



HAL
open science

Bonnes pratiques pour identifier et limiter les risques mycotoxines dans les céréales

Rodolphe Vidal, Jean-Michel Savoie, François Bionnet, Gwénaëlle Jard

► To cite this version:

Rodolphe Vidal, Jean-Michel Savoie, François Bionnet, Gwénaëlle Jard. Bonnes pratiques pour identifier et limiter les risques mycotoxines dans les céréales. 73èmes Journées Techniques des Industries de céréales (JTIC), Nov 2023, Auxerre, France. hal-04673908

HAL Id: hal-04673908

<https://hal.inrae.fr/hal-04673908v1>

Submitted on 20 Aug 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Bonnes pratiques pour identifier et limiter les risques mycotoxines dans les céréales

Best for identifying and limiting mycotoxin risks in cereals



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR



Animateur ENSMIC
Marie-Pierre GOUSSET
Directrice
Enilia - ENSMIC



Rodolphe Vidal
Coordinateur du pôle qualité
et transformation
ITAB

Introduction générale du projet Myco3C et présentation des résultats au champ



Jean-Michel Savoie
Directeur de recherche
INRAE

Panification : Impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines



François BRIONNET
Formateur CFA/CFPPA
ENILIA ENSMIC

Pastification : impact du process pastier sur les niveaux de mycotoxines



Gwénaëlle Jard
Enseignante - Chercheuse
en technologies alimentaires
Ecole Ingénieur de Purpan



Bonnes pratiques pour identifier et limiter les risques mycotoxines dans les céréales



Best for identifying and limiting mycotoxin risks in cereals

- ✓ Le projet casdar IP Myco3C 
- ✓ Contamination au champ – suivi de parcelles agriculteurs 
- ✓ Conditions d'évolution des mycotoxines au cours du stockage à la ferme   
- ✓ Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines
- ✓ Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines 

Bonnes pratiques pour identifier et limiter les risques mycotoxines dans les céréales



Best for identifying and limiting mycotoxin risks in cereals

Le projet casdar IP Myco3c The Casdar project Myco3C



Origine du projet :

Evaluer et suivre le risque mycotoxine sur les céréales produites en circuits courts, en fonction des pratiques

Controverse : Est-ce que le risque mycotoxine est plus important en AB ?

Brodal et al. 2016 : revue de littérature

“Despite no use of fungicides, an organic system appears generally able to maintain mycotoxin contamination at low levels”

Il existe une diversité des pratiques de la fourche à la fourchette.

Lesquelles sont les plus impactantes ?

Brodal, G., Hofgaard, I. S., Eriksen, G. S., Bernhoft, A., & Sundheim, L. (2016). Mycotoxins in organically versus conventionally produced cereal grains and some other crops in temperate regions. *World Mycotoxin Journal*, 9(5), 755-770. <https://doi.org/10.3920/wmj2016.2040>



Objectifs du projet

Project objectives



- Compléter les informations des modèles agroclimatiques prédictifs de risque DON existants et disposer de **données fiables sur les contaminations** en mycotoxines, en tenant compte de la diversité des pratiques dans cette filière
- Élargir à **autres mycotoxines** que DON et couvrir toute la chaîne de valeurs
- Identifier des **leviers techniques d'action** adaptés, permettant de minimiser le risque de contamination en mycotoxines
- Sensibiliser les acteurs et faire évoluer **les pratiques pour minimiser le risque** de contamination en moisissures et mycotoxines

Le partenariat Partnership

Avec
la contribution
financière du compte
d'affectation spéciale
développement
agricole et rural
CASDAR


**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**
*Liberté
Égalité
Fraternité*



Groupes agriculteurs bio :

Haute-Loire Biologique, Agribio 04, Agrobio Périgord,
B.L.E., GAB 65



ITA : ACTA, ITAB

Recherche Académique : INRAE UR MycSA et UMR
SPO

Enseignement :

El Purpan, IUT Auch, ENILIA-ENSMIC, Inéopole
Formation Brens



• AGROBIO PÉRIGORD •



• AGRIBIO 04 •

Les Agriculteurs **BIO** des Alpes
de Haute-Provence



• Haute-Loire **BIO** •

Les Agriculteurs **BIO** de Haute-Loire



• Gab 65 •

Le groupement de l'Agriculture **BIO**
des Hautes Pyrénées



ineopole
formation



Campus de l'alimentation
ENILIA • ENSMIC | Surgères



PURPAN
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Sciences du vivant | Agriculture
Agroalimentaire | Marketing | Management



UNIVERSITÉ TOULOUSE III

TOULOUSE
AUCH - CASTRES





Diversité des pratiques
Conditions environnementales



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR


MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
 Liberté
Égalité
Fraternité



Contamination au champ – suivi de parcelles agriculteurs

Contamination in the field - monitoring farm plots



Le réseau de suivi / Farm network



Parcelles suivies :

35 parcelles suivies en 2019

19 en 2020

26 en 2021

Essentiellement variétés populations

Mycotoxines analysées :

DON (y.c. 15-acetyl-DON

3-acetyl-DON, DAS)

Nivalénol

Ochratoxine A

Aflatoxine B1 et B2, G2

Toxine T-2 et HT-2

Aflatoxine G1

Fusarenone X




Zearalenone

(y.c. Alpha-zearalenol et Beta-zearalenol)



Populations de Blés semées	Nombre de parcelles semées
Rouge de bordeaux (RB)	8
Barbu du Roussillon (BR)	1
Touzelle de nimes (TN)	1
Mélange blé tendre (MT)	12
Fuchweisen (F)	1
Chiddam (C)	1
Florence Aurore (FA)	3
Sarragnet (SA)	4
Bihouent (BI)	6
Trezier (TR)	1
Rouge de roc (RR)	1
Poulard d'Auvergne (PA)	5
Nonette de Lausane (NL)	6
Mélange blé poulard (MP)	1
Khorazan (K)	2
Amidonnier (A)	1

* Espèces : *Triticum sativum* (blé tendre), *Triticum turgidum* (blé Poulard), *Triticum amyleum* (amidonnier)

-  Blé données du suivi 2019 et 2020
-  Maïs
-  Poulard

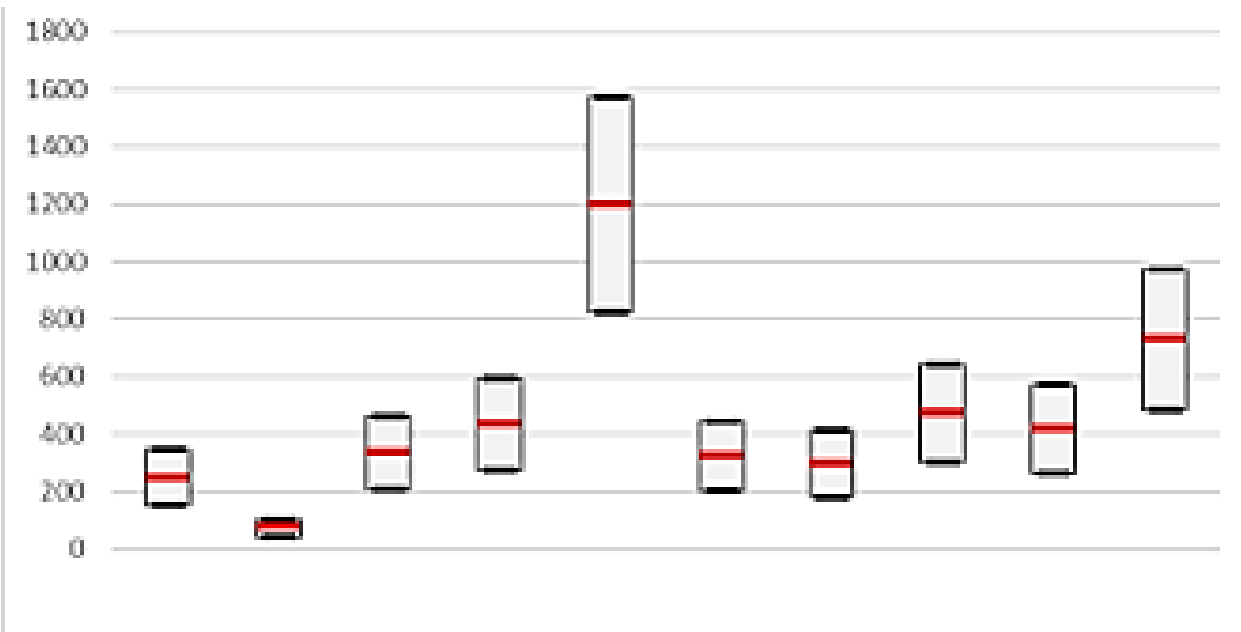


Résultats / Results

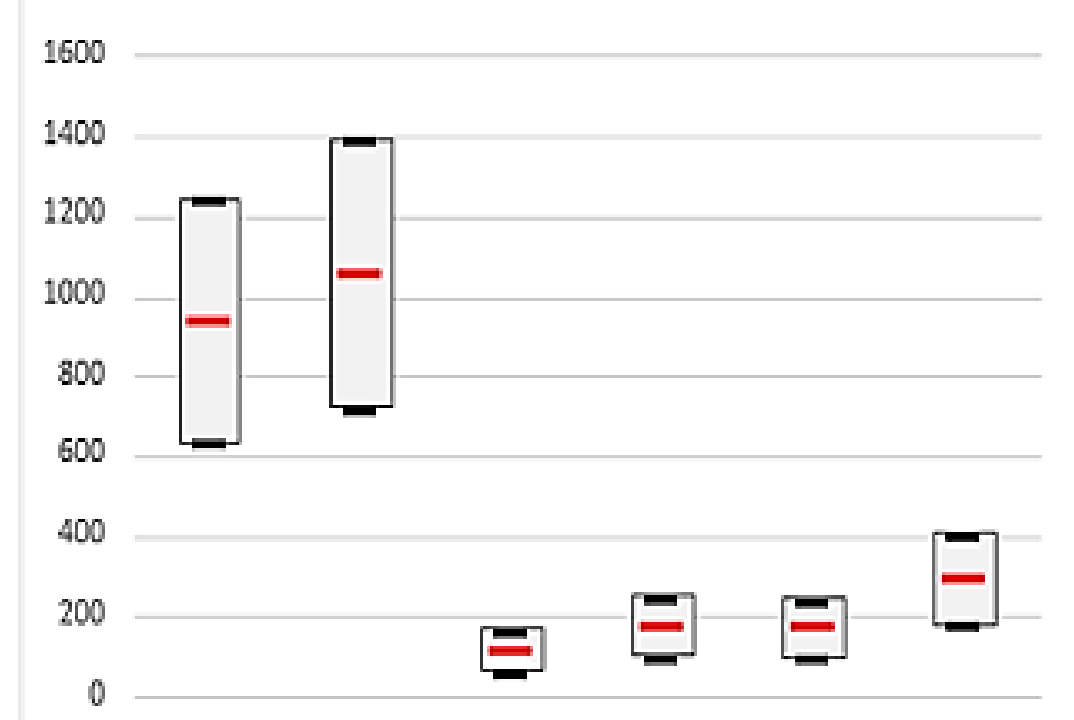
Exemples de Concentrations en DON relevées sur récolte 2020



