



L'ÉTAT DES PROTÉINES DU BLÉ À LA PÂTE

Philippe Roussel (Triptolème)

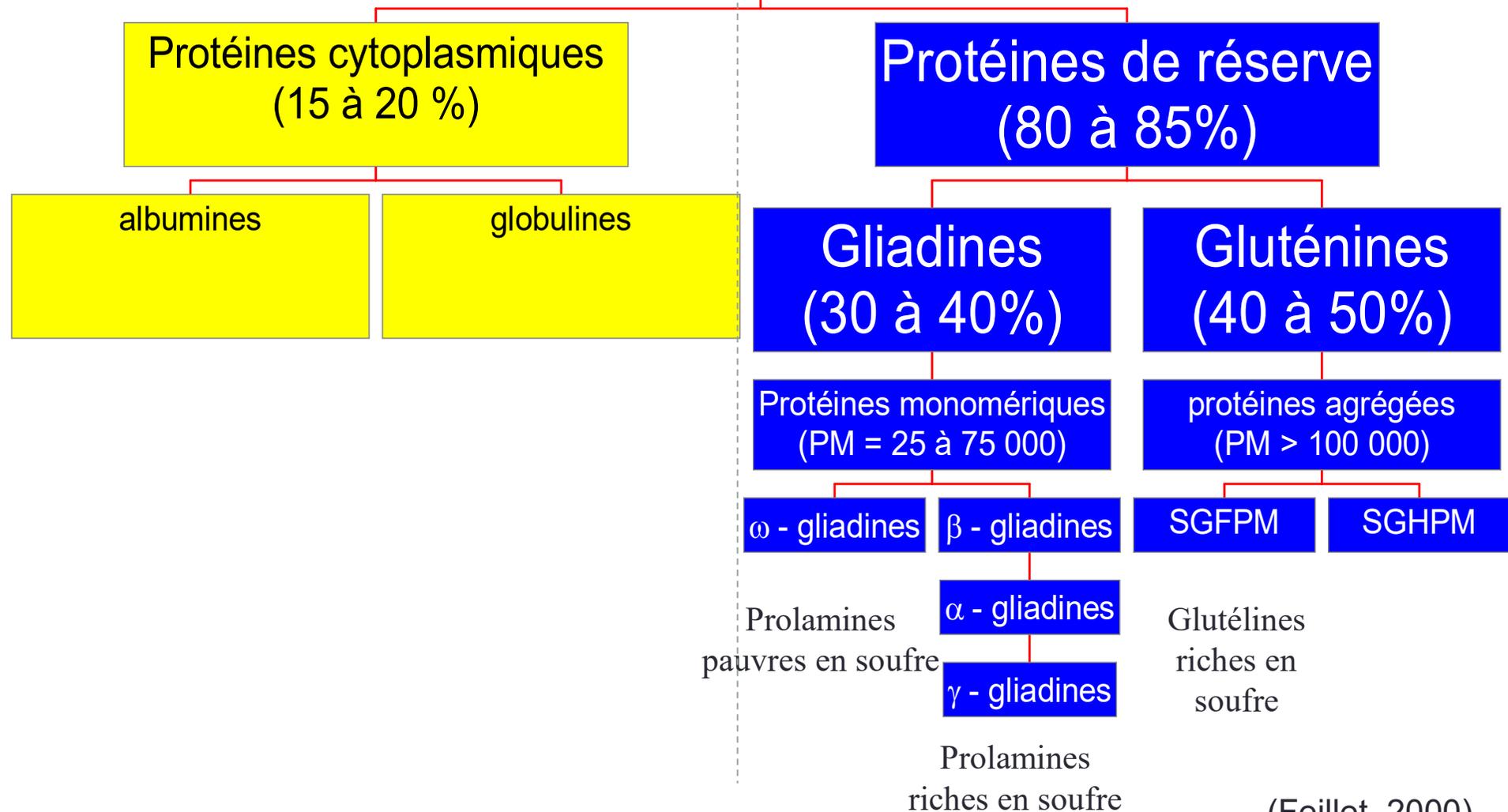
Identification des mélanges variétaux

Mise en culture		identification		
Terroir	classification	Mélange blés	Farine	Levain
GS (35)	Mélange Ancien	GSMA	F1	L1
LA (35)	Mélange Moderne	LAMM	F2	L2
FM (49)	Mélange Ancien	FMMA	F3	L3
GS (35)	Mélange Moderne	GSMM	F4	L4
LA (35)	Mélange Ancien	LAMA	F5	L5
LM (53)	Mélange Moderne	LMMM	F6	L6

