

Valorisation de céréales panifiables en filières courtes : point d'attention

G. Sinnaeve, B. Godin, S. Gofflot

Centre Wallon de Recherches agronomiques
Unité 14 : Technologies de la transformation des produits

Ellezelles, 30/03/2021

410 personnes dont 120 scientifiques



3 implantations



champs
d'expérimentations



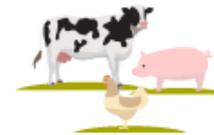
vergers



serres



laboratoires



élevages

WWW.CRA.Wallonie.be

Technologie céréalière

Objectifs

- Caractérisation des propriétés technologiques des céréales
 - ✓ Demandes : producteurs, négoce, transformateurs
 - ✓ Répondre aux problèmes rencontrés
 - ✓ Orienter matière premières vers valorisation ad-hoc
- Développement de nouvelles méthodes
 - ✓ Veille technologique
 - ✓ Nouvelles voies de valorisations
 - ✓ Petits producteurs – petits transformateurs, adaptation des critères
 - ✓ Céréales bio, panification, adaptation des critères

Essais Catalogue, nouvelles variétés, essais post-inscription

Objectifs

- Aide pour le développement de nouvelles variétés (U02)
- Inscription de variétés au catalogue (U05)
- Comparaison des variétés en post-inscription (U05)

Startech : Production de Farines Fonctionnelles à partir de Blé cultivé en Wallonie

Objectifs

- Amplifier le potentiel de diversification des acteurs de la Filière blé en Wallonie.
- Conserver en Wallonie la valeur ajoutée du blé produit (70% du blé belge) en produisant des farines fonctionnelles à haute valeur ajoutée.

Développement d'outils

Objectifs

- Contribution au développement du Mixolab
- Evaluation de nouvelles méthodes de mesure du Hagberg Falling Number
- Suivi du Hagberg en prérécolte
- Stratégie pré-récolte pour l'évaluation du risque Fusario-toxines (DON et ZEA)

2006 : Première collaboration avec le Pays des collines

Filière grains-farine- pain

➤ Filière courte relocalisée

- Agriculteurs du pays des collines
- Mouture : moulin dans les environs
- Boulangers adhérents

➤ Choix cultureaux

- Choix d'une ou plusieurs variétés (Froment, Epeautre)
- Intrants faibles

➤ Stockage

- Stockage séparé (en variété pure)
- Contraintes de stockage (humidité, mycotoxines, nuisibles, ...)

➤ Mouture – production de farine

- Cylindres Vs Pierre
- Type de farine (intégrale, bise type 810, blanche type 550)
- Possibilités de mélange

➤ Panification différenciée

- Pas d'auxiliaires technologiques
- Fermentation plutôt longue
- Levain - levure

Panification



Démarche d'un agriculteur d'Ellezelles



Christian Bauwens et Georges Sinnaeve, 2006

Association avec un boulangier local



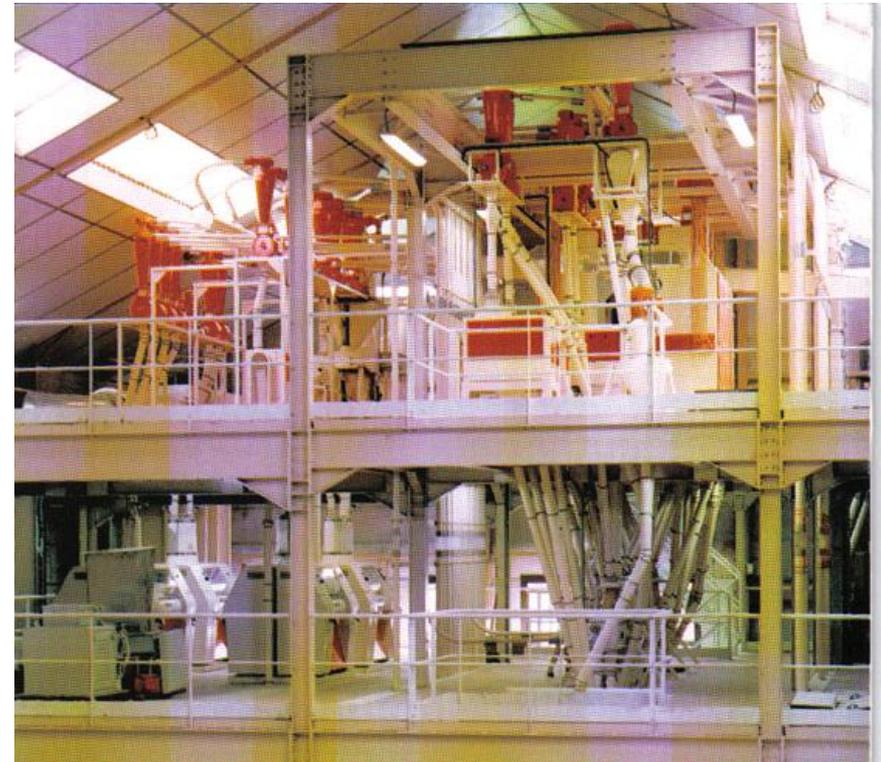
Michel Wilquin, Christian Bauwens et Georges Sinnaeve (2006)

Mouture à façon



Moulins Waast, Mons-en-Pévèle

MOULINS WAAST



C'est quoi une bonne céréale ou une bonne farine?

- Pas de réponse à cette question
 - Adaptée à l'usage qu'on veut en faire
- Fonction des utilisations
 - Pain de mie, baguette, viennoiserie
 - Pur froment, mélange froment-épeautre
- Partir des attentes des utilisateurs
 - Exemple d'une farine qui a bien fonctionné dans le processus
 - Exemple d'une farine qui n'a pas bien fonctionné
 - Fonction des habitudes du transformateur
 - Fonction de la façon de faire
 - Fonction du type de matériel
- Traduire en critères de qualité
 - sur la farine
 - sur le grain

Qualité des froments à travers les années

Année	Humidité (%)	Poids à l'hectolitre (kg/hl)	Protéines (N*5,7 ; % MS)	Zélény (ml)	Hagberg (s)
1988-1997	13.9	77.9	12.3	40	291
1998-2007	14.2	77.4	12.0	38	235
2008-2017	14.6	76.7	11.5	34	258
2018	13.0	80.4	11.8	42	323
2019	13.4	76.9	11.3	34	301
2020	13.5	79.3	11.3	33	288

Filière classique : grande diversité variétale

Récolte 2020

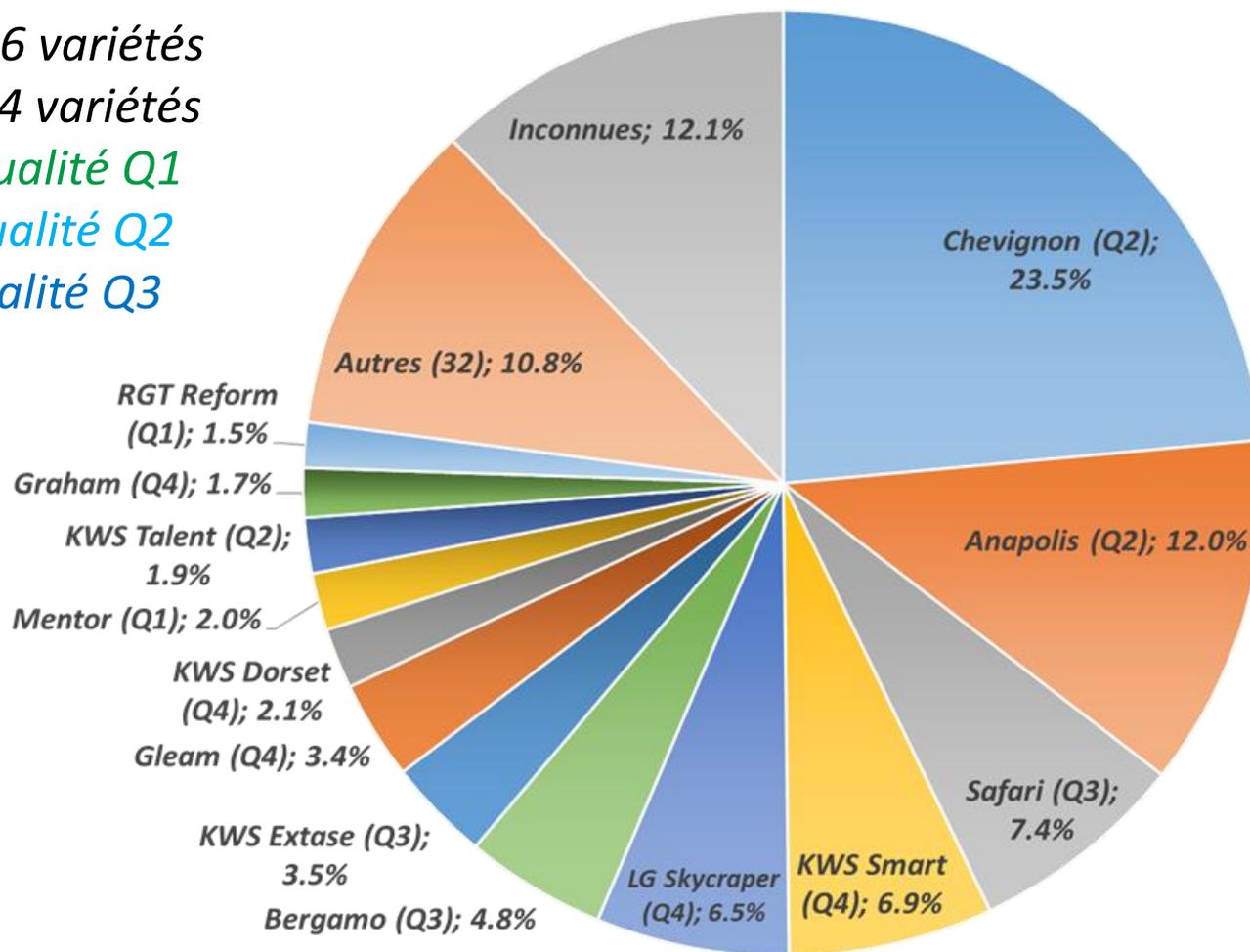
100 % : 46 variétés

77 % : 14 variétés

4% : Qualité Q1

42% : Qualité Q2

14% : Qualité Q3



Critères de qualité des grains

Humidité et maturité

Méthode de référence



- Broyage moulin refroidi
- Séchage en étuve

Humidimètre



Spectrométrie infra rouge



Humidité et maturité

Producteurs

- récolter à maturité
- maturité parfois étalée
- difficulté d'avoir quelques jours de franc bon temps