Blé tendre
limite réglementaire 1250 µg/kg



Poulard
limite réglementaire 1750 µg/kg (base blé dur)



- Des résultats très hétérogènes
- Absence de DON dans certaines régions



Résultats / / Results



Les leviers d'action au champ

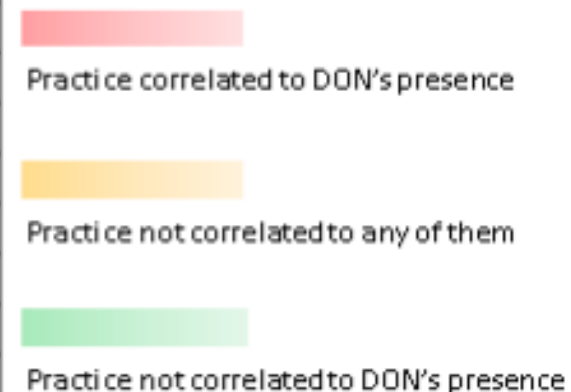
Les pratiques à risque :

- pas de désherbage
- sans labour*
- précédent maïs (anté précédent soja et trèfle)

Les pratiques avec impact positif :

- semis très tardif (à partir de janvier)
- désherbage
- texture du sol sableuse

Farming practice	Criterion	DON not detected	DON detected
Species	Rivet wheat	1	12
	Soft wheat	20	23
Weeding	No	13	29
	Yes	8	5
Seeding period	Early	4	10
	Normal	5	14
	Late	1	8
	Very late	11	3
Tillage	No	1	12
	Yes	20	23



On peut également citer l'origine des semences (une analyse sanitaire est plus sécurisante), des variétés ou population à paille longue, rotation longue sans blé ou maïs en précédent, broyage des résidus, variétés barbues)

Attention ! le faible nombre d'échantillons analysés ne permet pas de conclure avec un niveau de robustesse statistique satisfaisant



Résultats / Results

Rôle du climat et impact des précipitations

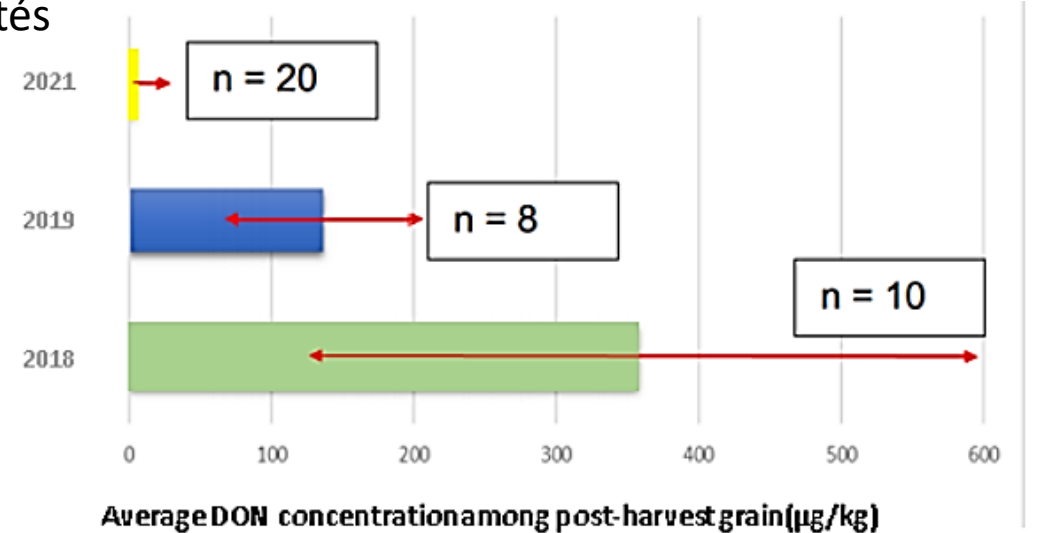
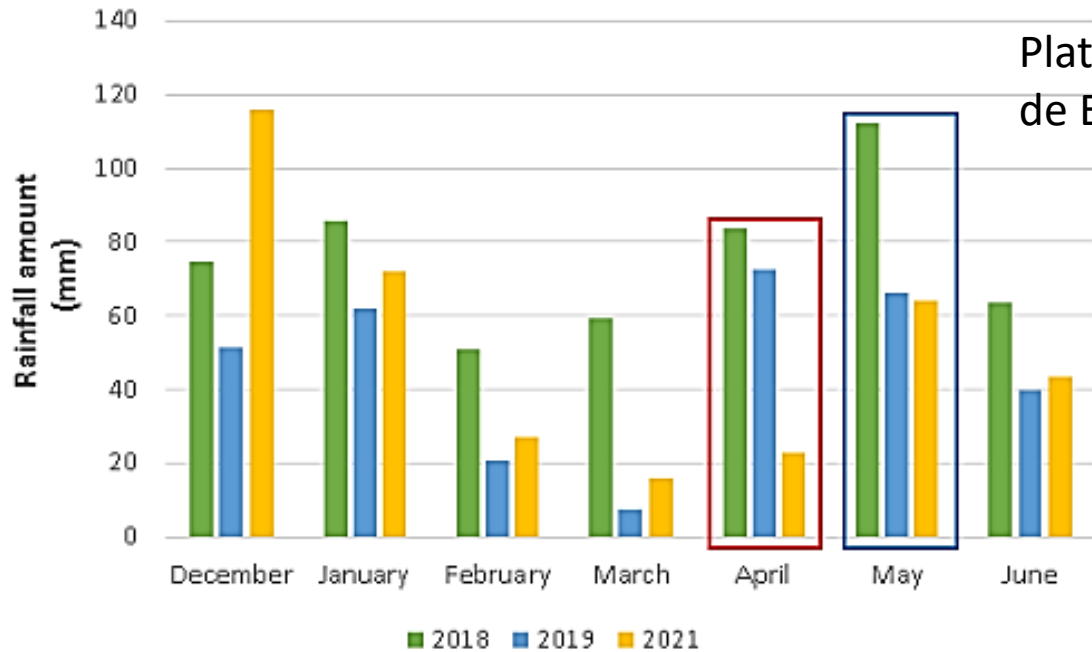
- 40 mm de pluie à la floraison augmente le risque mycotoxine
- Corrélation DON avec somme précipitation en avril ($r=0.45$)
- Les parcelles en climat océanique sont donc plus exposées
- Corrélation entre concentrations en DON et NIV, HT-2, ZEA

Départements	Number of samples with DON
Alpes-de-Haute-Provence	0/3
Bouches-du-Rhône	0/4
Var	0/2
Dordogne	1/3
Haute-Loire	0/4
Pyrénées Atlantiques	4/4
Ille-et-Vilaine	0/2
Haute-Garonne	3/3
Haute-Pyrénées	20/20
Gers	7/9

Blé tendre 2020
Parcelles
agriculteurs

Mediterranean climate
Oceanic climate

Plateforme tests variétés
de El Purpan Toulouse





Diversité des pratiques
Conditions environnementales



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR


MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
 Liberté
Égalité
Fraternité



Conditions d'évolution des mycotoxines au cours du stockage à la ferme

How mycotoxins develop in on-farm storage



Conditions d'évolution des mycotoxines au cours du stockage à la ferme

How mycotoxins develop in on-farm storage



Mycotoxines du champ ou Mycotoxines du stockage

Mycotoxins from fields versus Mycotoxins from storage

Genre *Fusarium* et ses toxines

F. graminearum, *F. culmorum*, *F. verticilloides*, *F. proliferatum*

Trichothécènes B (DON : deoxynivalenol, NIV: nivalenol,....)

Zéaralénone

Fumonisines

F. proliferatum

Genre *Aspergillus* et ses toxines

A. nidulans, *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. ochraceus*, *A. parasiticus*, *A. flavus*

Aflatoxines

Ochratoxines

Genre *Penicillium* et ses toxines

P. verrucosum, *P. viridicatum*, *P. expansum*

Patuline

Ochratoxines

Au champ : essentiellement Mycotoxines de *Fusarium* : DON + Zéaralénone (réglementées) ; autre Trichothécènes, enniatines... et alcaloïdes ergot (nouvellement réglementés)

Au stockage : production d'OTA et Aflatoxines (réglementées) + autres mycotoxines de *Penicillium* et évolution des mycotoxines du champ

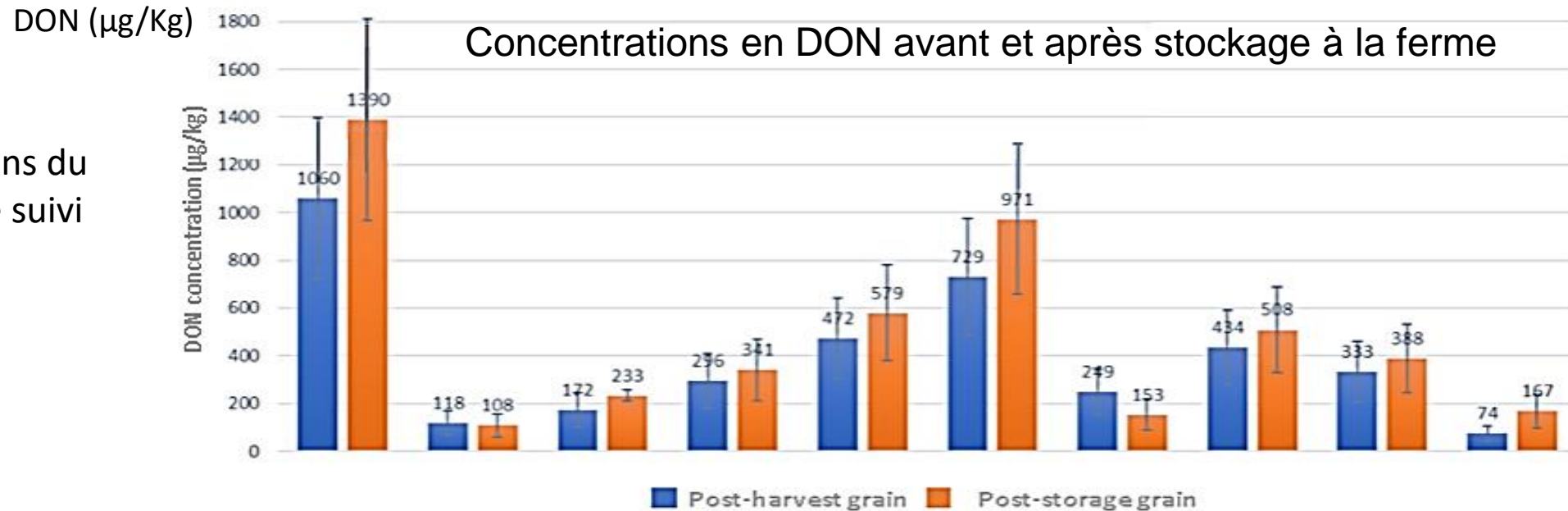


Conditions d'évolution des mycotoxines au cours du stockage à la ferme

How mycotoxins develop in on-farm storage



Echantillons du réseau de suivi



- Pas de différence significative entre les échantillons avant et après stockage.
- Une tendance à l'augmentation est néanmoins observée après stockage sur la majorité des échantillons pour DON, NIV et ZEA.
- Attention aussi au risque de contamination au cours du stockage par OTA ou Aflatoxines, appliquer les mesures de Tri, dépelliculage et contrôle de la Température et de l'Humidité