MA	Mélanges population (Variétés Redon, Bladette, Saint Priest)
MM	Chevalier-Renan-Pirénéo (GS et LA), mélange moderne population (LM)

Classification des protéines du blé

Protéines de la farine



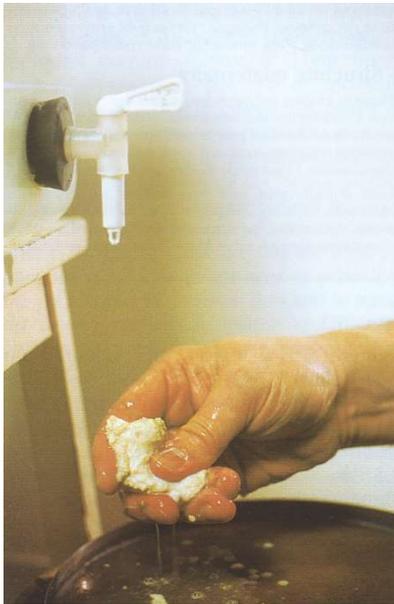
(Feillet, 2000)

Les protéines des mélanges variétaux

	Résultats sur blé	Résultats chromatographique HPLC sur Farine				
mélanges variétaux	Protéines/ mat sèche		Protéines/ mat sèche	% Gliadines	% Gluténines	Rapport Glut/Glia
GSMA	11,3	Farine 1	9,97	43,2	38,8	0,90
LAMM	10,2	Farine 2	8,38	40,3	41,3	1,02
FMMA	12,0	Farine 3				
GSMM	10,7	Farine 4	8,12	40,1	41	1,02
LAMA	12,0	Farine 5	9,91	43,6	38,9	0,89
LMMM	12,0	Farine 6				

Méthodes retenues pour caractériser le gluten

Extraction manuelle du gluten pour déterminer le % de gluten Humide **GH** (proportion exprimée par rapport à la farine)
(très difficile avec le Glutomatic pour des farines riches en fibres)



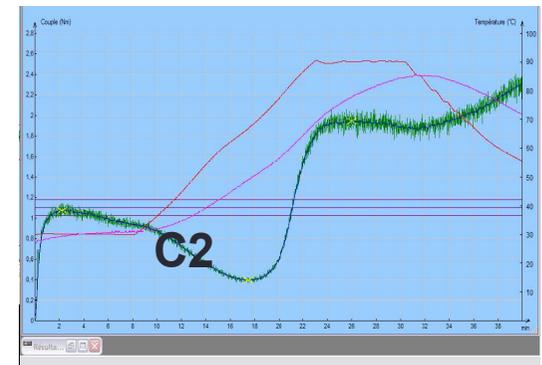
Centrifugeuse du Glutomatic pour la détermination du Gluten Index **GI** (proportion de gluten qui ne passe au travers du filtre de 600 μ m)



Mixolab



Mesure de la résistance d'une pâte liée au gluten



C2 Couple de résistance avant gélatinisation de l'amidon

Caractéristiques physico-chimiques du gluten extrait et en pâte

identification échantillons	Mélange Variétal	Dosage du gluten par extraction manuelle et centrifugation au glutomatic		Mixolab Chopin
		Gluten Humide (%)	Gluten Index (%)	couple C2 (N.m)
Farine 1	GSMA	26,0	44	0,32
Farine 2	LAMM	20,0	89	0,48
Farine 3	FMMA	29,3	39	0,36
Farine 4	GSMM	18,7	87	0,38
Farine 5	LAMA	28,4	62	0,31
Farine 6	LMMM	25,5	64	0,51

Les relations protéines/dureté des mélanges variétaux

- Connaissances : la dureté est un facteur génétique qui est impacté par la qualité et la quantité des protéines de réserve à l'interface avec les granules d'amidon. Elle s'exprime par les qualificatifs « Soft » ⇔ « Hard »
- La théorie la plus répandue évoque la présence de la puroindoline A et B qui augmente le caractère friable