Stockeurs

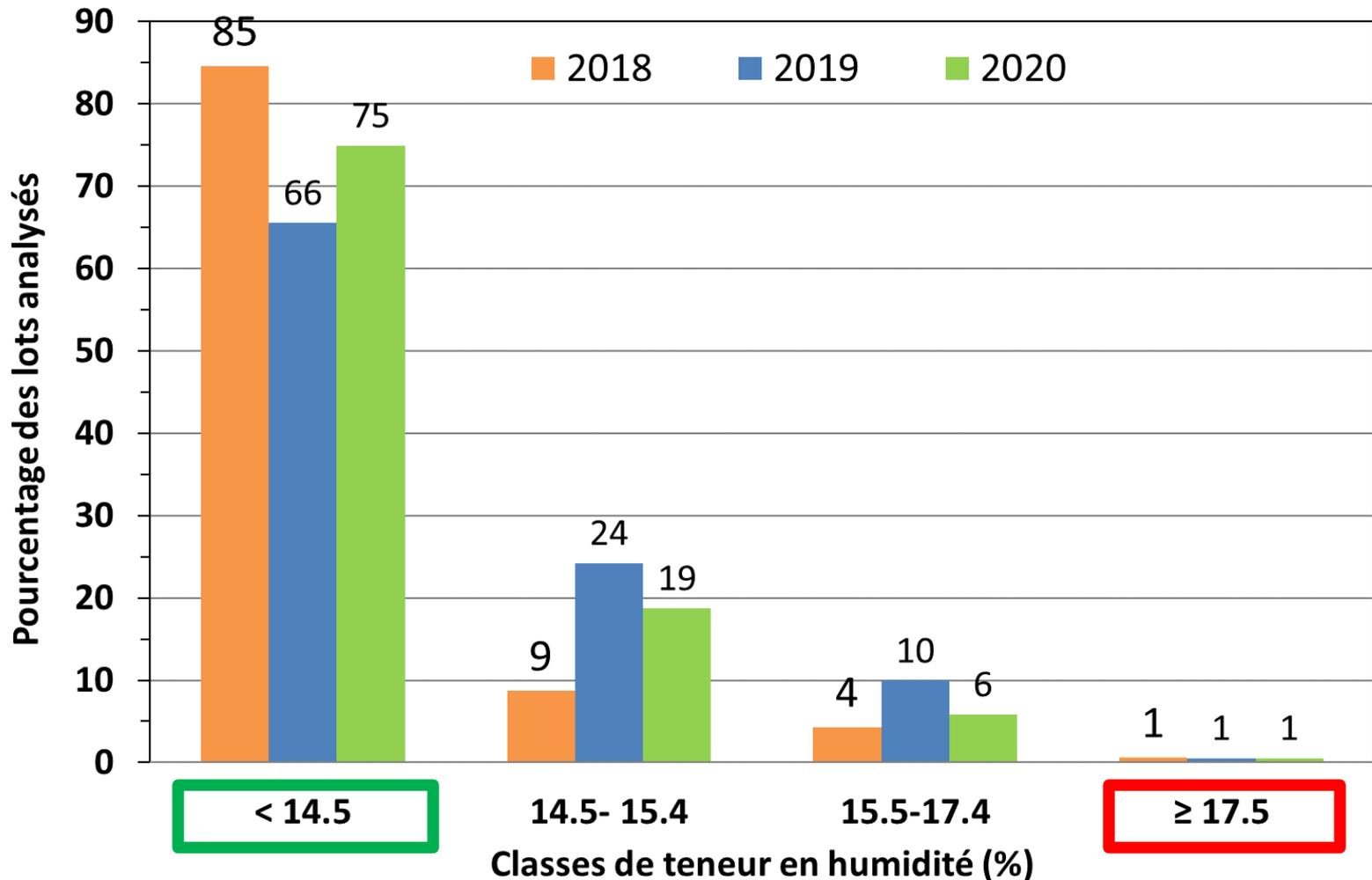
- sécher et ventiler
- plus difficile lorsqu'il fait chaud et moite

Pour toute forme de valorisation

- maîtrise de la maturité et de l'humidité est essentielle
- pour préserver la qualité des lots
- pour limiter le développement de moisissures et la production d'Ochratoxine A

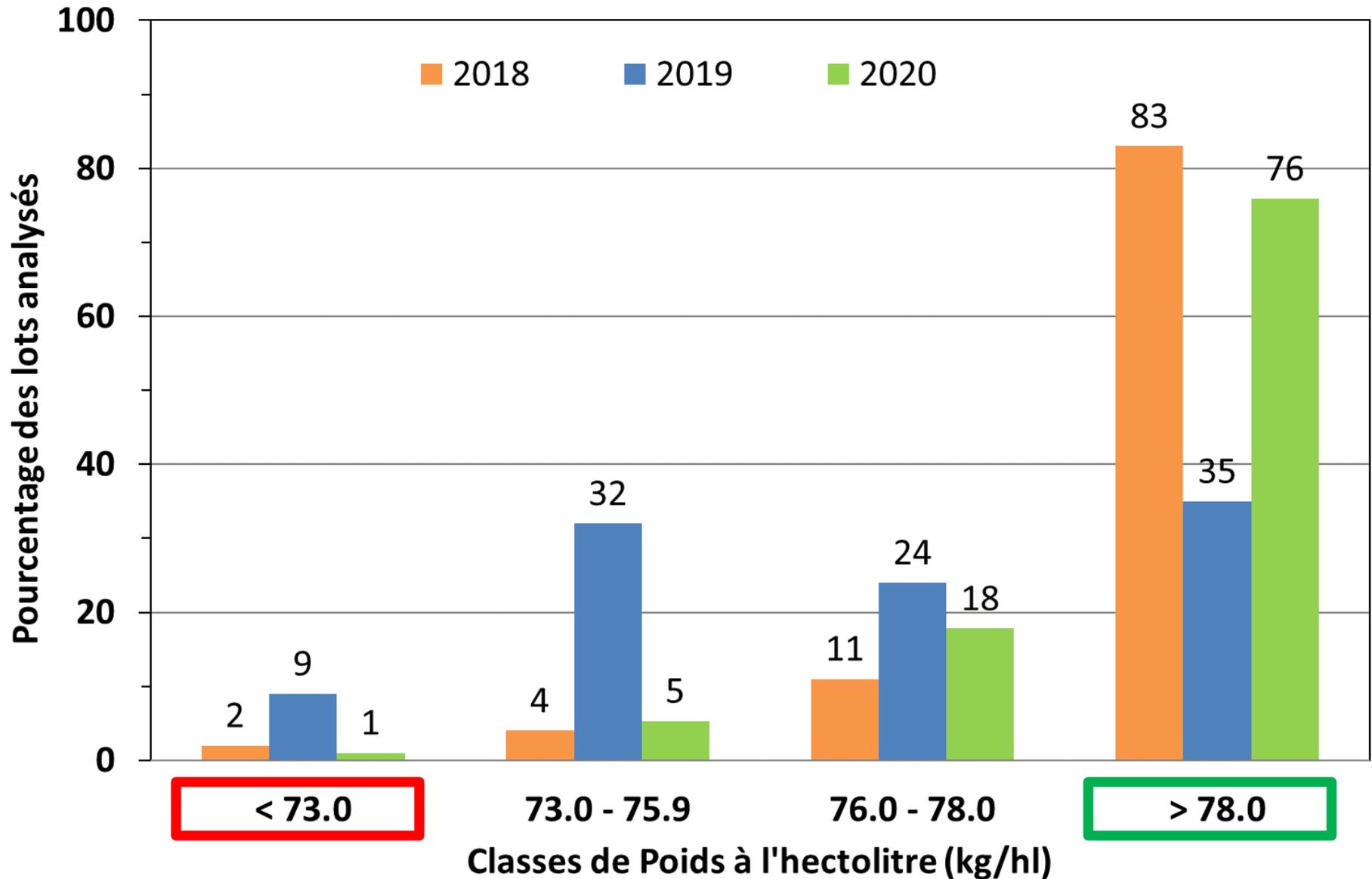
Humidité : collectes 2018-2020

- Récolter à maturité et assez sec
 - Essentiel pour préserver la qualité des lots
 - Limiter le développement de moisissures et production d'Ochratoxine A



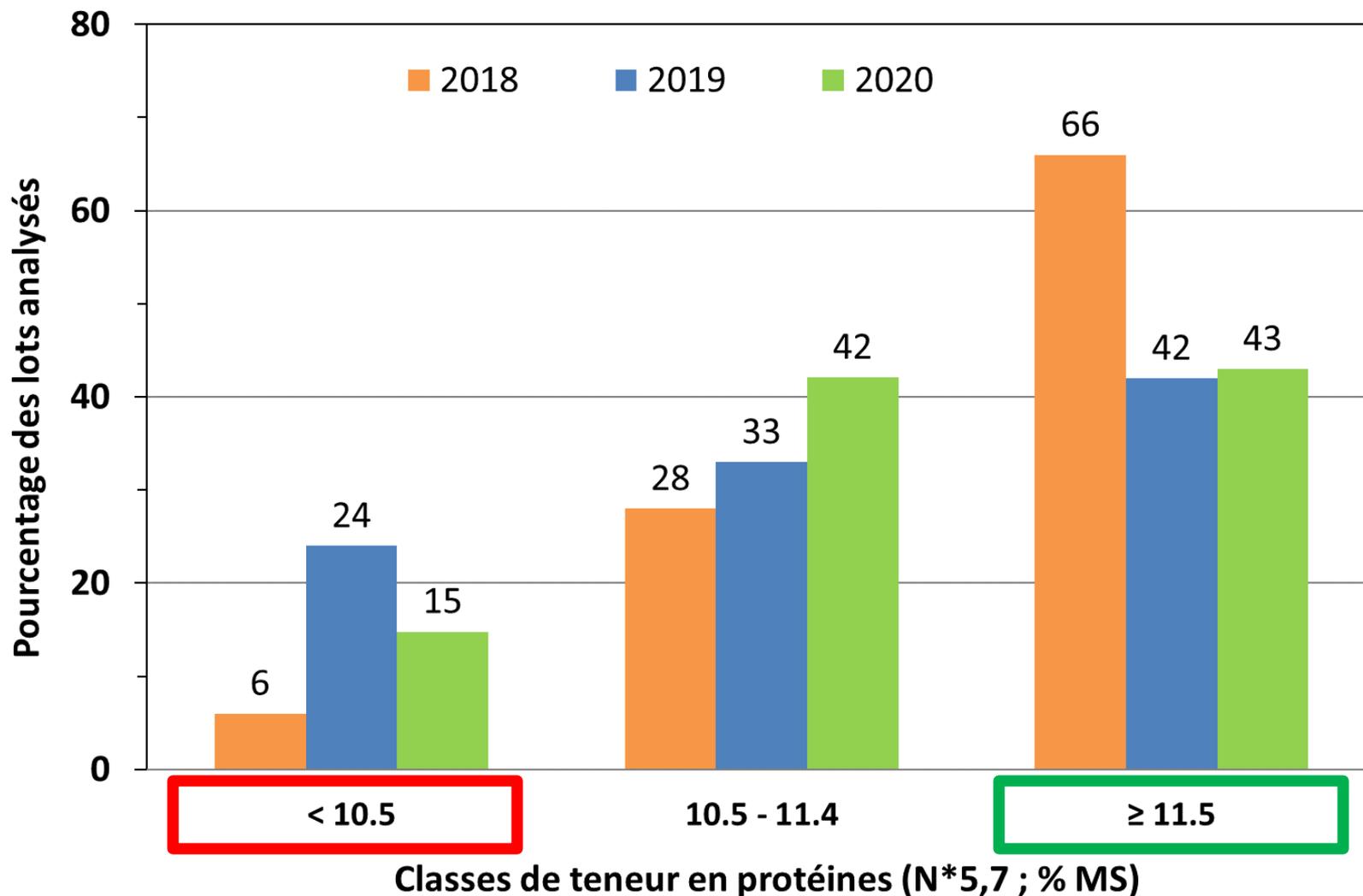
Poids à l'hectolitre : collectes 2018-2020