Conditions d'évolution des mycotoxines au cours du stockage à la ferme

How mycotoxins develop in on-farm storage



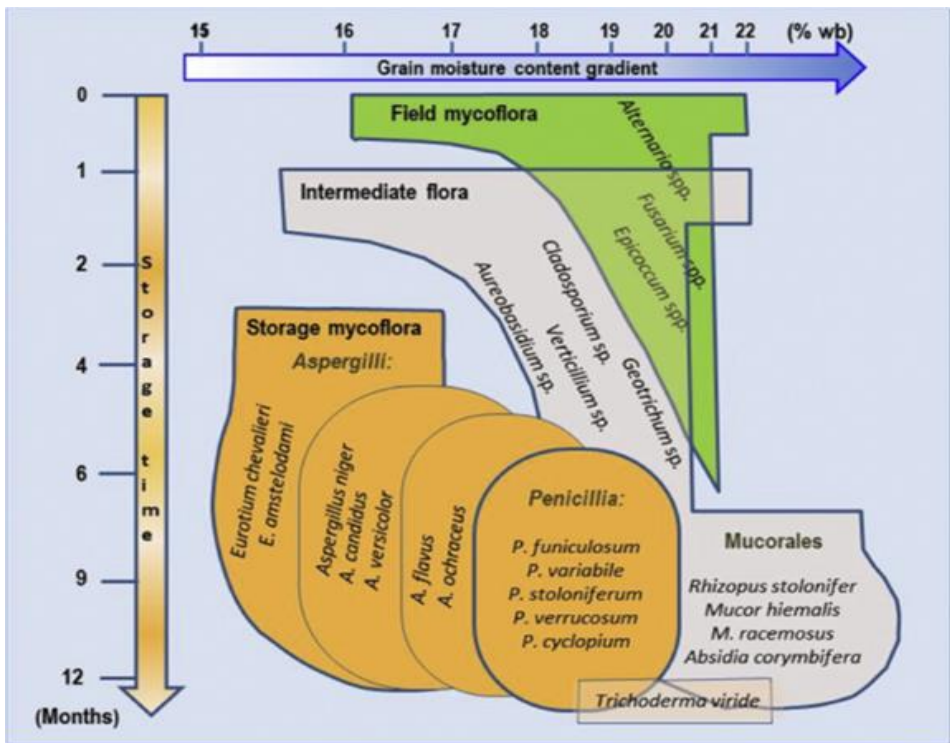
Simulation à l'échelle du laboratoire

Laboratory trials

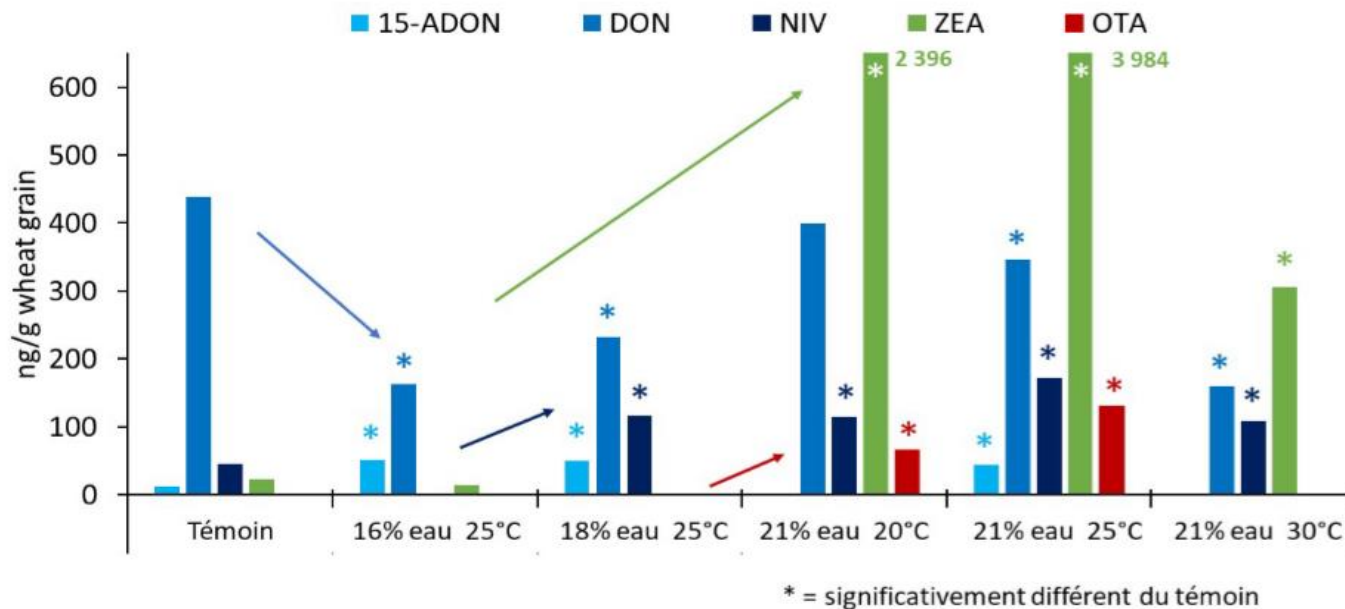


Effet combinés température et teneur en eau du grain

sur le développement des moisissures



F. Fleuret-Lessard



Observations expérimentales

[25 °C et 16 à 21 % eau] : Moins de DON mais plus de dérivés et autres TCTB
 [20 à 25 °C et 21 % eau] : ++++ ZEA et ++ OTA
 [30°C] : pas d'OTA et faible augmentation ZEA



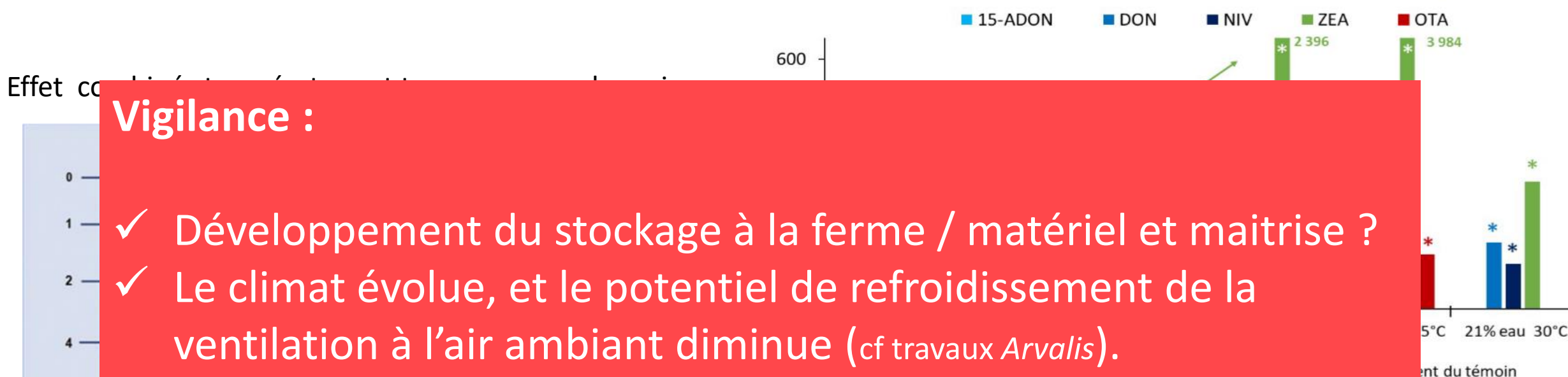
Conditions d'évolution des mycotoxines au cours du stockage à la ferme

How mycotoxins develop in on-farm storage



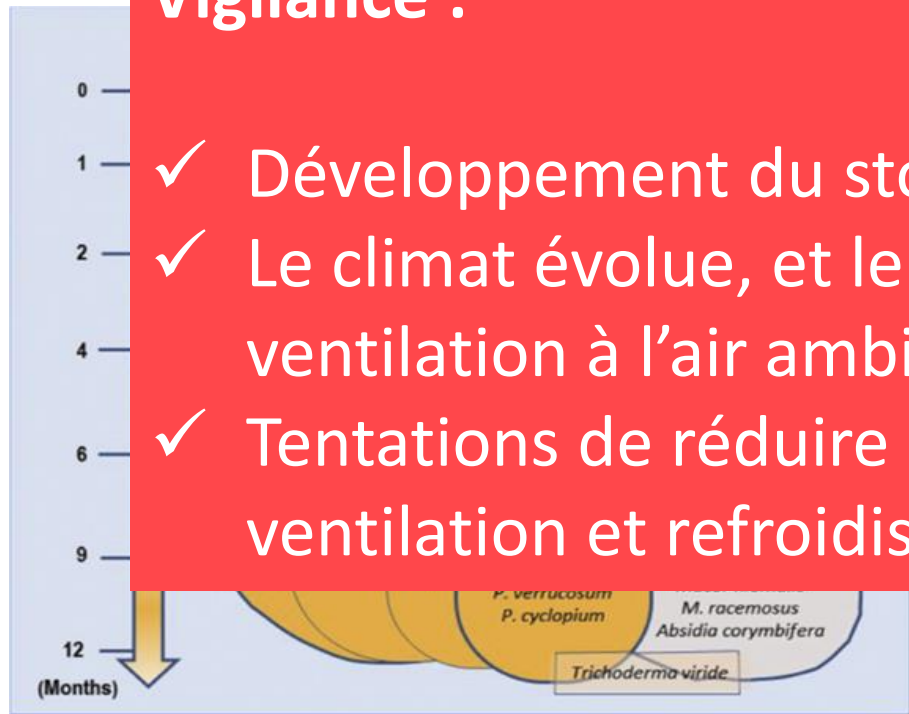
Devenir des mycotoxines au stockage

Fate of mycotoxins at storage



Vigilance :

- ✓ Développement du stockage à la ferme / matériel et maîtrise ?
- ✓ Le climat évolue, et le potentiel de refroidissement de la ventilation à l'air ambiant diminue (cf travaux Arvalis).
- ✓ Tentations de réduire la consommation énergétique de ventilation et refroidissement...