Structure de l'albumen du grain

	<ul style="list-style-type: none"> - enveloppes du fruit - enveloppes de la graine 	
	<p></p>	<p>Vue microscopique de la partie périphérique du grain de blé (barre = 50 μm)</p>
	<ul style="list-style-type: none"> - albumen amylicé - protéines - grains d'amidon 	
	<ul style="list-style-type: none"> - Déstructuration plus facile entre les grains d'amidon lorsque l'albumen est peu résistant : - Déstructuration plus difficile lorsque l'albumen est résistant et zones de fractures possibles dans le grain d'amidon (amidons endommagés), 	

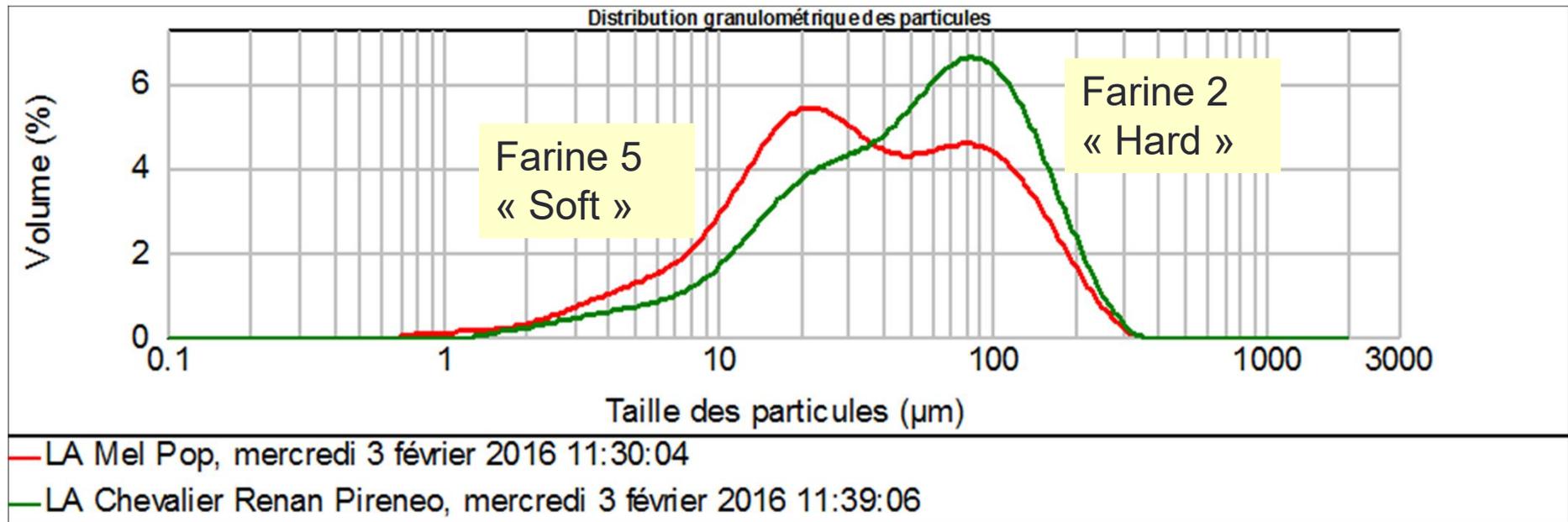
Caractéristiques dimensionnelles des farines après moutures

Farines	extract. 180 μm (*)	Granulométrie laser sur farine < 180 μm **			
	g	Diamètre moyen en volume	d (0.1)	d (0.5)	d (0.9)
1	6,24	56,1	7,9	35,2	134,3
2	5,29	68,0	11,7	53,3	146,9
3	5,38	54,6	8,0	34,2	130,7
4	5,57	60,6	10,2	42,6	137,6
5	6	58,0	8,2	37,1	138,0
6	3,94	66,5	12,0	49,9	145,9

