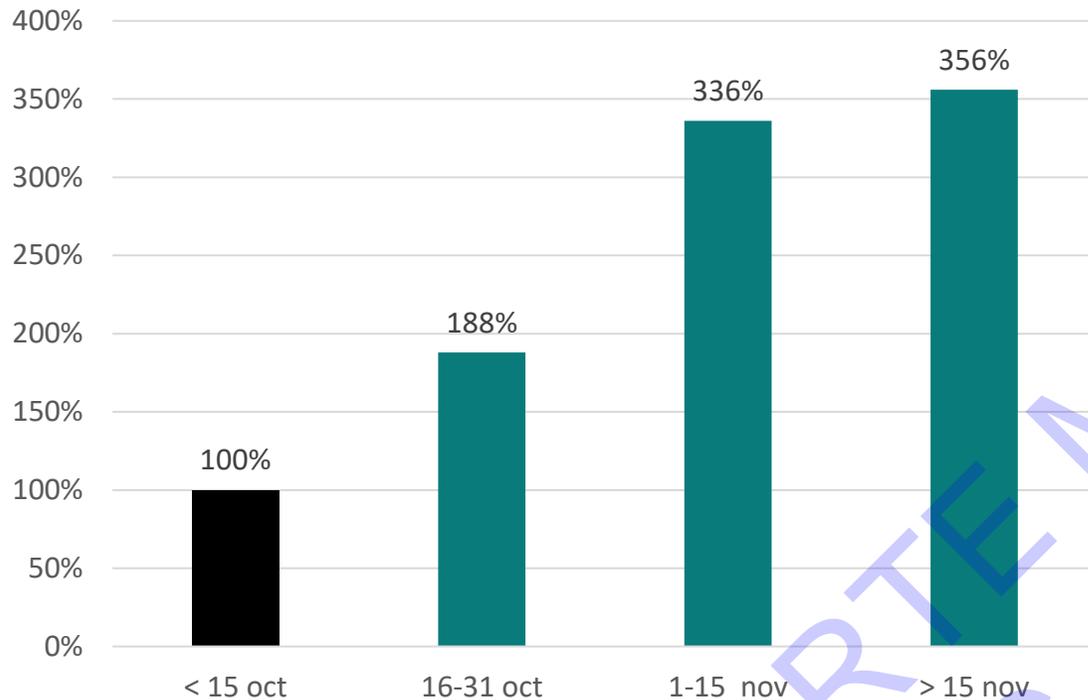
Source : Tanguy, 2023



une stratégie d'allotement est-elle possible ?

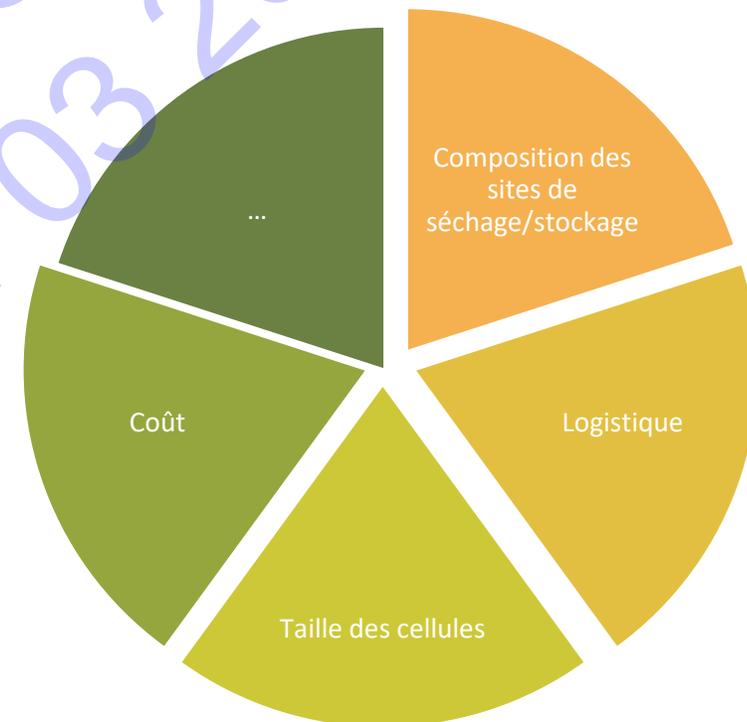
2024 : une année Exceptionnelle

Dégradation de la qualité sanitaire en fonction de la date de récolte, base 100 <15 oct



Sur la base des parcelles hors normes en nutrition humaine

Une stratégie d'allotement et de nettoyage en fonction de la date de récolte est-elle envisageable ?



Merci de votre attention !

CHARTRE MAIS CLASSE A
AG du 14 03 2025