F. Fleuret-Lessard

augmentation derives et autres TCTB
[20 à 25 °C et 21 % eau] : augmentation drastique ZEA et forte contamination OTA
[30°C] : pas d'OTA et faible augmentation Zea





Diversité des pratiques
Conditions environnementales



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR


MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION
 Liberté
Égalité
Fraternité



Panification : impact de la transformation en farine et pain sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Des process qui favorisent la décontamination sur des lots de grains non contrôlés mais potentiellement contaminés ?





Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Devenir des mycotoxines – mouture et panification

Fate of mycotoxins- milling and breadmaking

Diagramme de mouture sur Meule type Astrié (1 passage)

Tamis
1400 µm
900 µm
710 µm
450 µm
180 µm
Farine

2 moutures :



Meule

Cylindres



Diagramme de mouture sur cylindres (mouture progressive) : Moulin Siraga

B1	Tamis µm	Destination	Cl1	Tamis µm	Destination	C1	Tamis µm	Destination	
Cylindre cannelé	1600	B2	Cylindre lisse	900	B3	C2	250	Cl3	
	900	B2		530	B3		150	C2	
	400	Cl1		280	Cl2	C3	150	C3	
	250	Cl2		180	C1		C4	250	Cl4
Cylindre cannelé	1400	B3	Cylindre lisse	280	Cl3	C5		150	C4
	800	B3		180	C1		C6	250	Cl4
	400	Cl1	Cylindre lisse	1000	Germes	C7		150	C4
	250	Cl2		250	Cl4		C8	150	C5
180	C1	Cylindre lisse	150	C2	C9	280		R.Bis	
Cylindre cannelé	1250		B4	Cylindre lisse		280	R.Bis	C10	125
	700	B4	150		C5	C11	110		R.Blanc
	530	Cl3	Réglage des cylindres						
	250	Cl2	Ecartement en mm						
150	C2	B1	40/100	Cl4	Contact				
Cylindre cannelé	100	Gros son	B2	20/100	C1	1/100			
	500	Fin son	B3	10/100	C2	Contact			
	250	Cl4	B4	5/100	C3	Contact			
	150	C4	Cl1	6/100	C4	Contact			
				Cl2	3/100	C5	Contact		
				Cl3	1/100	C6	Contact		
						Hauteur de couche			
						B1/B2	1 Graduation		
						B3/B4	2 Graduations		
						Lisses	0 Graduations		

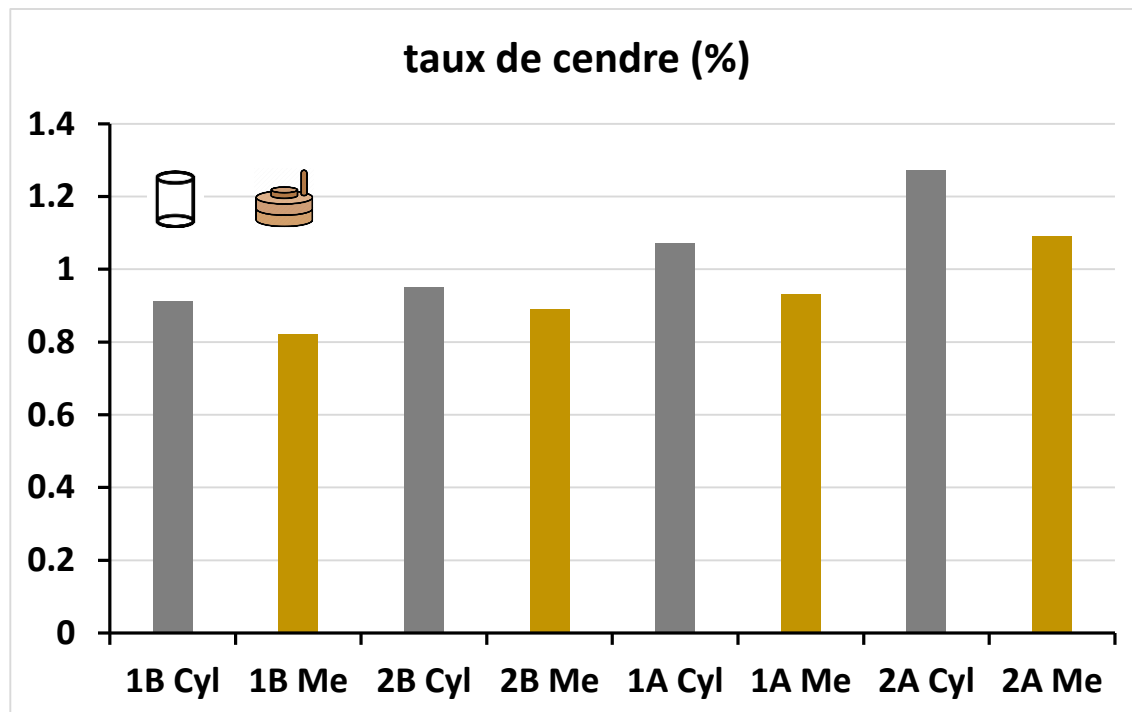


Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Devenir des mycotoxines – mouture et panification

Fate of mycotoxins- milling and breadmaking



- Les taux de cendres des farines ont augmenté avec l'altération des blés au stockage.
- Faibles différences de taux de cendres entre les farines sur cylindres et les farines de meules (environ 0,1 point).
- Les farines sur cylindres ont été plus cendreuses que les farines sur meules du fait de l'ouverture du tamis à farine de 180 μm (un peu faible) sur le diagramme meule.
- L'objectif était de rester au niveau de la règle internationale du *Codex Alimentarius*, c'est-à-dire inférieur à 212 μm .



Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

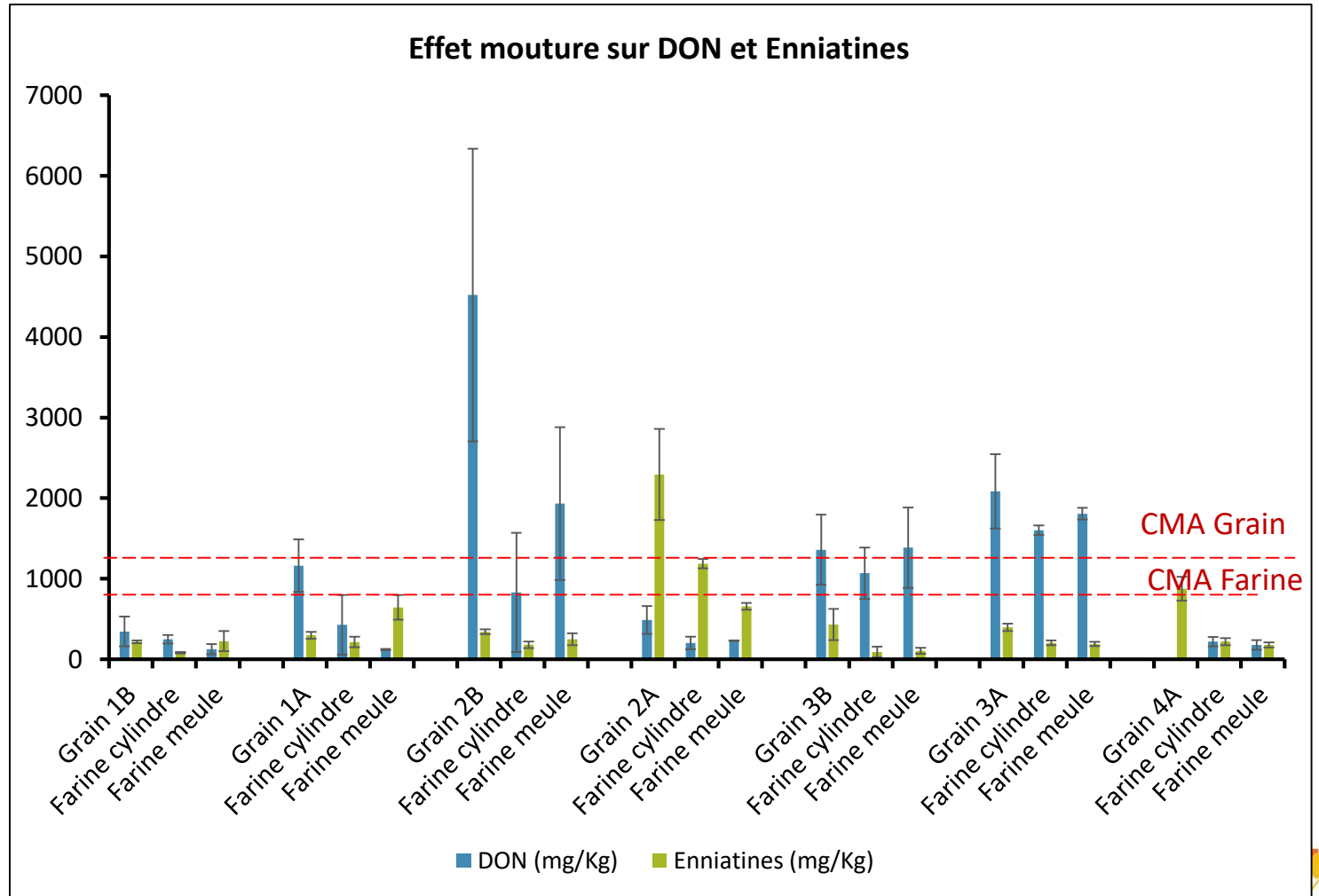
Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Devenir des mycotoxines – mouture et panification

Fate of mycotoxins- milling and breadmaking



- Concentration de DON dans les issues, mais effet dilution ne permet pas de récupérer des lots > CMA
- Différences entre farines et grains → variables selon les lots et la mycotoxine.
- Pas de différence significative entre les deux types de farines pour DON. Des différences pour ENNs, avec tendance Meule > Cylindre.





Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Devenir des mycotoxines – mouture et panification

Fate of mycotoxins- milling and breadmaking

Recette et diagramme de fabrication des pains

Ingrédients	Poids	Pourcentage
Farine	2000g	
Eau	1300g	65%
Sel	36g	1,80%
Levain	400g	20%
Bassinage	50 à 100g si besoin	2,5 à 5%

Ingrédients	Poids	Pourcentage
Farine	2000g	
Eau	1300g	65%
Sel	36g	1,80%
Levure	14g	0,7%
Bassinage	50 à 100g si besoin	2,5 à 5%

Pétrissage	Vit 1 = 8min Vit 2 = 2 min	Ajout du sel 4 min avant la fin de la vitesse 1 Ajout de une ou deux minute si besoin +bassinage
Pointage	3h à 26°C	Ajuster la T° ou le temps si nécessaire Hygrométrie = 75%
Division	500g	± 10g
Façonnage	Taille bâtard pour moule	Si la pâte est trop souple/liquide peser directement dans le moule
Apprêt	2h/3h à 26°C	Ajuster la T° ou le temps si nécessaire Hygrométrie = 75%
Cuisson	45min	245°C puis chaleur tombante
Ressuage	30 min Minimum	Sortir des moules directement Et déposer les pains sur grille
Prise D'échantillon		2 tranches prise au centre du pain





Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Devenir des mycotoxines – mouture et panification

Fate of mycotoxins- milling and breadmaking

Recette et diagramme de fabrication des pains

Pétrissage	Vit 1 = 8min	Ajout du sel 4 min avant la fin de la vitesse 1
	Vit 2 = 2 min	Ajout de une ou deux minute si besoin +bassinage

- Le principal travail sur les panifications a été d'adapter le process afin de sortir le meilleur produit possible.
- Les prises d'échantillons ont été faites à la fin du pétrissage, à la fin des fermentations et après les cuissons.
- Les pâtes des farines venant de grains altérés au stockage avaient les caractéristiques suivantes :
 - Pâtes collantes en fin de pétrissage
 - Pâtes poreuses et sans tenue en fin d'apprêt
 - Les défauts des farines des blé altérés ont été amplifiés par rapport aux farines des blés témoins

Bassinage	50 à 100g si besoin	2,5 à 5%
-----------	------------------------	----------

Bassinage	50 à 100g si besoin	2,5 à 5%
-----------	------------------------	----------

	Minimum	Et déposer les pains sur grille
Prise D'échantillon		2 tranches prise au centre du pain



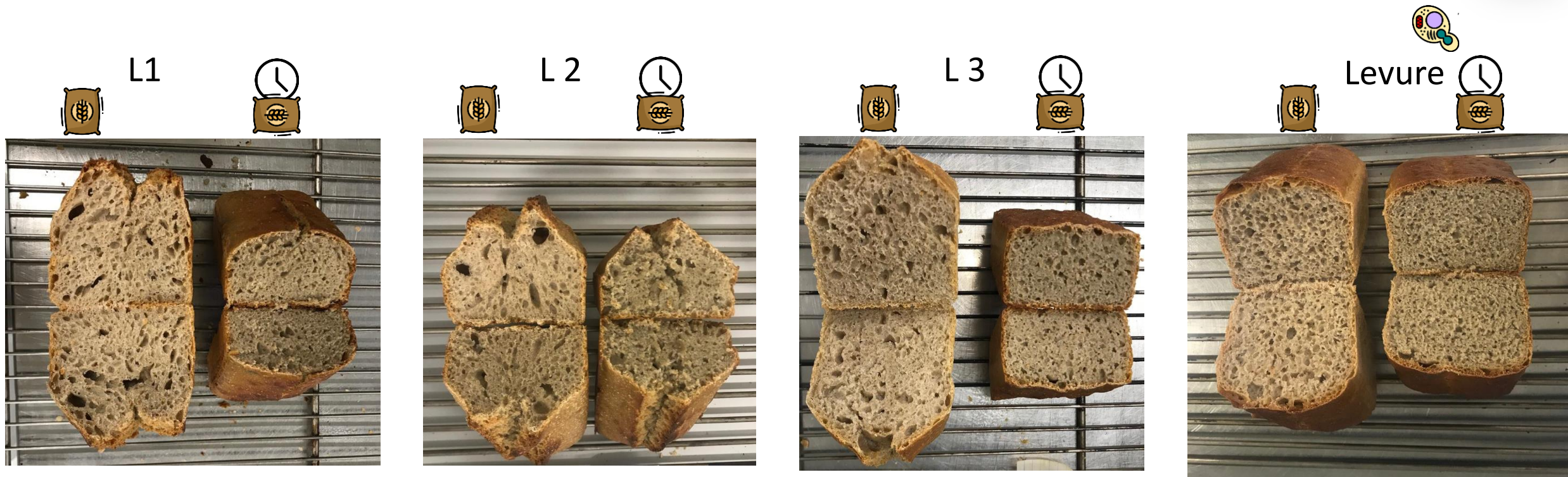


Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate

Devenir des mycotoxines – mouture et panification

Fate of mycotoxins- milling and breadmaking



- Levain L2 défectueux
- Pains de farines altérées plus compacts
- Différences entre témoins et altérés moins marquée avec levure

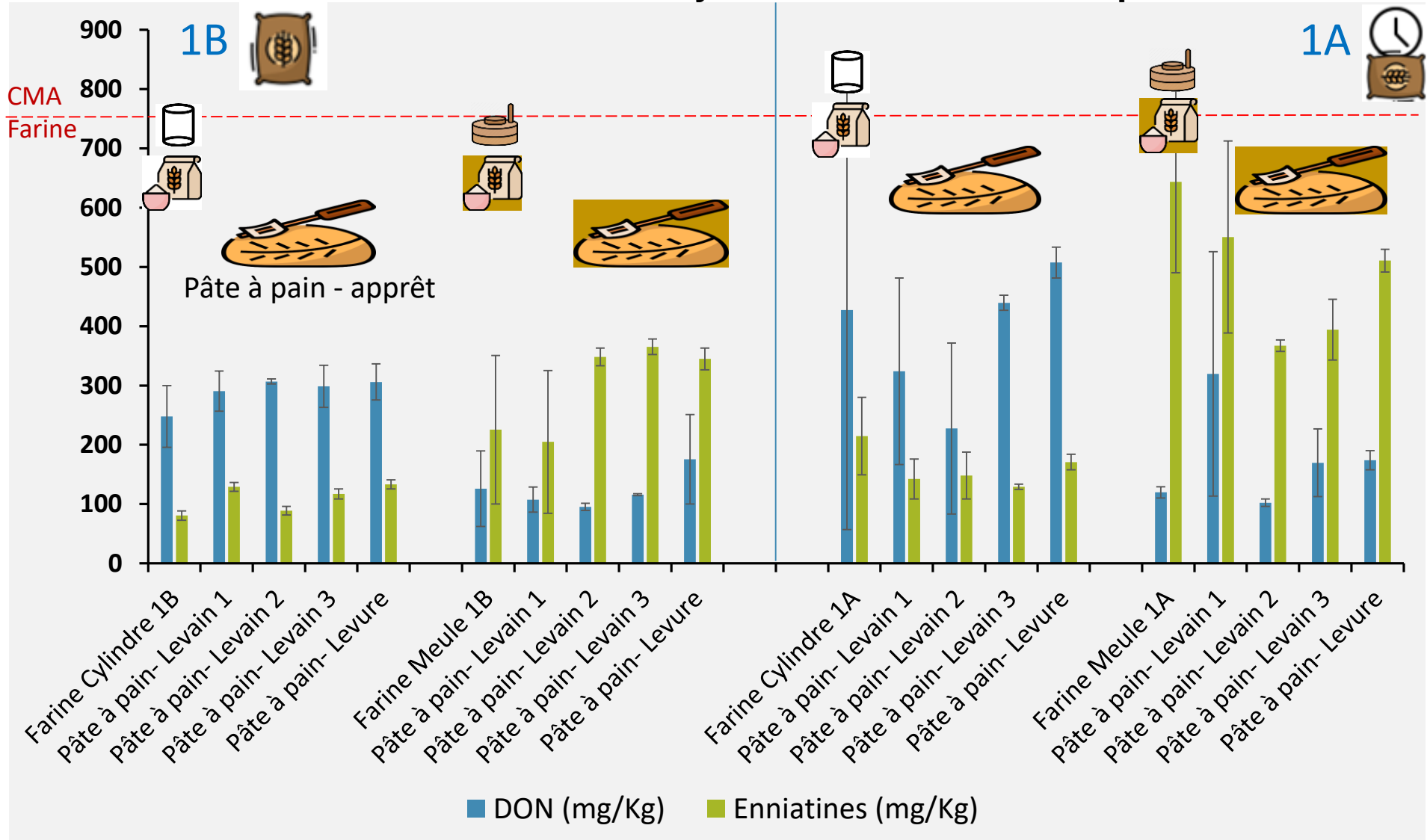


Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et panification



DON: Faibles contaminations

DON = peu de changement

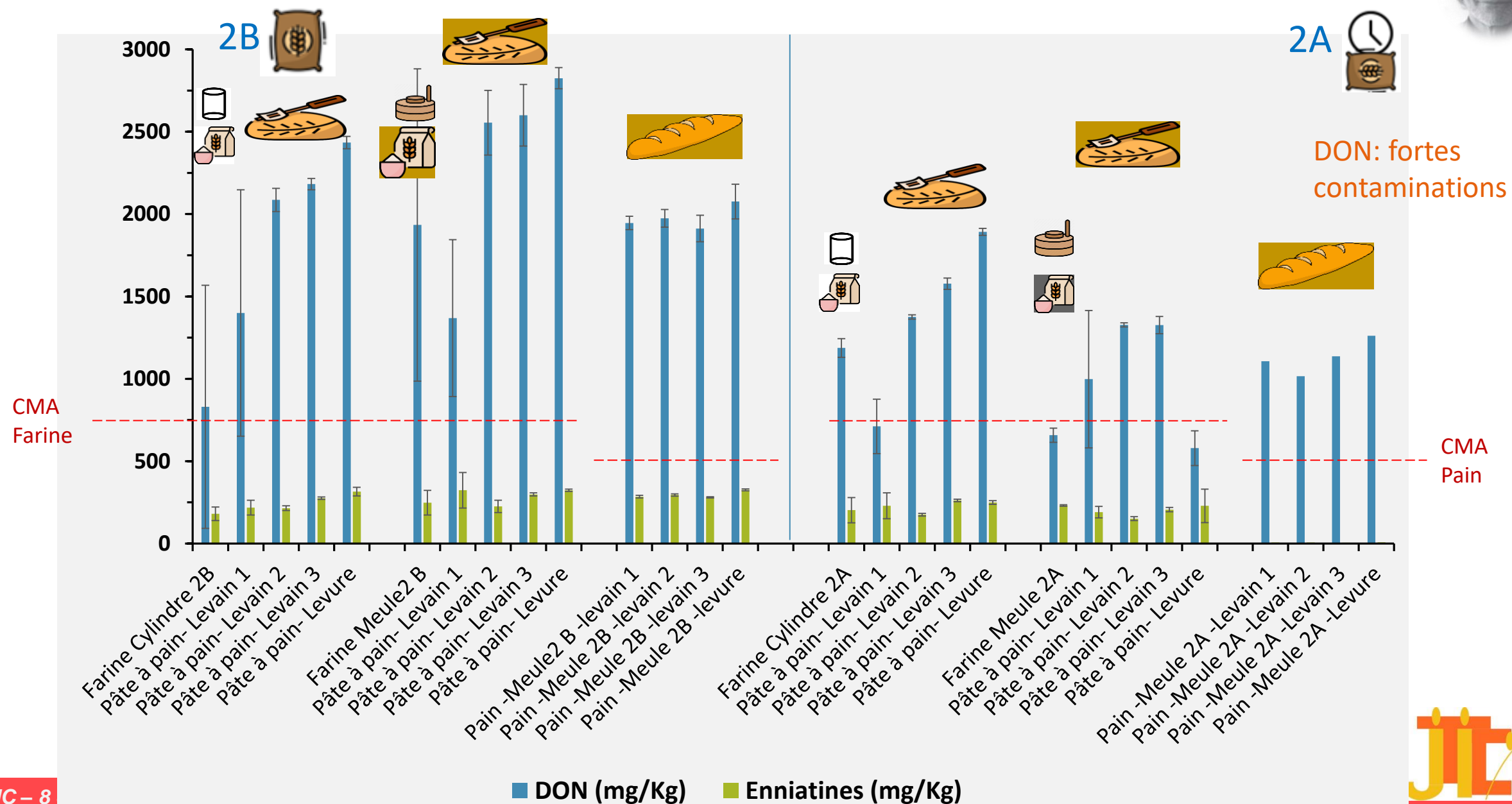
ENNS : tendance > farines B ; < farines A