* Broyage sur moulin à café manuel de 25 g \pm 0,1 g de blé

** diamètre (d) en dessous duquel se situe 10%, 50 % et 90 % du volume des particules

Profils granulométriques des mélanges de variétés modernes et anciennes



Test de compactage

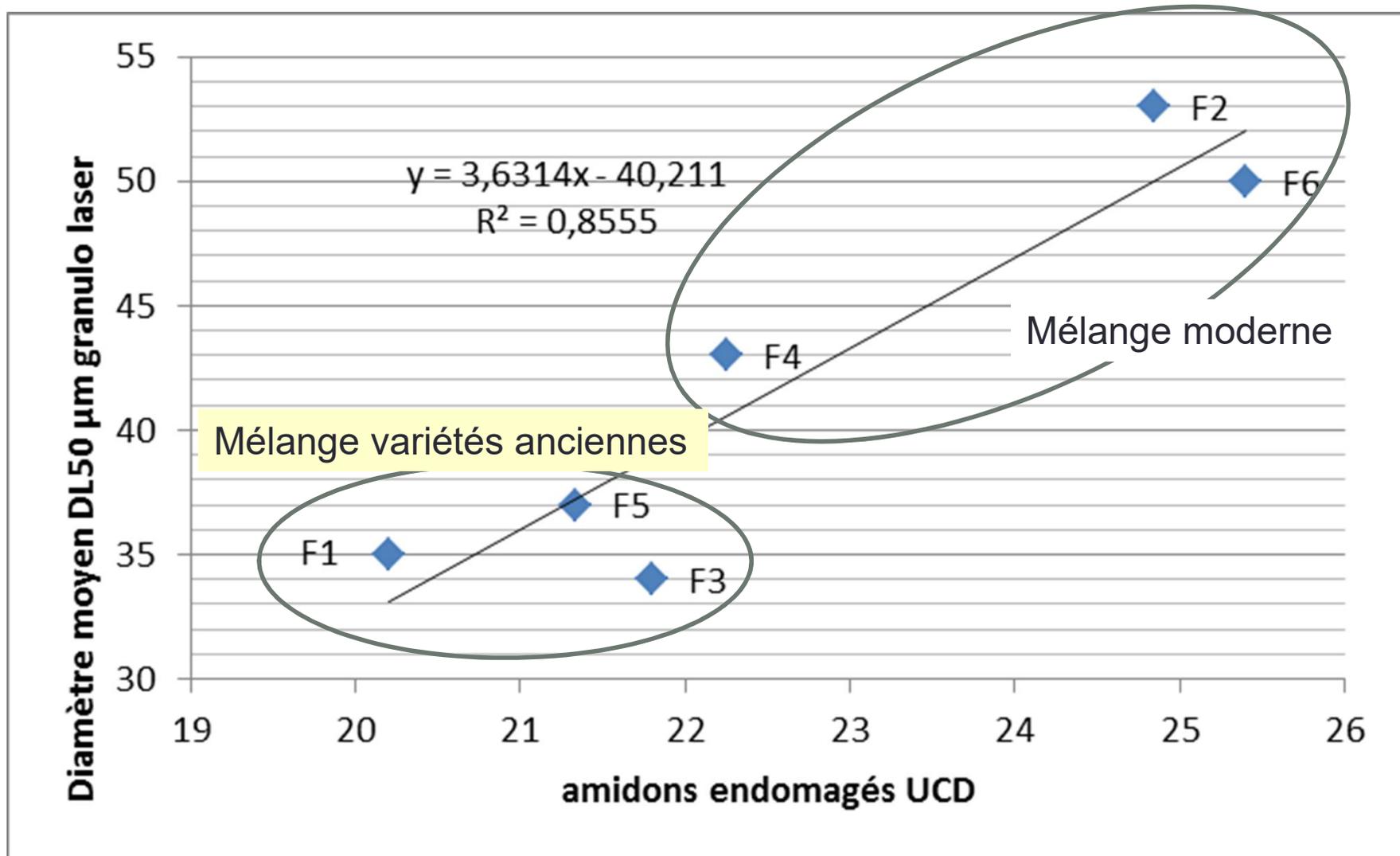
La farine se compacte avec les blés soft