- Blé meunier



Teneur en protéines : collectes 2018-2020

Blé meunier : ≥ 11.5 %



→ Il faut vérifier la nature des protéines/gluten en panification

Aptitude à la panification des variétés de froment

Essais de post-inscription : Mélange des lieux wallons 2020

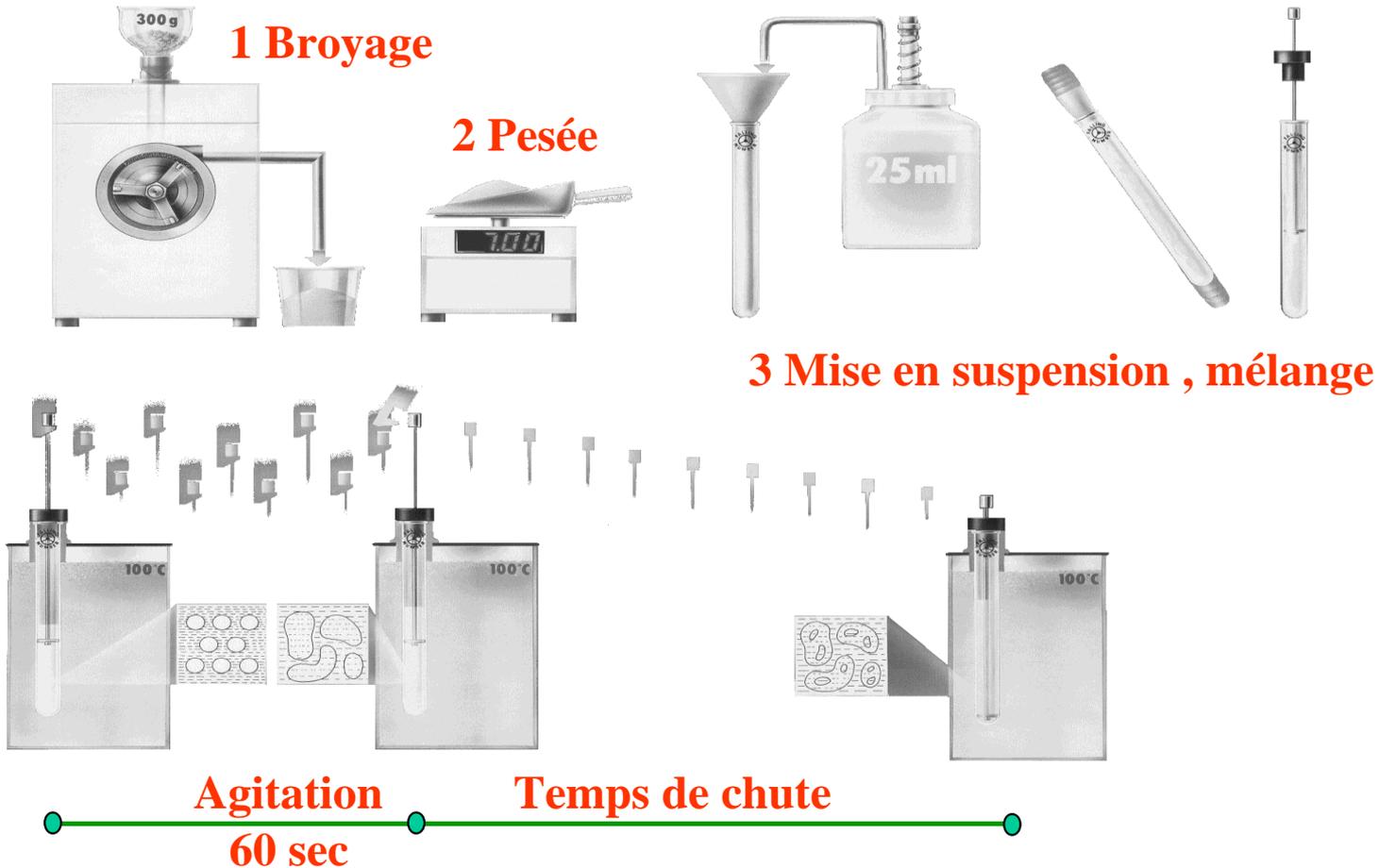
Panifiable supérieur	Panifiable commun	Autres usages non fourrager	Fourrager
Q1	Q2	Q3	Q4
Cubitus	Anapolis	Annecy	Alcides
Edgar	Avignon	Antibes	Amboise
LG Keramik	Chevignon	Bergamo	Bennington
Mentor	Hyking	Childeric	Campesino
Peter	KWS Talent	Crossway	Gleam
RGT Clipso	WPB Calgary	Informer	Graham
RGT Reform		KWS Extase	Hypocamp
Sorbet CS		KWS Salix	Johnson
SU Trasco		LG Apollo	KWS Dorset
		LG Initial	KWS Keitum
		LG Lunaris	KWS Smart
		Limabel	LG Skyscraper
		Porthus	Ragnar
		Safari	RGT Gravity
		Solange CS	SU Ecusson
		Somax CS	WPB Bridge

→ Bien choisir la variété en fonction de la voie de valorisation visée

Nombre de chute de Hagberg

Méthode

Le principe de la méthode repose sur la mesure du temps de chute d'un agitateur au travers d'un gel obtenu à partir d'une suspension de farine. La viscosité de cette suspension dans l'eau portée à ébullition est due à la gélification de l'amidon



Hagberg : interprétation

Plus l'activité est élevée, plus le temps de chute est court.