Stage G. Domenech - 2022



Panification : impact de la transformation en farine et pains sur le devenir des mycotoxines

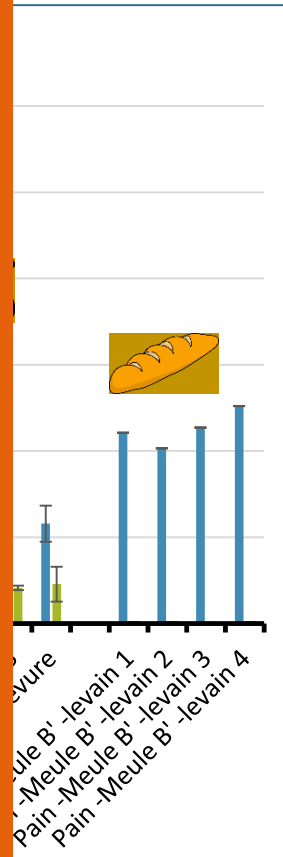
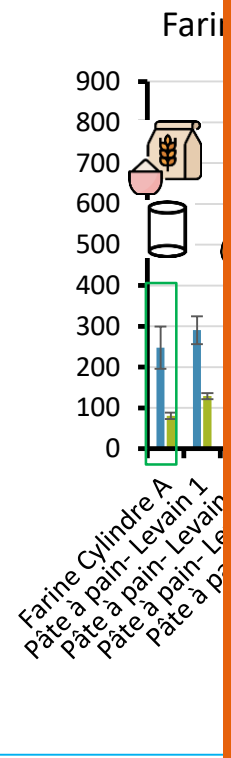
Bread-making: the impact of flour and bread processing on mycotoxin fate





Effet Levain ?

- Sur farines à fortes concentrations en DON (> 750 mg/Kg) = Tendance à augmentation pendant la fermentation pour levains L2, L3, Levure et baisse pour levain 1, mais insuffisante pour descendre sous CMA pain (500 mg/Kg).
 - Effet levain non associé à levure dominante,
 - L1 : levure dominante – *Saccharomyces cerevisiae*
 - L2 : défaut de levure
 - L3 : levure dominante – *Kazachstania humilis*
 - Levure : *Saccharomyces cerevisiae*
- => Voir du côté des bactéries lactiques.



■ DON (mg/Kg) ■ Enniatines (mg/Kg)





Pour gérer les mycotoxines de lots de grains contaminés :

- **Stockage: Possibilité de baisser en DON sous conditions de Température et humidité légèrement au dessus des limites préconisées pour le stockage ; mais risque d'autres contaminations.**
- **Technique de mouture influence peu**
- **Avec schéma de panification standard, des levains peuvent avoir un potentiel de diminution :**
 - Identifier les agents responsables et utiliser ?
 - Expérimenter des schémas de panification alternatifs pour gérer les mycotoxines (durée) ?





Diversité des pratiques
Conditions environnementales



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale développement agricole et rural CASDAR

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ALIMENTATION

Directeur Général



Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate

Des process qui favorisent la décontamination sur des lots de grains non contrôlés mais potentiellement contaminés ?



Sciences du vivant | Agriculture
Agroalimentaire | Marketing | Management



Gwénaëlle JARD



Loubnah BELAHSEN



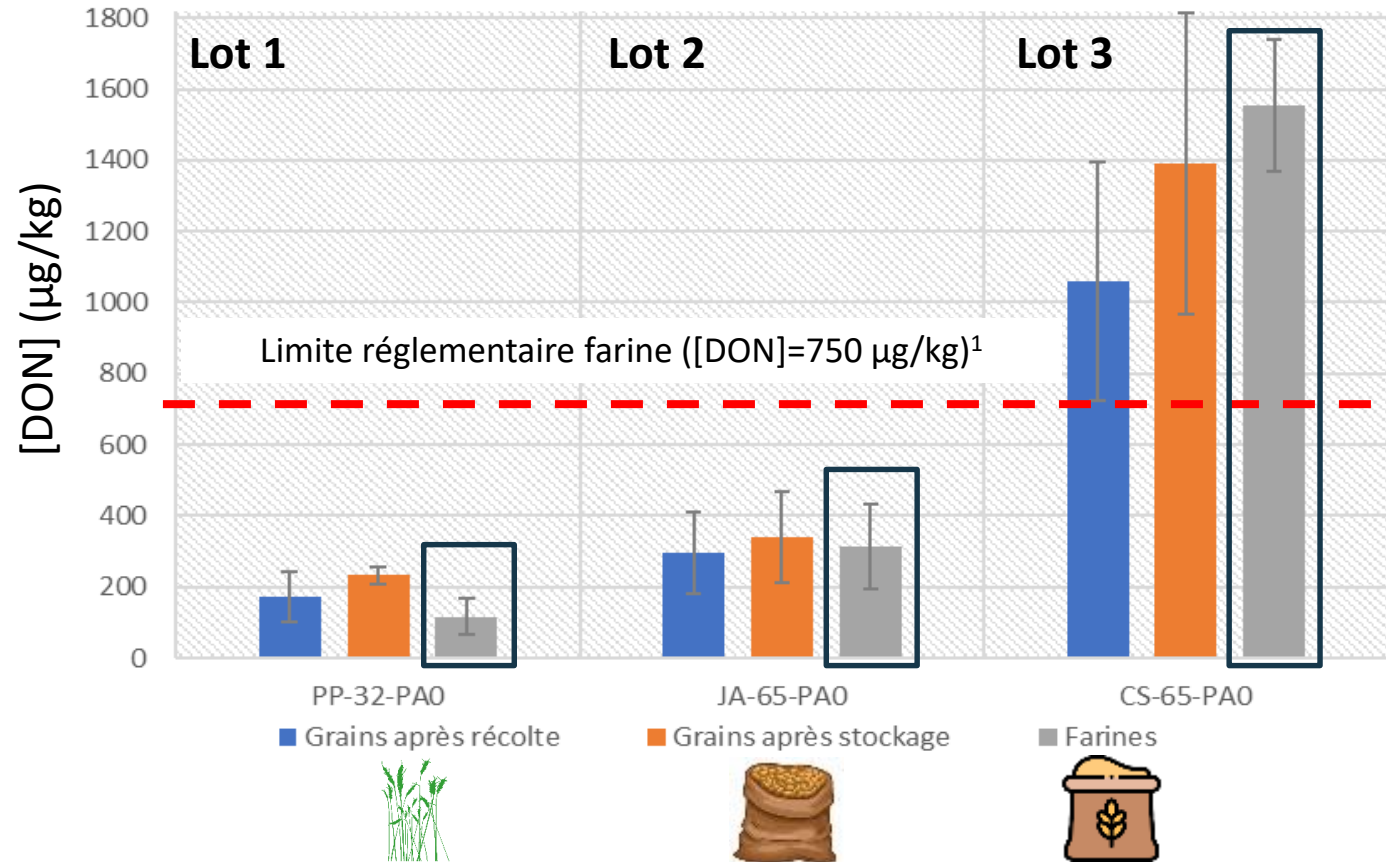
Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making



→ 3 lots de farines à des teneurs en DON différentes pour transformation en « pâtes »²

Suivi de la concentration en DON de 3 échantillons de grains de blé poulard après récolte, après stockage et farines associées

¹ Règlement (UE) 2023/915 de la commission du 25 avril 2023

² Décret n°55-1175 du 31 août 1955



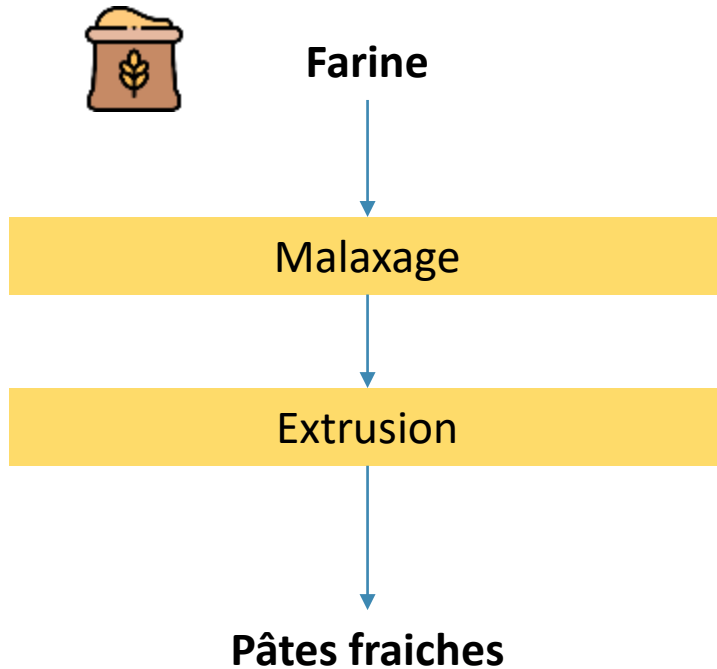
Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making