Granulométrie

Granuleuse et fluide avec les blés hard

Relations entre granulométrie des farines et amidons endommagés



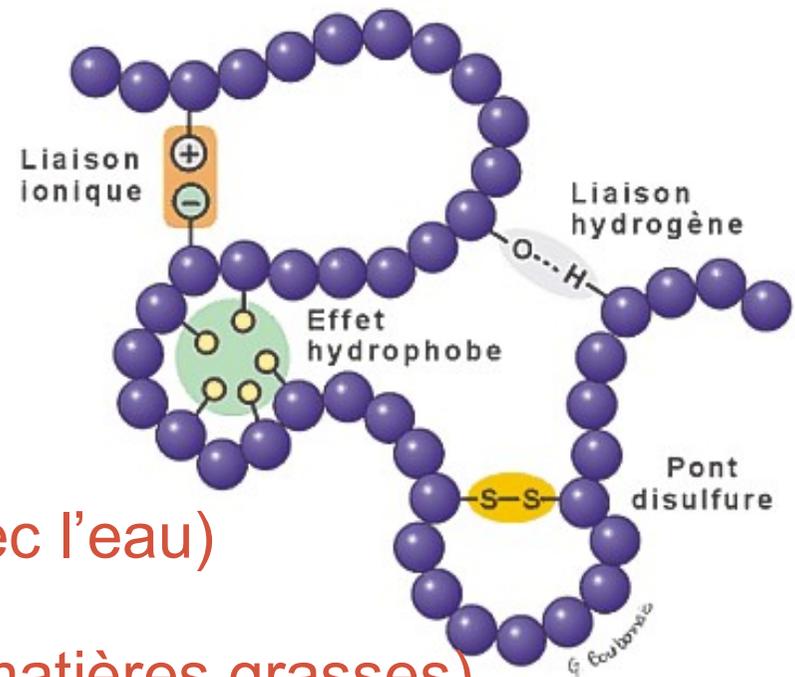
Synthèse des hydratations à l'essai de panification (valeurs en % par rapport de la farine)

		B1	B2	B3	B4	moyennes
Farine 1	GSMA	58	59	60	60	59,3
Farine 2	LAMM	60	64	64	63	62,8
Farine 3	FMMA	58	59	61	59	59,3
Farine 4	GSMM	62	64	66	64	64,0
Farine 5	LAMA	58	60	63	60	60,3
Farine 6	LMMM	65	68	70	67	67,5
moyennes		60,2	62,3	64,0	62,2	

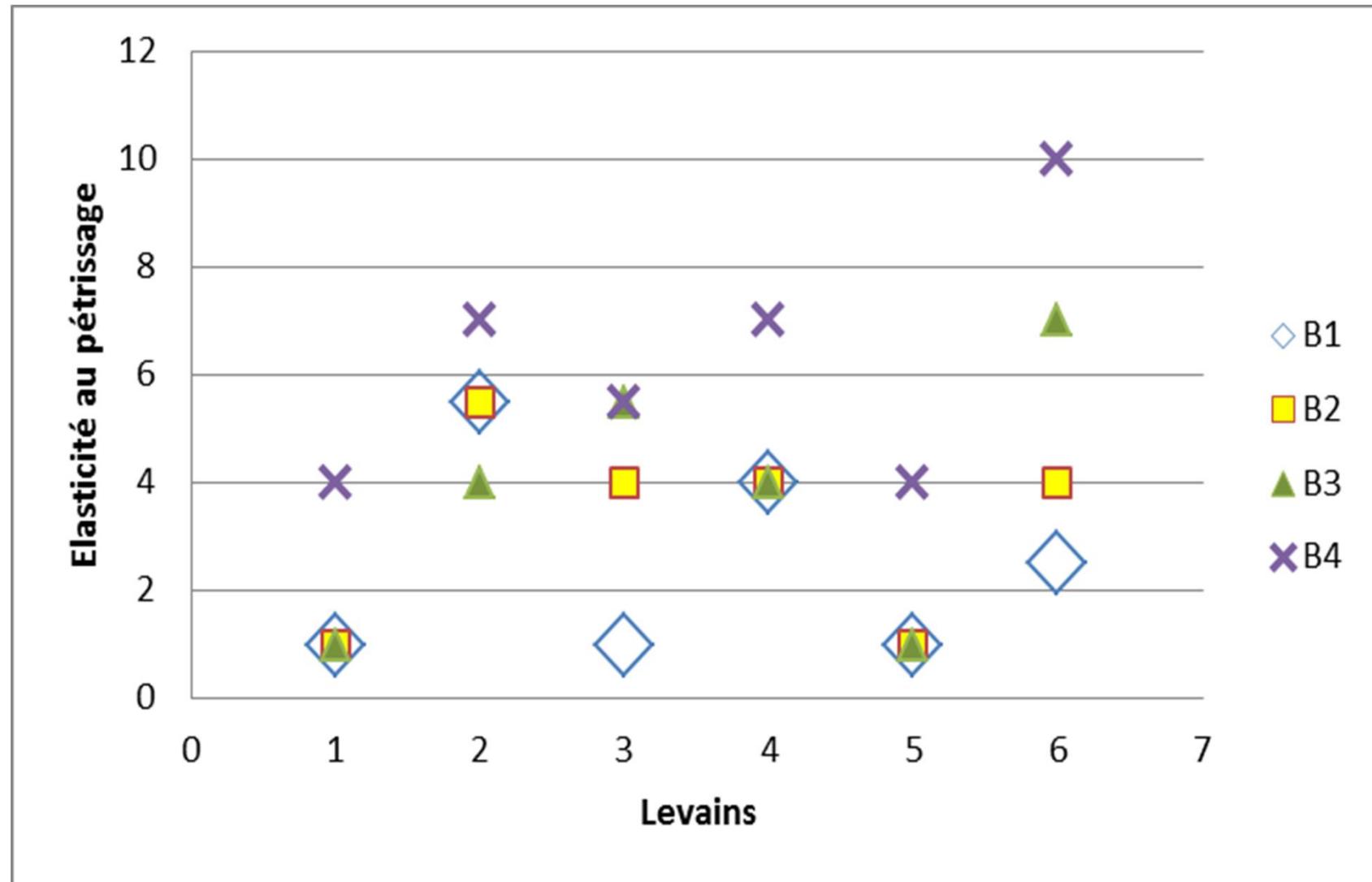
De la farine à une pâte structurée par le gluten