Hag > 250 sec

Activité insuffisante.
ajout de farine maltée



$220 \leq \text{Hag} < 250$ sec

Bonne activité

$180 \text{ sec} \leq \text{Hag} < 220$ sec

Acceptable



$150 \text{ sec} \leq \text{Hag} < 180$ sec

Difficulté de mise en œuvre



Hag < 150 sec

Inutilisable



Hagberg : conséquences

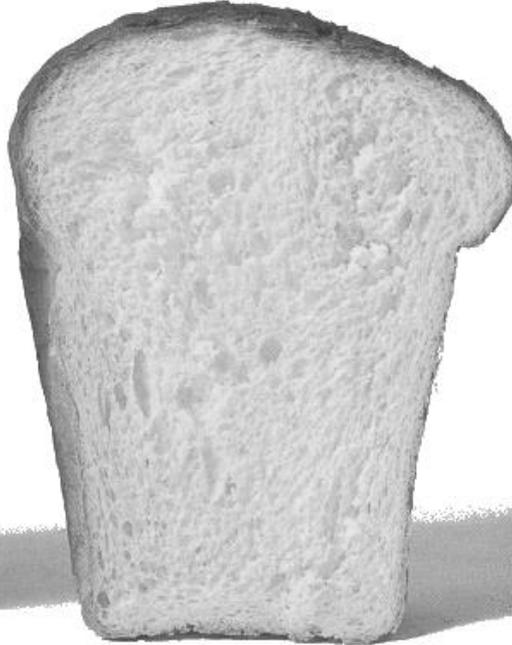
Trop d'activité



Falling Number 65

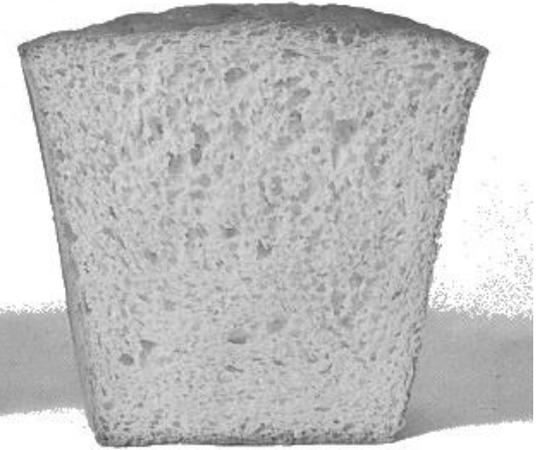
**Maillard, collant
dilution**

Activité idéale



Falling Number 250

Trop peu d'activité

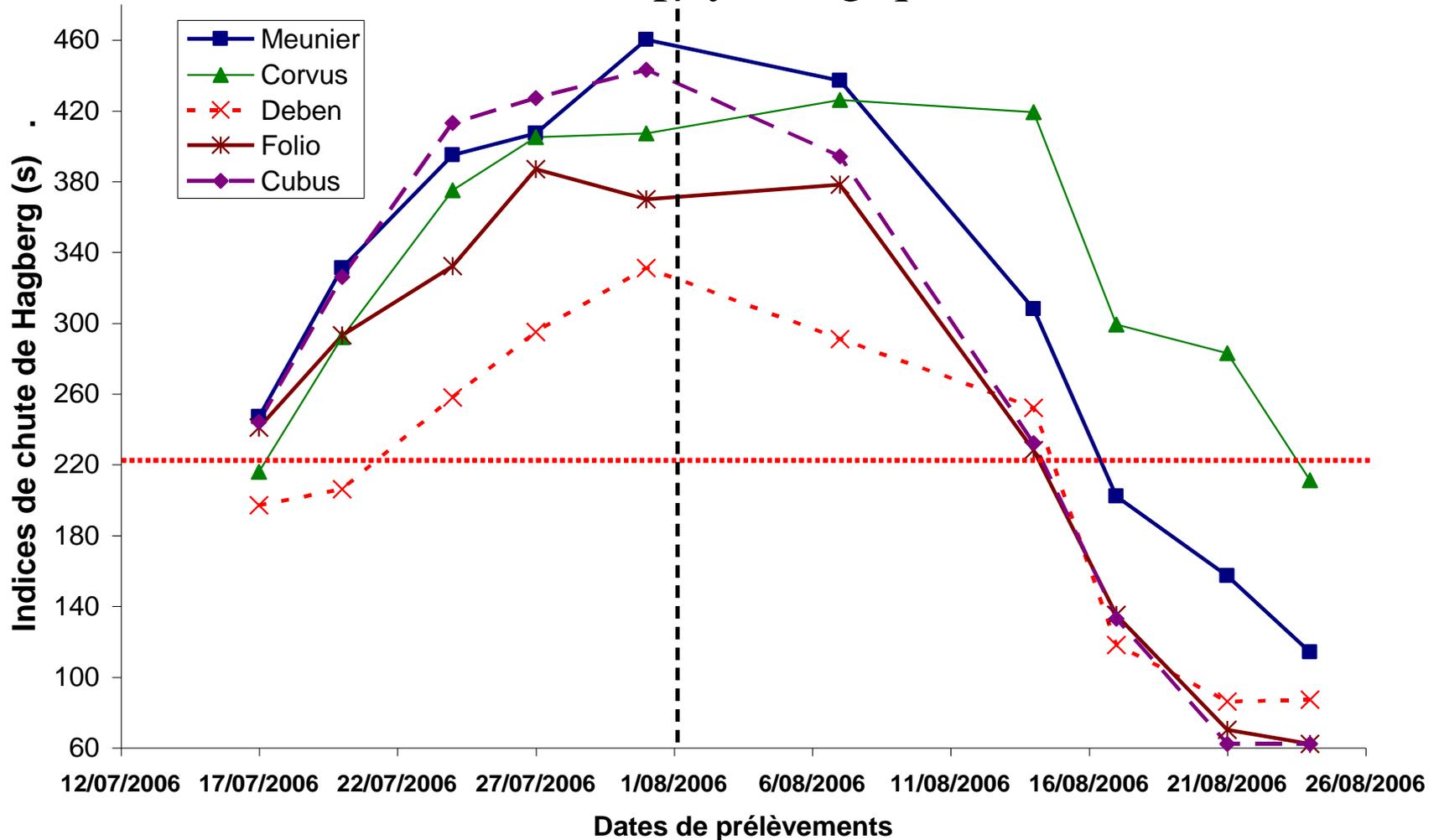


Falling Number 400

Ajout de farine maltée

Monitoring Hagberg 2006

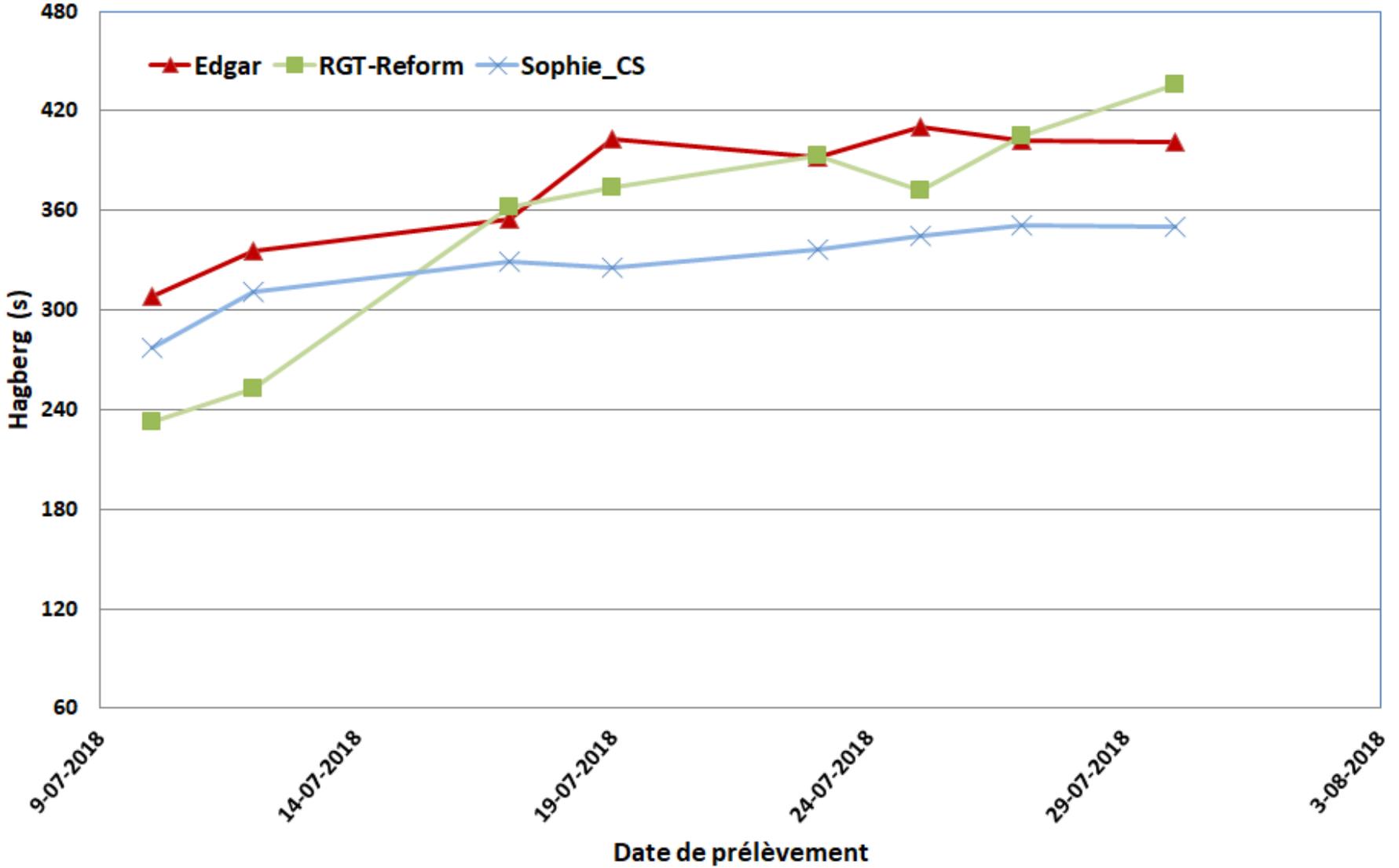
Maturité physiologique



Evolution du nombre de chute de Hagberg : 2018

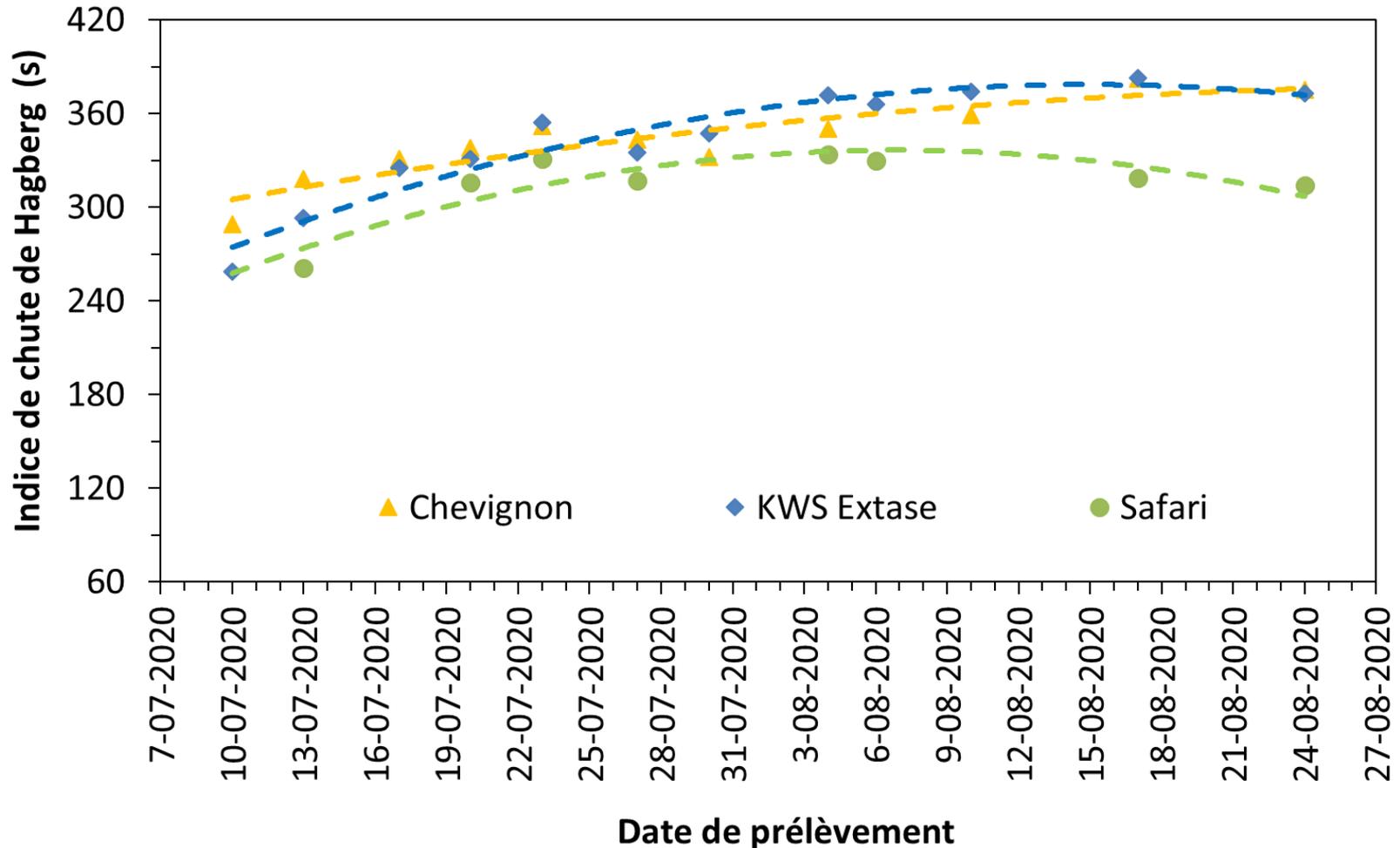
Blé meunier : >220 s

Hagberg pré-récolte 2018



Evolution du nombre de chute de Hagberg : 2020

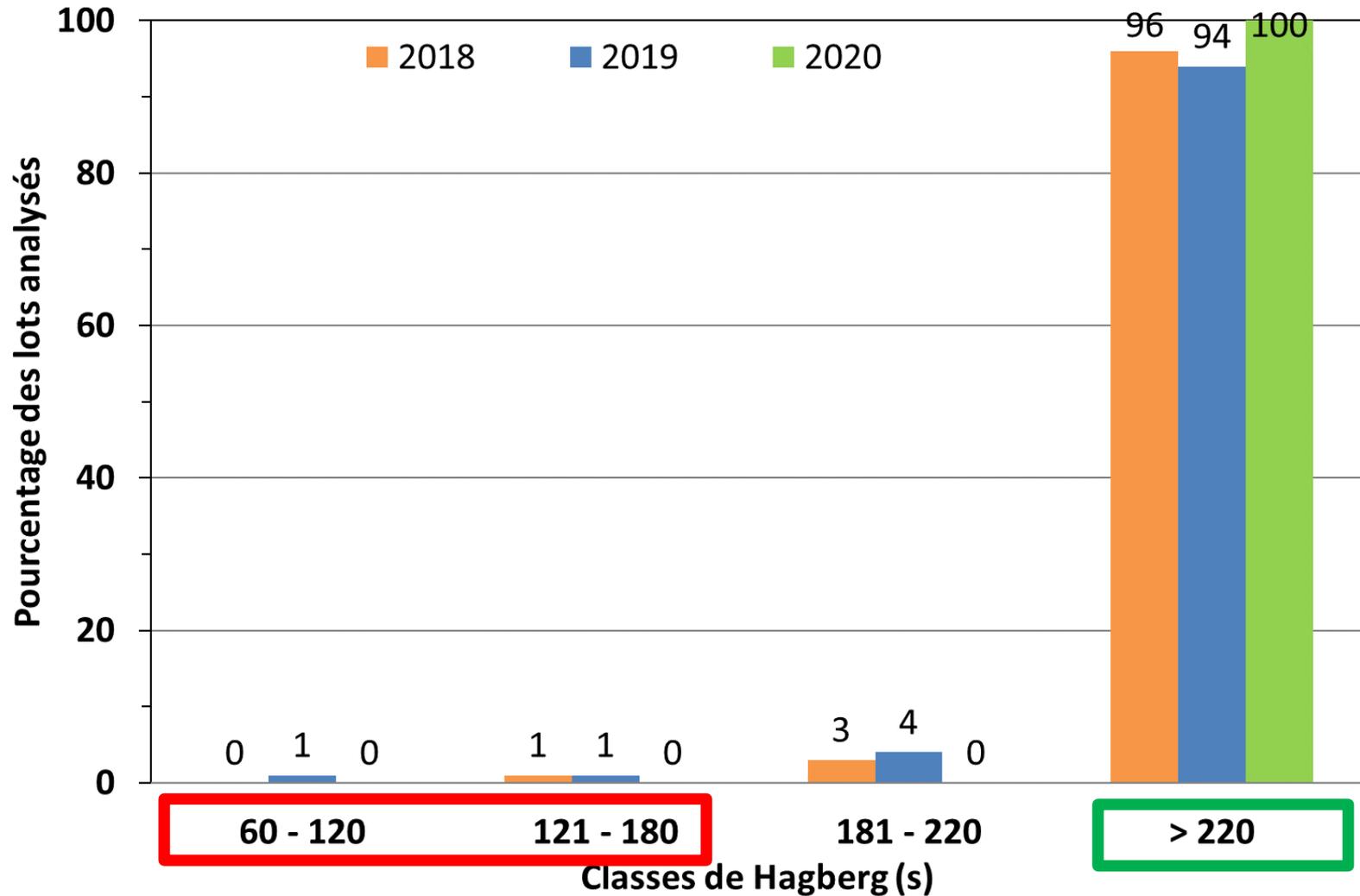
- **Gembloux**



→ **Attention aux variétés tardives récoltées trop précocement**

Hagberg : collectes 2018-2020

- Blé meunier



→ Attention aux variétés tardives récoltées trop précocement

Hagberg : Epeautres 2018

Boulangerie : >220 s

Variétés	Hagberg (s)
Cosmos	253
79039	240
Serenite	234
Hohenloher	169
Frankenkorn	164
Comburger	150
Zollernspelz	135
79037	110
79035	85
Badenkrone	72

Fusariose et Fusario-toxines



- Causes

- champignons
(*Fusarium* sp., *Microdochium* sp.)

- Symptômes

- Spores roses sur les épis
- Petits grains (pas toujours!)