2 kg
[DON]_{lot 1}=115 ppm; [DON]_{lot 2}=341 ppm; [DON]_{lot 3}=1554 ppm

Durée: 7 min, Taux d'hydratation: 30%

Durée: 12 min, T°C=40°C

Format fusili



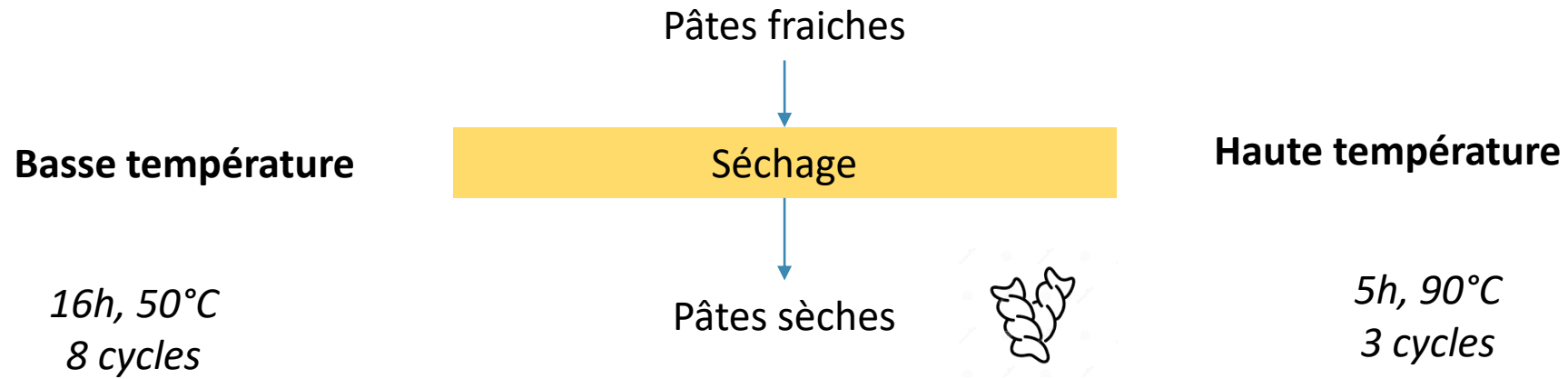
Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making



Phytocontrol
AGRIFOOD

Résultats d'analyses

Mycotoxines	LQ
Deoxynivalenol*	50
15-Acetyl Deoxynivalenol	50
3-Acetyl Deoxynivalenol	50
Deoxynivalenol 3-glucoside	100
Fusarenone X	50
Nivalenol	50



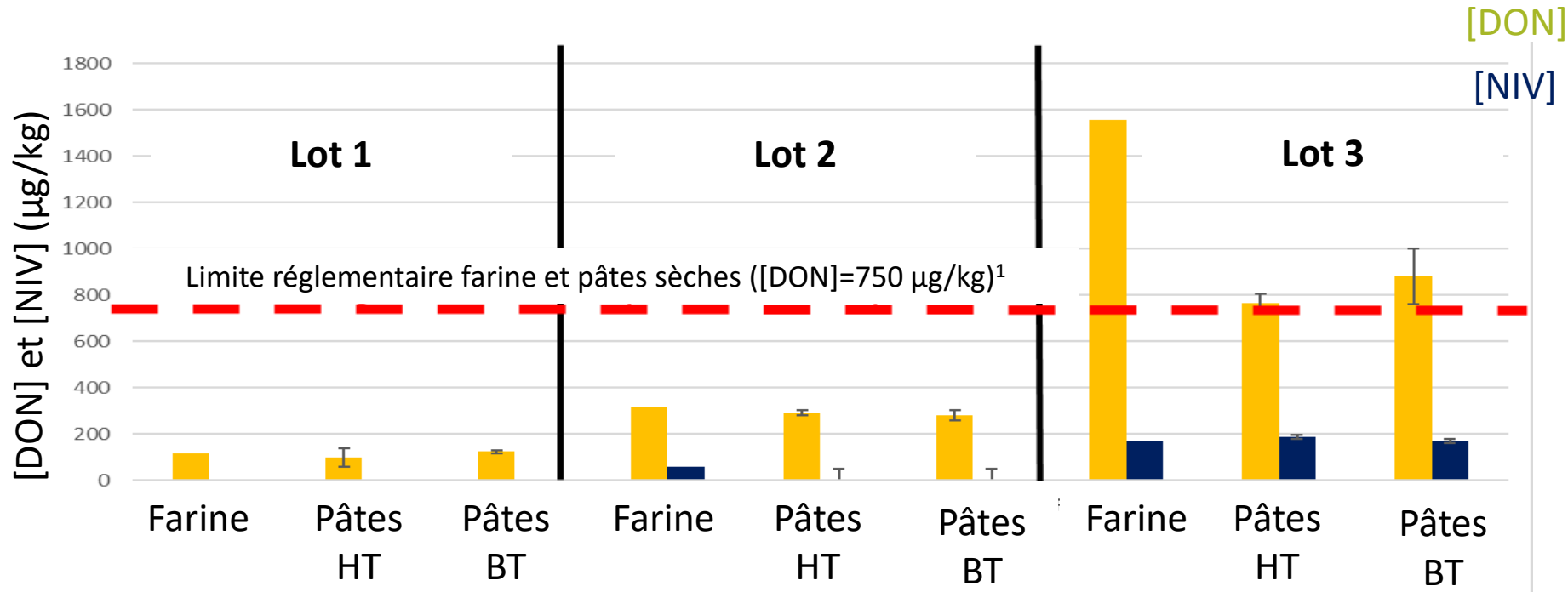
Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making



- Pas d'impact significatif du mode de séchage
- Une diminution significative (environ 50%) de la farine aux pâtes sèches pour l'échantillon fortement contaminé

¹ Règlement (UE) 2023/915 de la commission du 25 avril 2023



Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

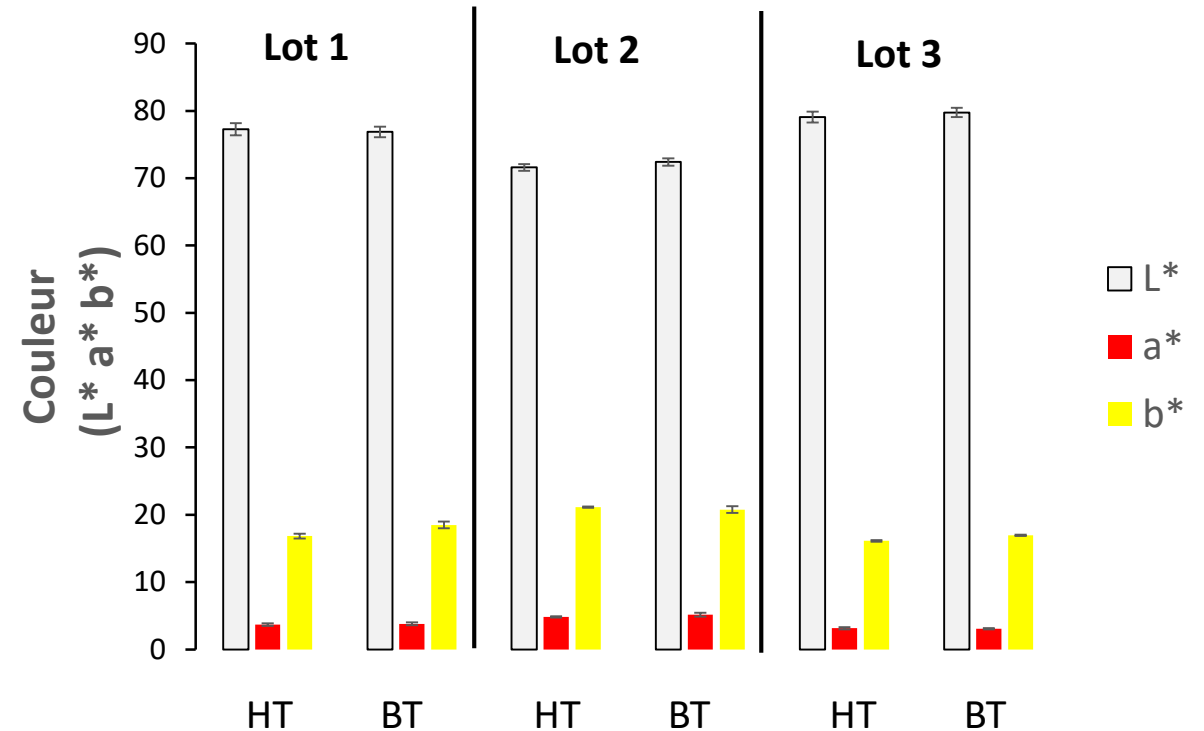
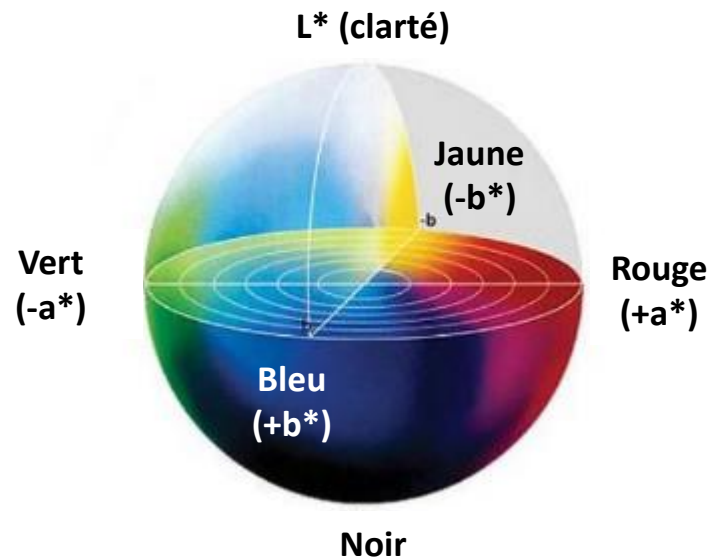
Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making

Couleur des pâtes sèches¹



→ Pas d'impact significatif de la teneur en DON de la farine sur la couleur des pâtes sèches

¹Belahcen *et al.*, 2022



Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making

Pâtes sèches



Cuisson

Pâtes cuites



Cuisson ménagère

100g dans 450 mL d'eau salée (7 g/L)
pendant 11min30s à ébullition (OCT)



Cuisson normée

100g dans 2L d'eau salée (7g/L) pendant
11min30s à ébullition (OCT)



Résultats d'analyses

Mycotoxines	LQ
Deoxynivalenol*	50
15-Acetyl Deoxynivalenol	50
3-Acetyl Deoxynivalenol	50
Deoxynivalenol 3-glucoside	100
Fusarenone X	50
Nivalenol	50



Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

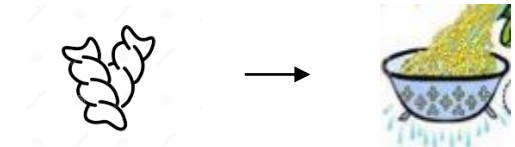
Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making

[DON] μg/kg	Pâtes sèches		Pâtes cuites (N)		Pâtes cuites (M)	
	Moy.	ET	Moy.	ET	Moy.	ET
Lot 1	124	7	0	0	0	0
Lot 2	280	24	0	0	65	60
Lot 3	881	120	262	24	447	43



- Diminution significative de la teneur en DON lors de la cuisson (dilution par absorption d'eau et transfert dans l'eau de cuisson)
- Une cuisson dans 2L d'eau permet une diminution plus importante (65% vs 40%)



Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate

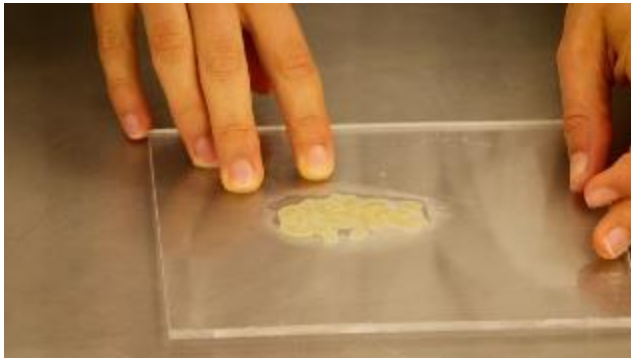


Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making

Qualité culinaire des pâtes¹

Temps optimal de cuisson²



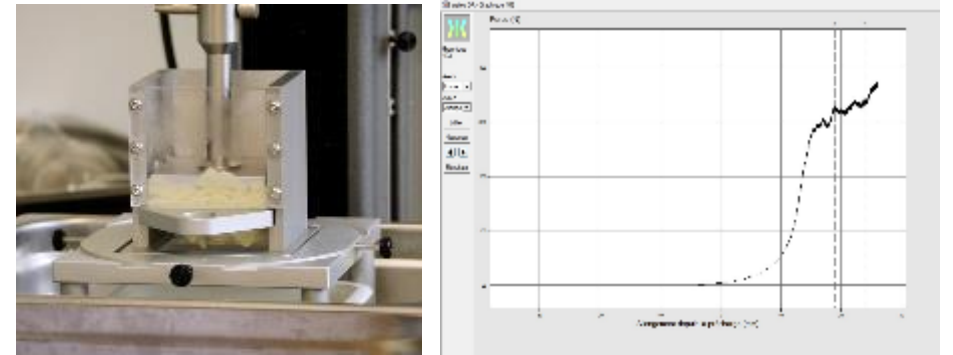
Mesure du temps de gélatinisation de l'amidon

Taux d'absorption d'eau Perte à la cuisson



Mesure de l'eau absorbée et de la perte de matière sèche lors de la cuisson

Texture



Mesure de la force maximale pendant l'extrusion de pâtes cuites (texturomètre module Okawa)

¹Belahcen *et al.*, 2022

²AACC Method 66-50.01



Pastification : impact de la transformation en pâtes sur le devenir des mycotoxines

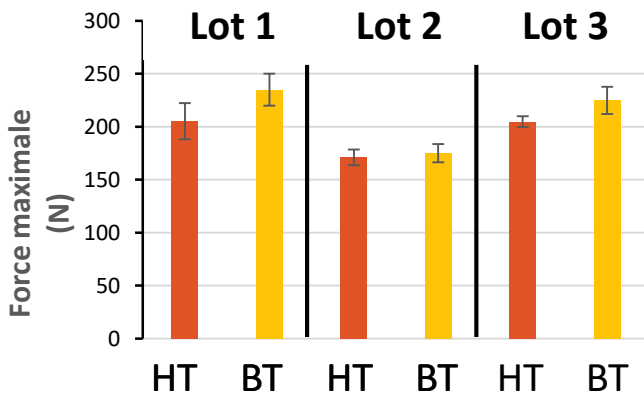
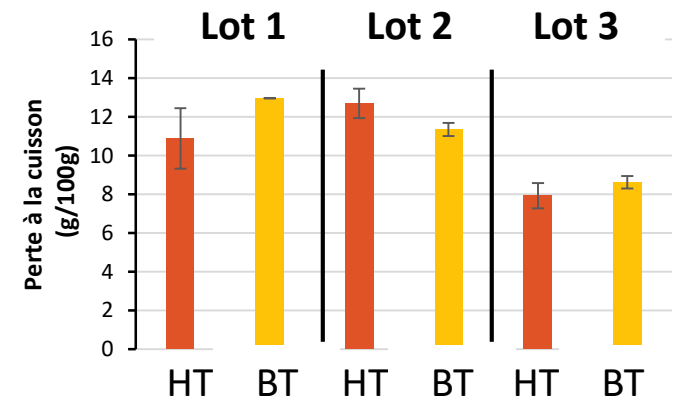
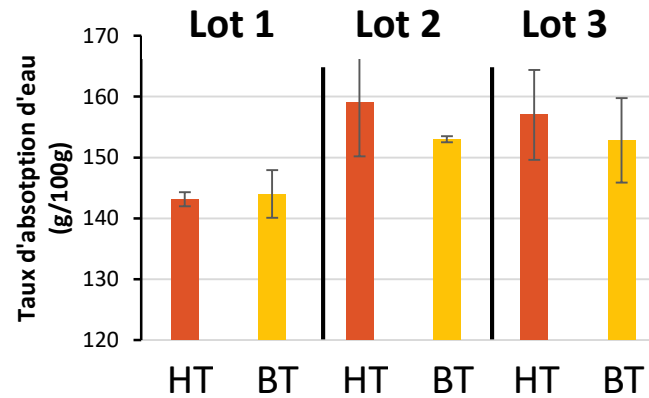
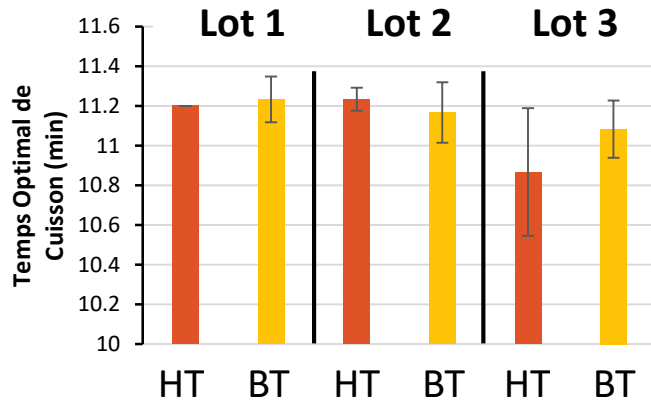
Pasta-making: the impact of pasta processing on mycotoxin fate



Devenir des mycotoxines – mouture et pastification

Fate of mycotoxins- milling and pasta making

Qualité culinaire et couleur des pâtes



→ Pas d'impact significatif de la teneur en DON de la farine, du type de séchage ou de la provenance du blé sur la qualité culinaire des pâtes



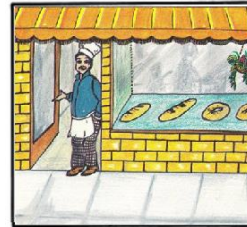
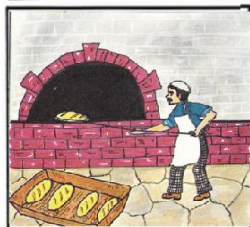
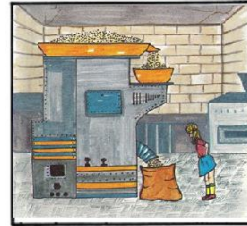
Merci !

Bruno TAUPIER-LETAGE

Camille VINDRAS



Les animateurs des GRAB
et les Agriculteurs
Stockeurs - transformateurs



e - children.blogspot.com

INP PURPAN
ÉCOLE D'INGÉNIEURS

Sciences du vivant | Agriculture
Agroalimentaire | Marketing | Management

Gwénaëlle JARD

Laurène VERCELLONE

Loubna BELHACEN

Thomas BONNET

François PERDRIEUX
Les élèves ingénieurs

Pierrick PRANGERE

Arnaud OBLE

François BRIONNET



Campus de l'alimentation
ENILIA • ENSMIC | Surgères

Solène MALPEL



ineopole
formation

Les étudiants L.Pro ABCD

Emilie DONNAT



Nathalie GELLEGOS

Christine DUCOS

Gabriel DOMENECH

Angie GUTIÉRREZ SÁNCHEZ

Maria ARRIAS BENAVIDES

INRAE



Delphine SICARD

Lucie ARNOUD

Frédéric BIGEY

Lauriane MIETTON



Des outils et ressources



support de formation et d'information sur les mycotoxines:

<https://view.genial.ly/60756fa84402f20d4fd0fe52>



résultats du projet Myco3c (campagne 2019 à 2021):

<https://view.genial.ly/60cca3e18de6240d42a904b2>

Fiche technique élaborée par les étudiants de la LP ABCD à Brens :

<https://resana.numerique.gouv.fr/public/document/consulter/5944147>



Détection des mycotoxine: kits disponibles et méthode rapide d'analyse

https://itab-r-app.shinyapps.io/RMT_Al-chimie/



- Belahcen, L.; Cassan, D.; Canaguier, E.; Robin, M.-H.; Chiffolleau, Y.; Samson, M.-F.; Jard, G. Physicochemical and Sensorial Characterization of Artisanal Pasta from the Occitanie Region in France. Foods 2022, 11, 3208. <https://doi.org/10.3390/foods11203208>
- Bonnet, T., Vercellone, L., Jard, G., Vindras-Fouillet, C., Savoie, J-M, Robin, M-H. 2022. From the field to the storage of old wheat in organic systems: which factors favor the presence of mycotoxins? 43rd Mycotoxin Workshop, Toulouse, May 31-June 1, 2022.
- Fouillet-Vindras C., Robin M.-H., Brionnet F., Arias Benavides M.P., Mietton L., Vannieuwenhuysse E., Prangère P., Bigey F., Sicard D., Savoie J.M. Mycotoxins throughout the life cycle of a wheat grain. A case study of organic farming with on-farm storage and processing. 43rd Mycotoxin Workshop, Toulouse, May 31-June 1, 2022
- Vercellone, L., Robin, M-H, Vindras-Fouillet, C., Savoie, J-M, Jard, G. 2022. Deoxynivalenol throughout the pasta process: from rivet wheat flour to dry and cooked artisanal pasta. 43rd Mycotoxin Workshop, Toulouse, May 31-June 1, 2022.



ineopole formation

Merci de votre attention !
Thank you for your attention !