Le gluten : association complexe et variable de protéines en milieu hydraté, par des :

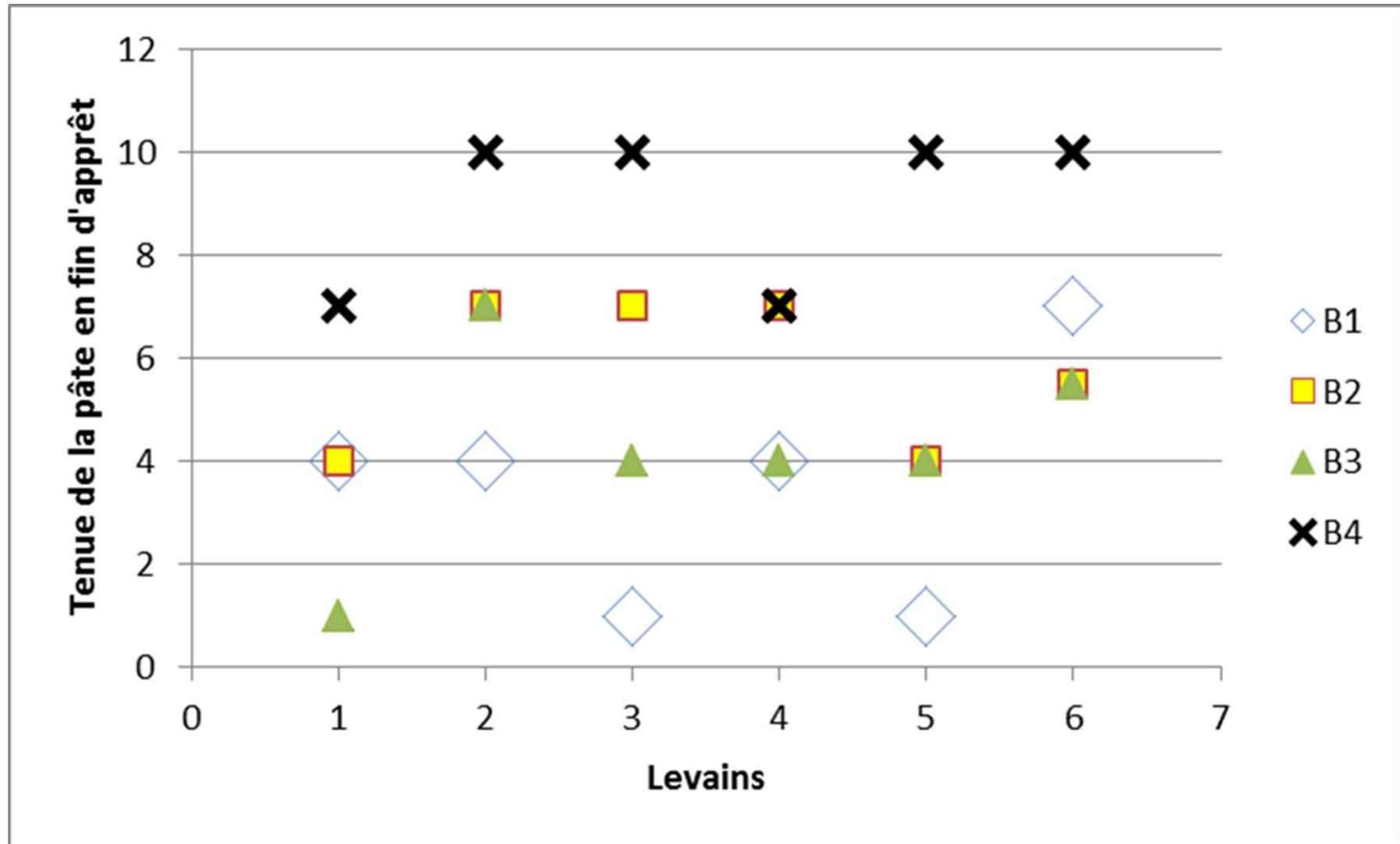
- Liaisons polaires ou hydrophiles (avec l'eau)
- Interactions hydrophobes (avec les matières grasses)
- Liaisons ioniques, certains atomes sont chargés électriquement + et – (liaisons avec les éléments chargés comme le sel, les acides...)
- Liaisons d'oxydation entre molécules de cystéine (liaisons à forte énergie)