- Conséquences:

- Pertes de rendement
- Contamination par des **fusariotoxines**
(DON, ZEA, T12-HT2)



Fusariose de l'épis et and fusario-toxines



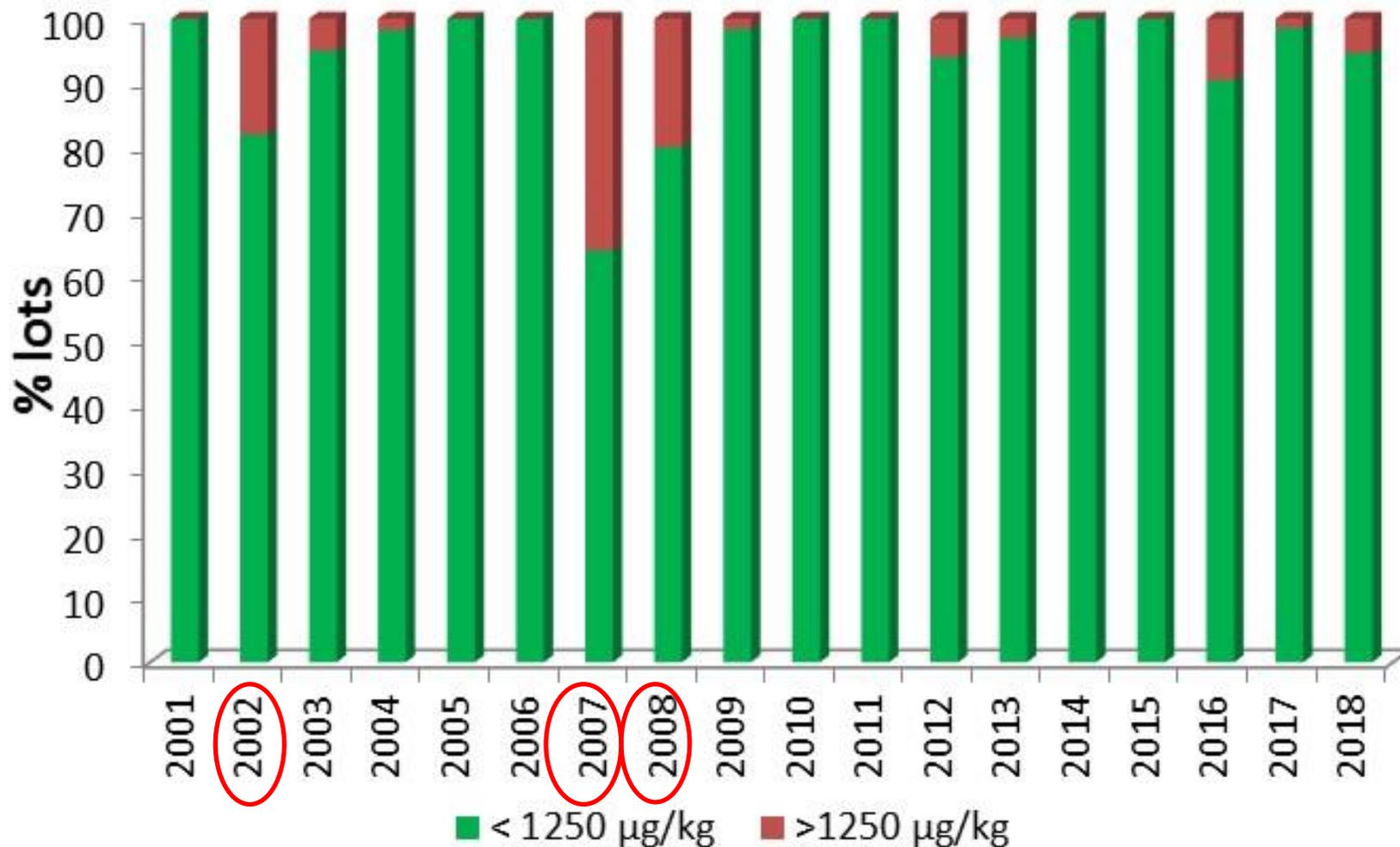
Microdochium nivale
« isolé »



Fusarium graminearum
« groupé »

Situation en Wallonie de 2001 à 2018

Pourcentage de lots non conformes en DON (> 1250 ppb)
(dosage par méthode ELISA sur grains collectés en pré-récolte)



Quel risque lié aux mycotoxines des fusarioses

- **Saison 2020**
 - Très sec au printemps
 - Peu de pluie à la floraison
 - Peu de symptômes de fusariose
- **Mycotoxine DON en froment 2020 en Wallonie**
 - Tous les échantillons (48) de pré-récolte inférieurs à 1250 ppb en DON
 - Eviter les précédents maïs et/ou non labourés
 - Faible risque de contamination en DON
- **ZEA en froment 2020 en Wallonie**
 - Non conforme pour les lots supérieurs à 100 ppb en ZEA
 - Difficulté à mettre en place une stratégie de pré-récolte pertinente
 - ZEA reste un critère à contrôler

Fiches variétales

Existent sur environ 50 variétés, en cours d'implémentation

Edgar

Obtenteur : Limagrain Europe DE
Mandatitaire : Aveye Zaden
Année de 1^{ère} inscription : 2010
Pays d'inscription : BE, DE, NL

Rendements

Adaptation régionale (avec protection)

Rendements en fonction des années et des conduites culturales

Hainaut	96.2 %
Hesbeye	97.6 %
Condroz	97.3 %

Rendements relatifs en fonction des témoins

	2017	2016	2015	Moyenne	Nombre d'essais
Ni fongicide ni régulateur	99.6	106.6	98.7	101.9	41
Protection complète	94.4	99.2	97.0	97.1	70

Variétés témoins (Bergamo, Edgar, Tobak)

Perte moyenne de rendement en l'absence de protection fongicide et de régulateur

	2017	2016	2015	Moyenne sur l'ensemble des essais **
Perte en rendement (%)	7.3	22.2	7.1	12.2
Perte en rendement (kg/ha)	803	1944	828	1202
Perte financière (€/ha)	108	262	112	162

* Pour un prix de vente du fr. 135 €/t
** Nombre d'essais = 38
La perte financière correspond à la diminution de rendement en l'absence de protection mais également au coût maximum des traitements pour que cette protection demeure rentable.

Précocité, Maturité et date de semis

Seasonalité		Maturité	4.7	Demi-précoce
Résistance au froid		Tenue à l'égerage		
Précocité à la montaison	6.0	Demi-tardif		
Précocité à l'épiaison	6.9	Tardif		

Adaptation de la période de semis

3	3	2	1	1
Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février

3 Favorable
2
1 Défavorable

Recommandations pour le semis et la récolte:

Variété assez tardive à ne pas semer tard.

Edgar

Comportement face aux maladies, ravageurs et herbicides

Rouille jaune	6.7	Fusariose sur épis (F. graminearum)	6.7
Rouille brune	6.9	Fusariose sur épis (M.nivalis)	6.2
Septoriose (S. tritici)	6.5	Septoriose des épis	
Septoriose (S. nodorum)	6.9		
DTR			
Fusariose des feuilles	4.0	Cécidomyie orange	Sensible
Piélin verse		Sensibilité au chlortoluron	Tolérante
Piélin échouage			

Recommandations en terme de protection de la culture:

Variété très tolérante à l'ensemble des maladies à l'exception de la fusariose des feuilles (Microdochium nivale). La fusariose des feuilles ne monte que rarement sur les épis de par la forme allongée de ces épis et de leur coin (partie de tige située entre l'épi et la dernière feuille). Variété qui peut faire l'objet d'une conduite "faible intrant".

Caractéristiques des tiges

Hauteur (cm)	100	Haute
Capacité de tallage	6.3	Moyenne
Rendement en paille (% des témoins)	98	Moyen

Verse: 8.6 Résistante

Raccourcisseurs: Malgré sa taille, la variété est très résistante à la verse. 1 raccourcisseur suffit.

Caractéristiques des grains

Poids de l'hectolitre (kg)	78	Moyen
Poids de mille grains (g)	49	Moyen
Teneur en protéine (%)	11.6	Elevée
Zélény (ml)	40	Elevé
Z/P	3.4	Elevé
Hagberg (s)	331	Elevé

Qualité: Variété panifiable de bonne qualité.

Alvéographe de Chopin

W (10E-4J)	242
P/L	0.60

Date de mise à jour: 19/09/2017

Caractéristiques des grains

Poids de l'hectolitre (kg)	78	Moyen
Poids de mille grains (g)	49	Moyen
Teneur en protéine (%)	11.6	Elevée
Zélény (ml)	40	Elevé
Z/P	3.4	Elevé
Hagberg (s)	331	Elevé

Alvéographe de Chopin

W (10E-4J)	242
P/L	0.60

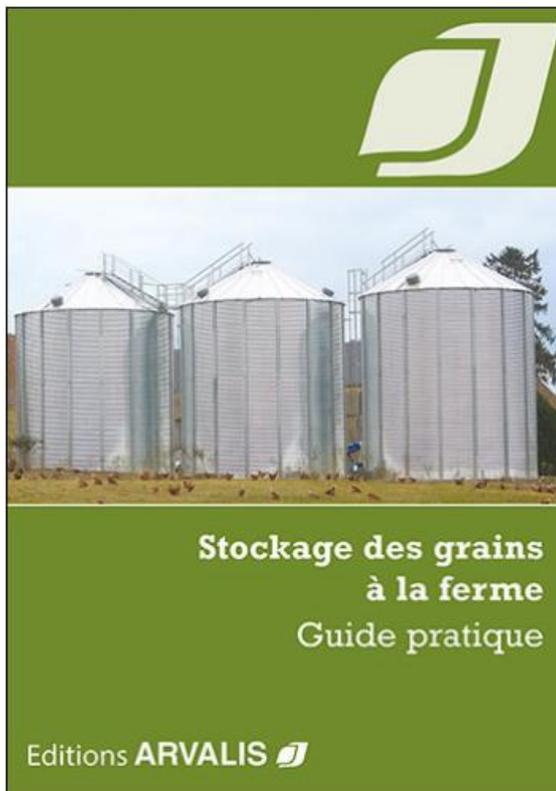
Date de mise à jour : 19/09/2017

<http://www.livre-blanc-cereales.be/>

On peut produire du froment de haute qualité boulangère en Wallonie!

	Infratec-Nova			Méthode de référence		
	Humidité	Protéines (N*5.7)	P/HL	Hagberg	Zélény	
Numéro interne	%	% MS	kg/hl	(s)	(ml)	Z/P
DQ17/0477-01	14.3	12.8	84.1	300	62	4.84
DQ17/0477-02	14.3	14.0	83.4	342	67	4.79
DQ17/0477-03	13.8	16.1	78.8	365	67	4.16
DQ17/0477-04	14.2	15.2	77.2	345	68	4.47
DQ17/0477-05	14.0	14.1	81.6	324	66	4.68

Stockage des céréales



<https://www.editions-arvalis.fr/stockage-a-la-ferme-guide-pratique-@/view-500-arveditions.html>

<https://www.franceagrimer.fr/content/download/48762/document/Pr%C3%A9sentation%20Arvalis.pdf>

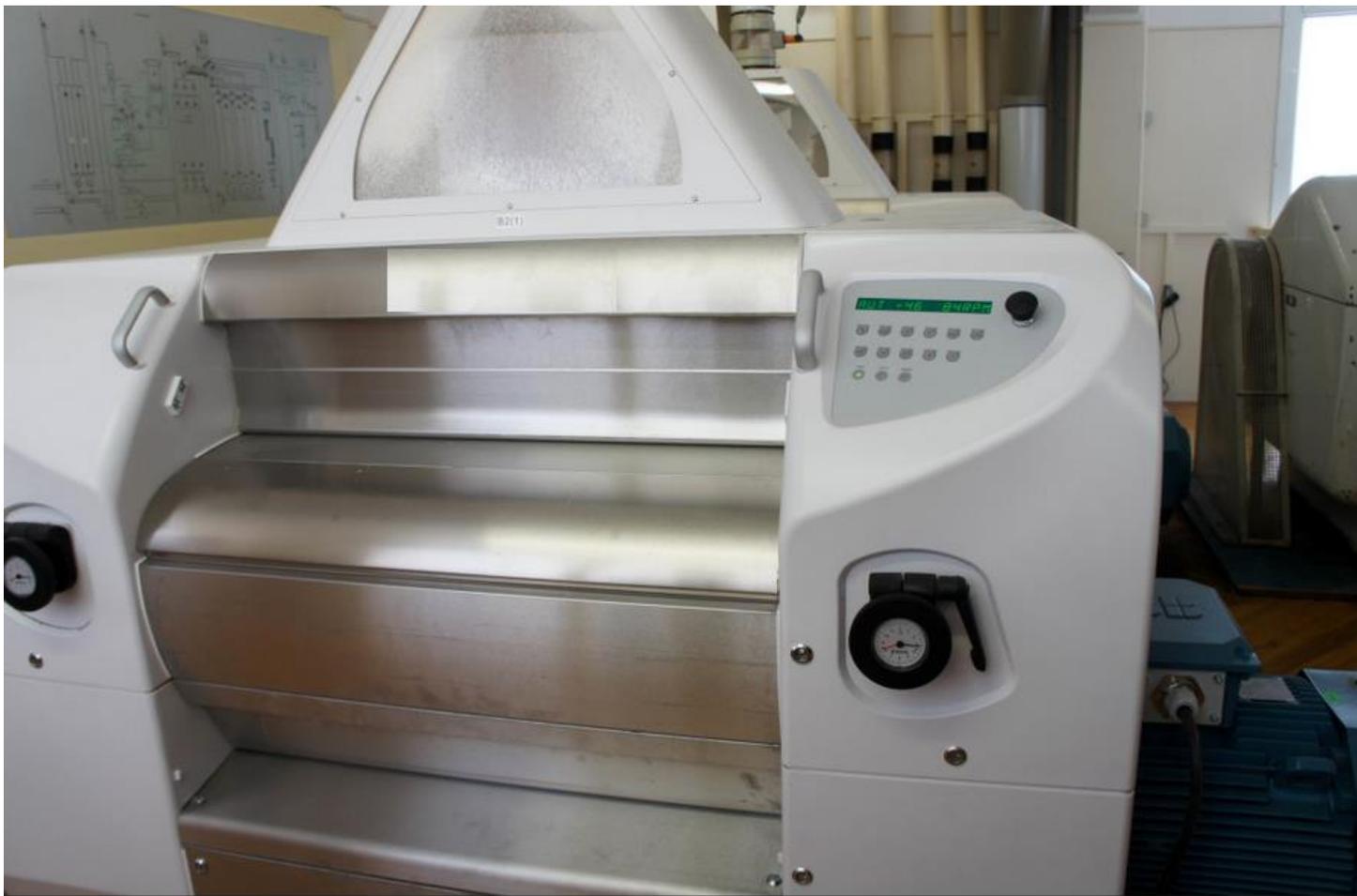
Le stockage différencié : étape cruciale

- Stockage à la ferme, hall relais ou négociant
 - Des lots matures
 - Mesurer correctement l'humidité
 - Ramener l'humidité en dessous de 15 voire même 14%
 - Ventiler, sécher
 - Pas d'entrée d'eau
 - Attention au Hagberg
 - Surveiller le développement de mycotoxines de type OTA
 - Gestion des insectes
 - Gestion des nuisibles (rats, pigeons,)
 - Stockage en lots de qualité différenciée

Mouture

Cylindres Vs meules en pierre?

Meunerie à cylindres



Meules de pierre de type Astrié



<http://www.moulinfarine.com/>

Qualité des farines

Alvéographe Chopin

Moulin d'essai et alvéographe

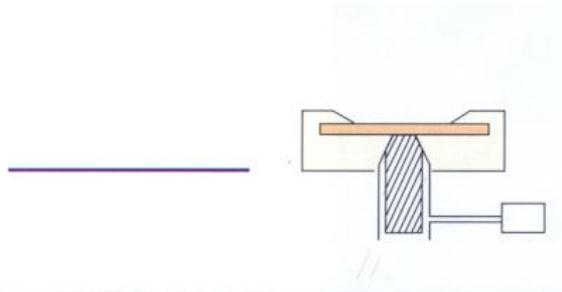


Alvéographe Chopin

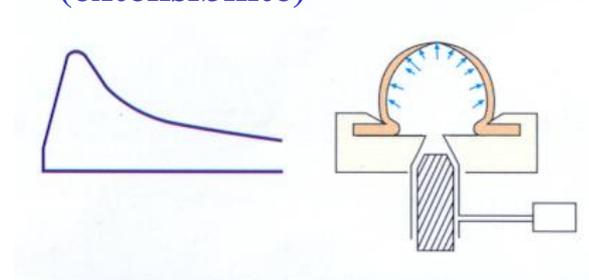
Principe

Mesure de la résistance de la pâte au gonflement

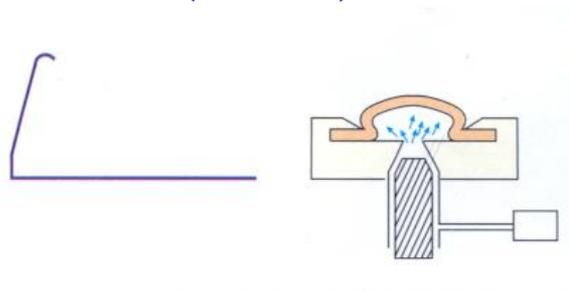
1. Position de départ



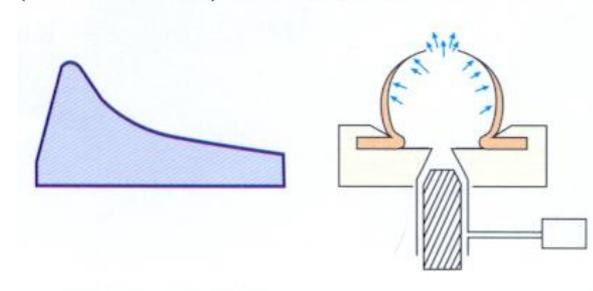
3. Le pâton se déforme (extensibilité)