Influence des levains sur l'élasticité des pâtes au pétrissage



Influence des levains sur la tenue des pâtes en fin d'apprêt



Evolution des protéines en cours de panification

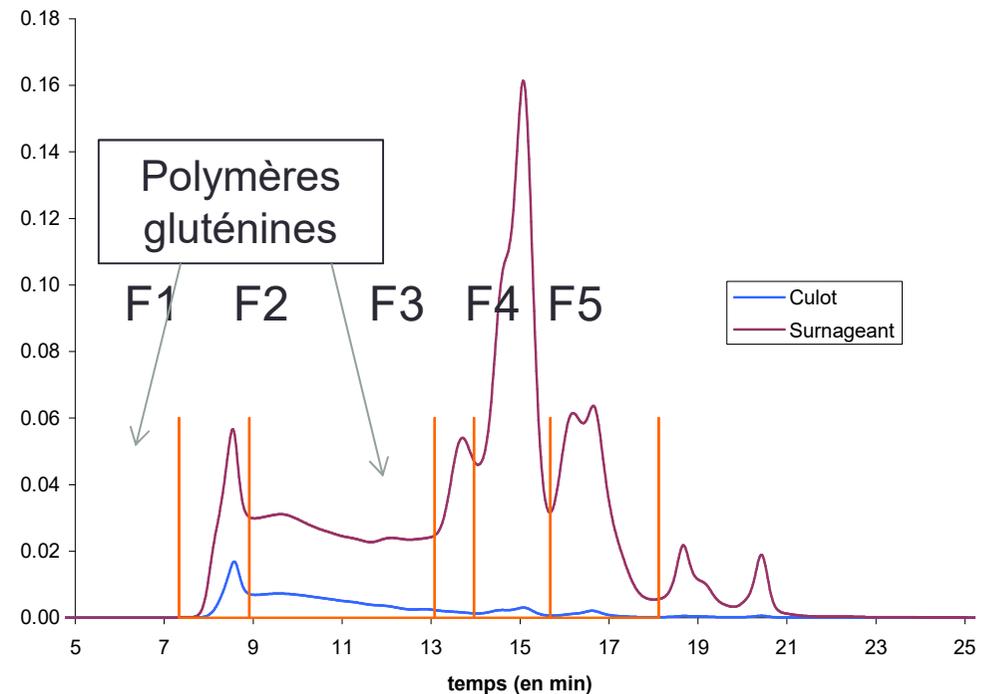
Méthodologie d'analyse des protéines en HPLC