2. Le pâton résiste à la pression (ténacité)



4. La bulle éclate (fin du test)

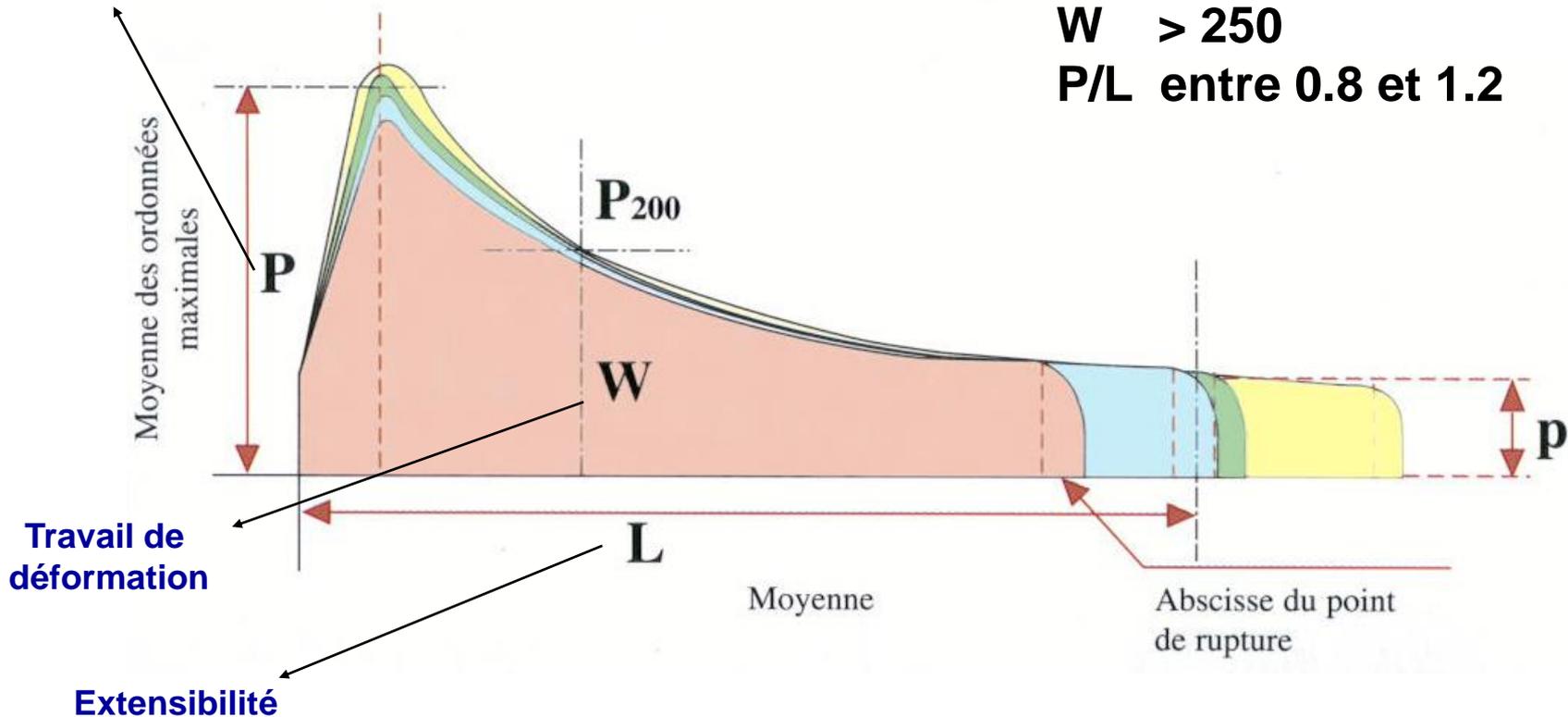


Alvéographe Chopin

Interprétation

Ténacité et
résistance
à la déformation

$W > 250$
 P/L entre 0.8 et 1.2



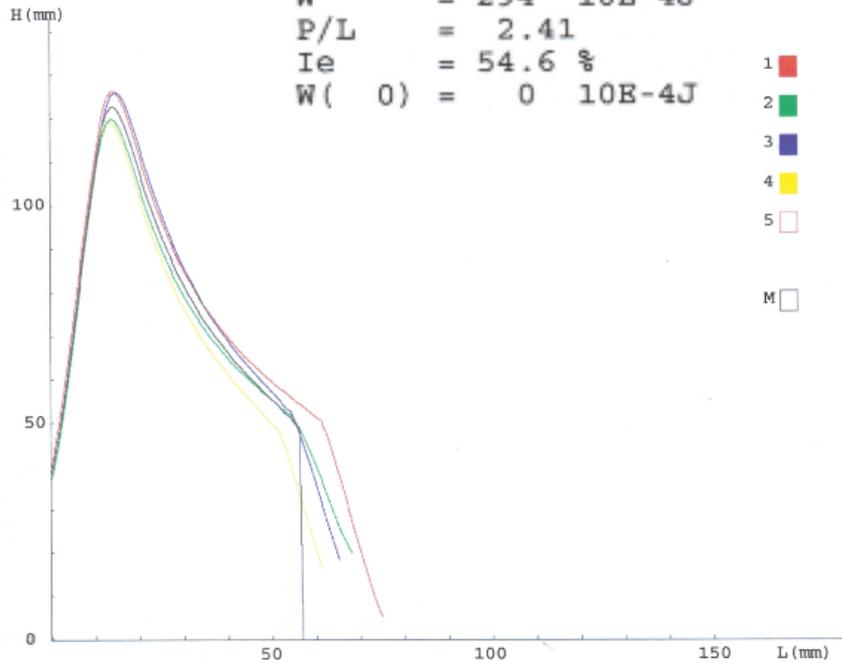
Extensibilité

Alvéographe Chopin

Résultats

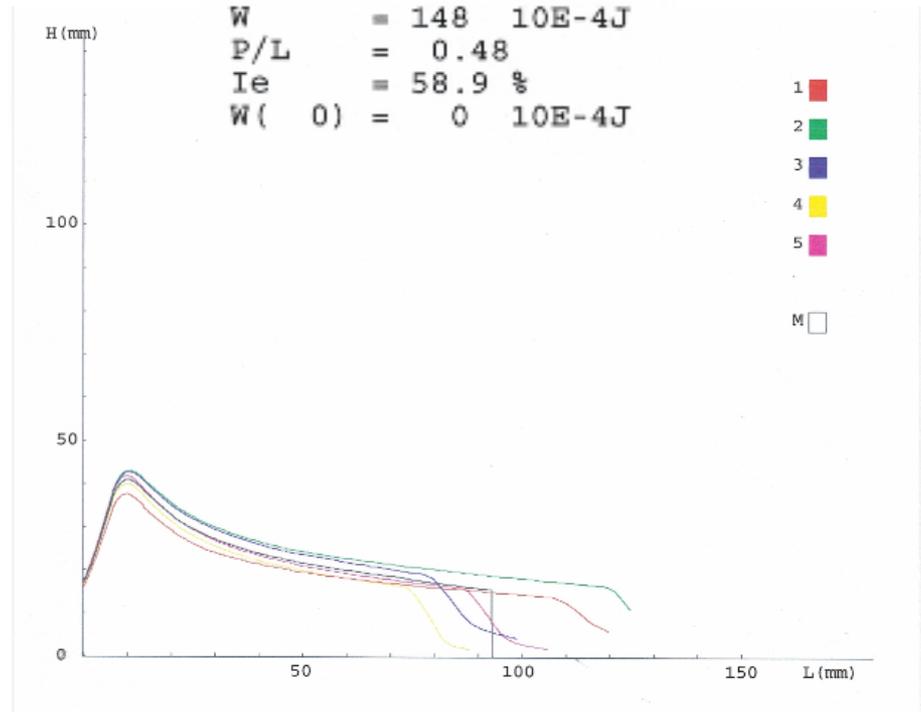
Froment

P = 135 mmH₂O
L = 56 mm
G = 16.7
W = 294 10E-4J
P/L = 2.41
Ie = 54.6 %
W(0) = 0 10E-4J

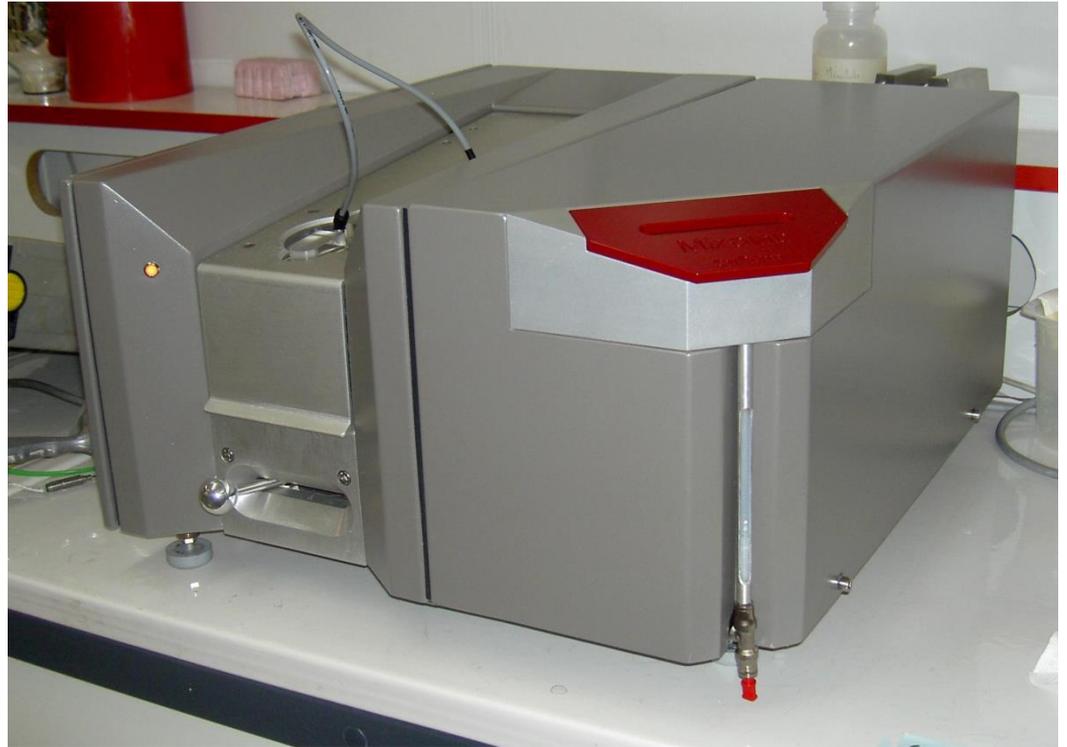


Epeautre

P = 45 mmH₂O
L = 94 mm
G = 21.6
W = 148 10E-4J
P/L = 0.48
Ie = 58.9 %
W(0) = 0 10E-4J

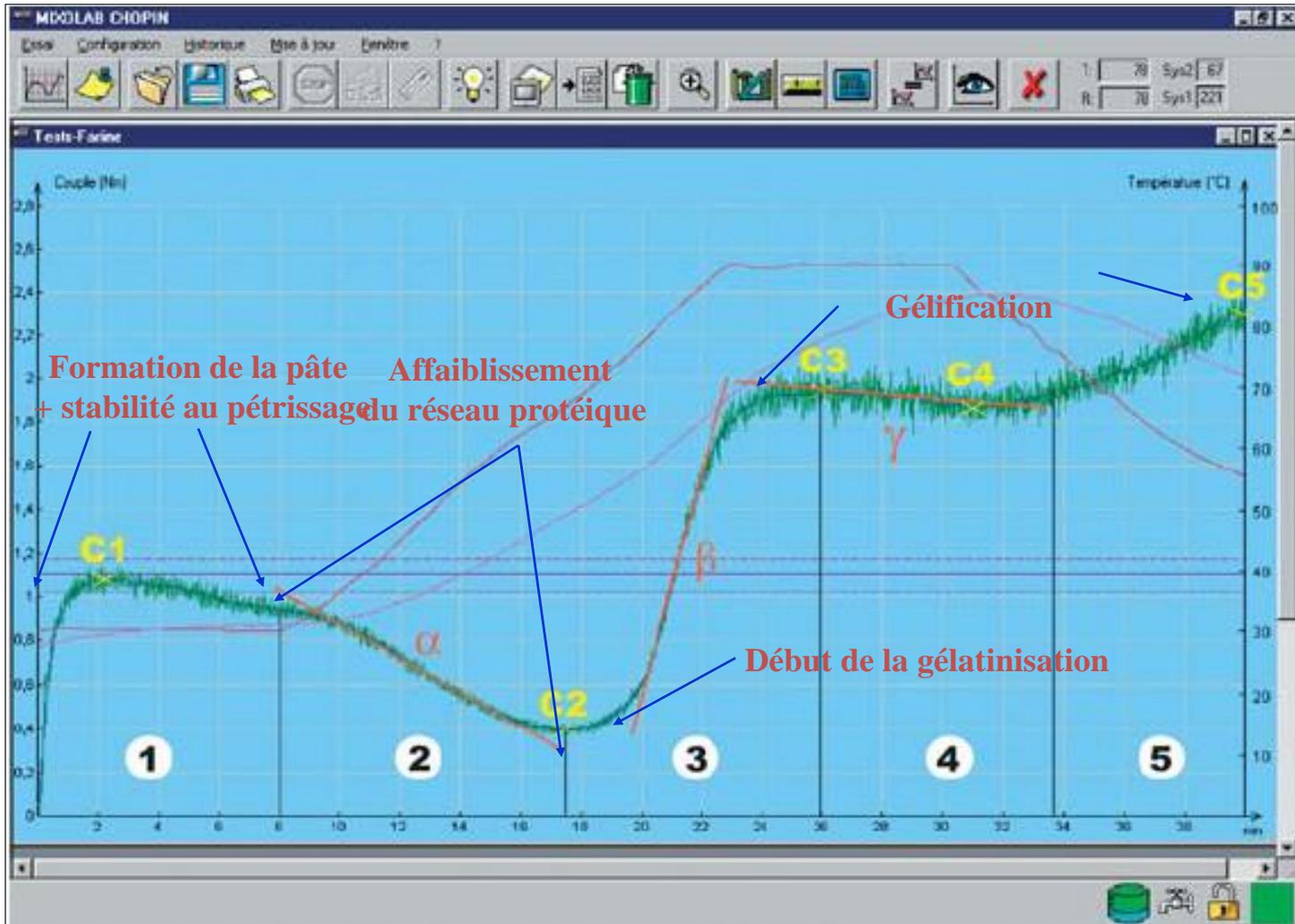


Mixolab Chopin



Mixolab Chopin

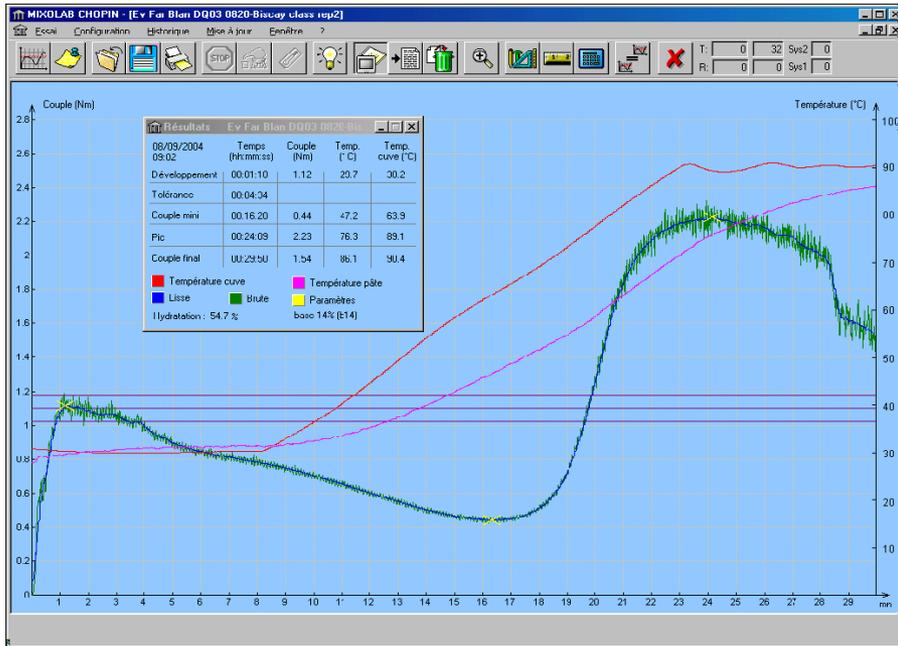
Interprétation



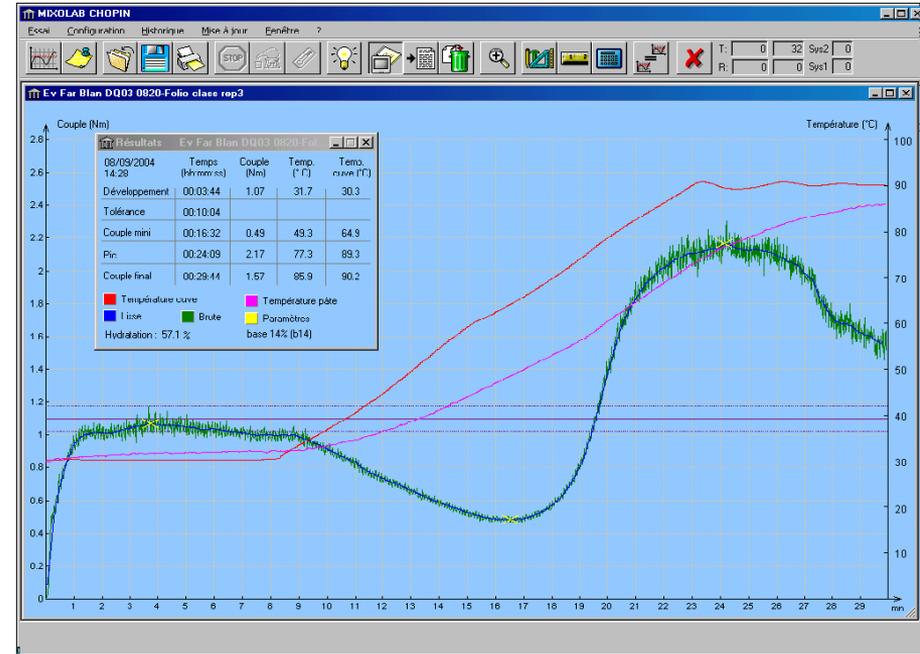
Mixolab Chopin

Interprétation

Variété fourragère : temps de développement et tolérance au pétrissage faibles



Variété : Biscay (FB)



Variété : Folio (FB)

Pain de qualité différenciée

44940

MONITEUR BELGE — 08.07.2015 – Ed. 2 — BELGISCH STAATSBLAD

REGION WALLONNE — WALLONISCHE REGION — WAALS GEWEST

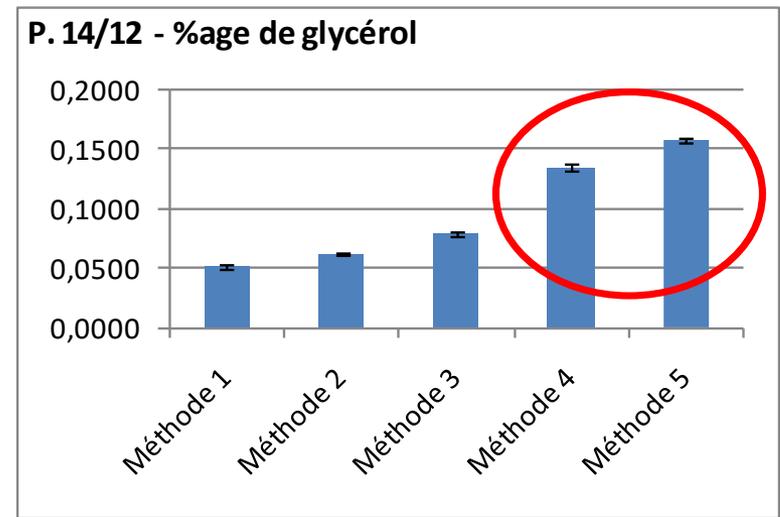
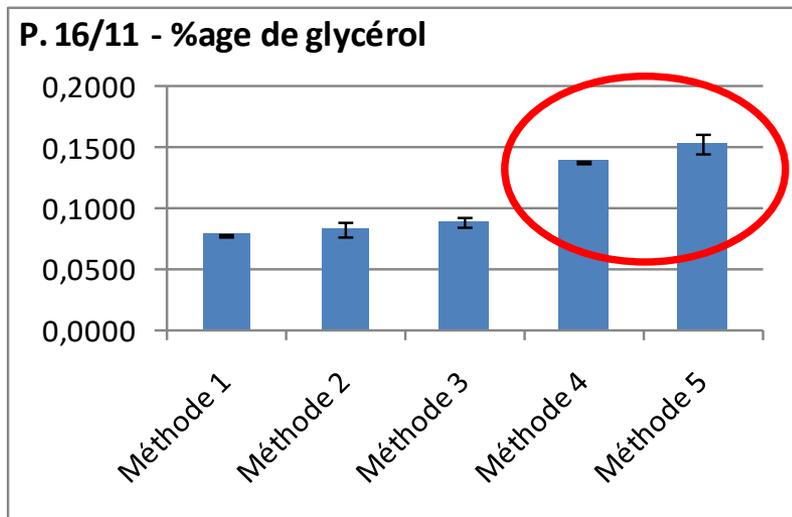
SERVICE PUBLIC DE WALLONIE

[C – 2015/27102]

12 JUIN 2015. — Arrêté ministériel définissant les exigences minimales sectorielles
pour l'élaboration des cahiers des charges pour la production de pain de qualité différenciée

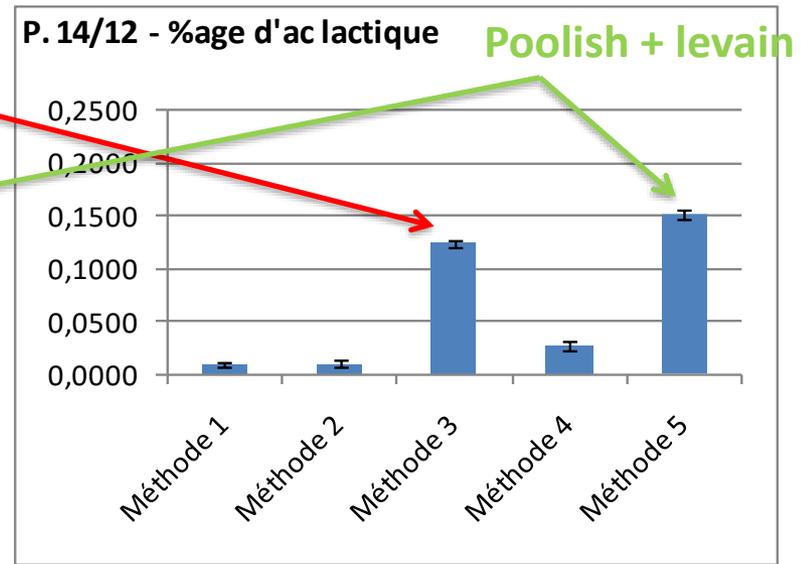
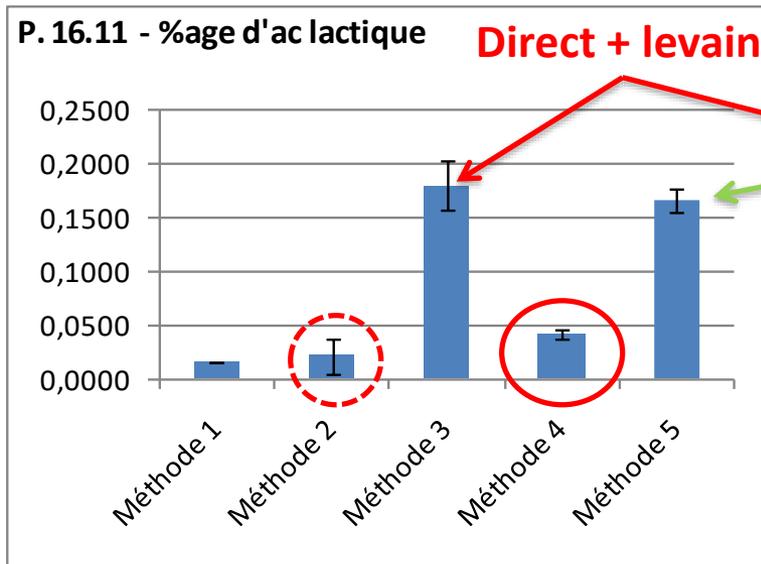
Fermentation de type « Polish »

Mise en évidence d'une production de glycérol (HPLC) pratiquement doublée avec une méthode Polish

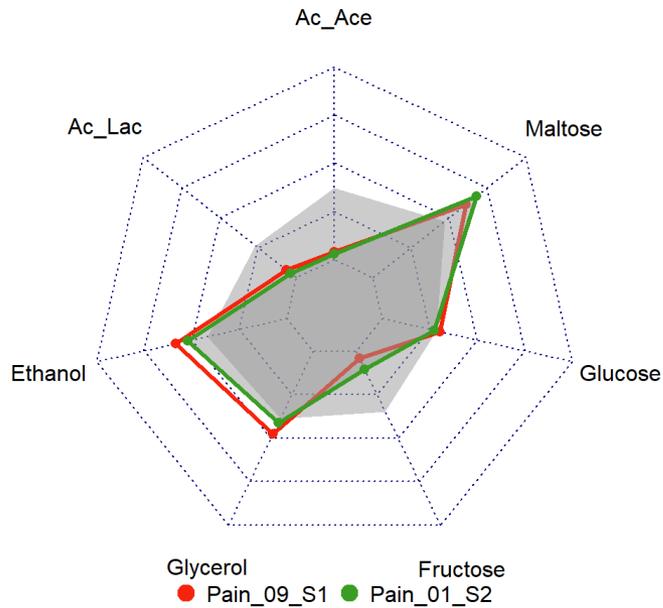


Utilisation d'un levain

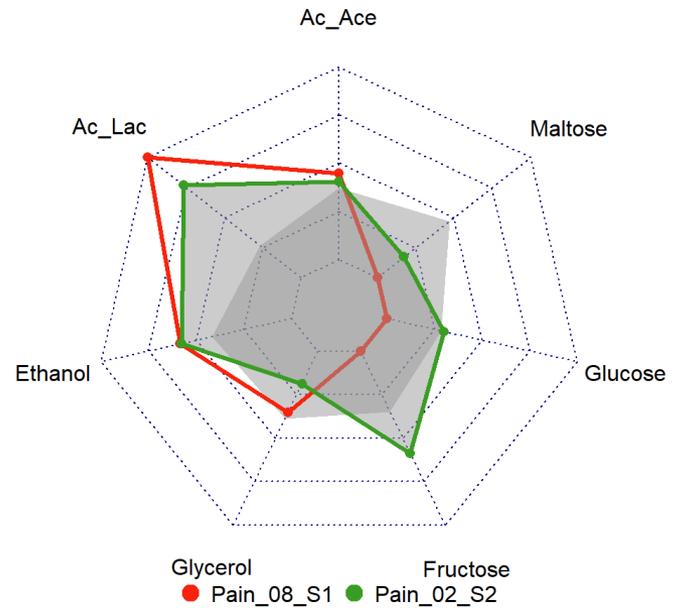
Mise en évidence d'acide lactique dans les pains contenant 0,5% de levain déshydraté (HPLC).



Pains comparés – toutes les séries



Pain blanc standard



Pain au levain

Conclusions

➤ Filières courtes

- Relation directe entre les acteurs
- Ajuster production à l'utilisation
- Partir des attentes des utilisateurs

➤ Points d'attention

- Maîtriser la maturité et teneur en humidité
- Attention aux mycotoxines
- Choix variétal associé à une teneur en protéines
- Se définir des critères



Merci bramin p'o m'awès choutè

G. Sinnaeve

g.sinnaeve@cra.wallonie.be

Département Connaissance et valorisation des produits (D4)
Unité Valorisation des produits, de la biomasse et du bois (U11)
24 chaussée de Namur B-5030 Gembloux (BELGIUM)
tel 00 32 81 87 52 03 <http://www.cra.wallonie.be>

Compléments d'information



Quelques sites Web

<http://www.cra.wallonie.be>

<http://www.cra.wallonie.be/fr/unite-technologies-de-la-transformation-des-produits>

<https://fegra.be/>

<http://www.livre-blanc-cereales.be/>

<https://www.biowallonie.com/>

<http://www.moulinfarine.com/>