1. Préparation :

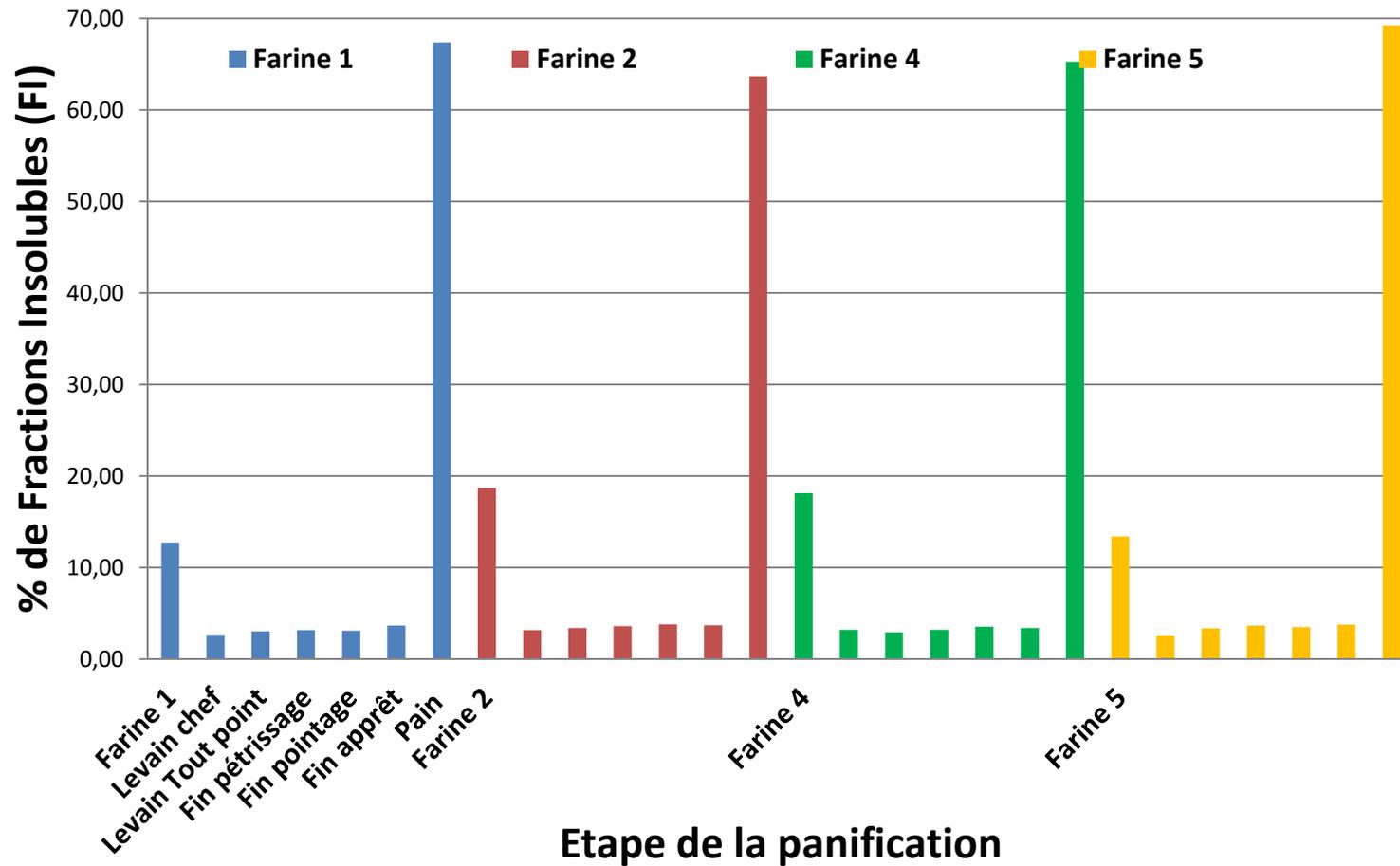
La solubilisation, sonication et centrifugation permettent de séparer les protéines en fonction de leurs poids moléculaires par dissociation des liaisons inter-chaînes à faible énergie (polaire, interactions hydrophobes, ioniques), excepté les liaisons inter-chaînes covalentes.

Suite à ces opérations : **on distingue une Fraction Soluble (FS) et Insoluble (FI)**

2. Séparation de la Fraction Soluble par une technique de chromatographie par tamisage moléculaire.
Cinq fractions protéiques sont identifiées.

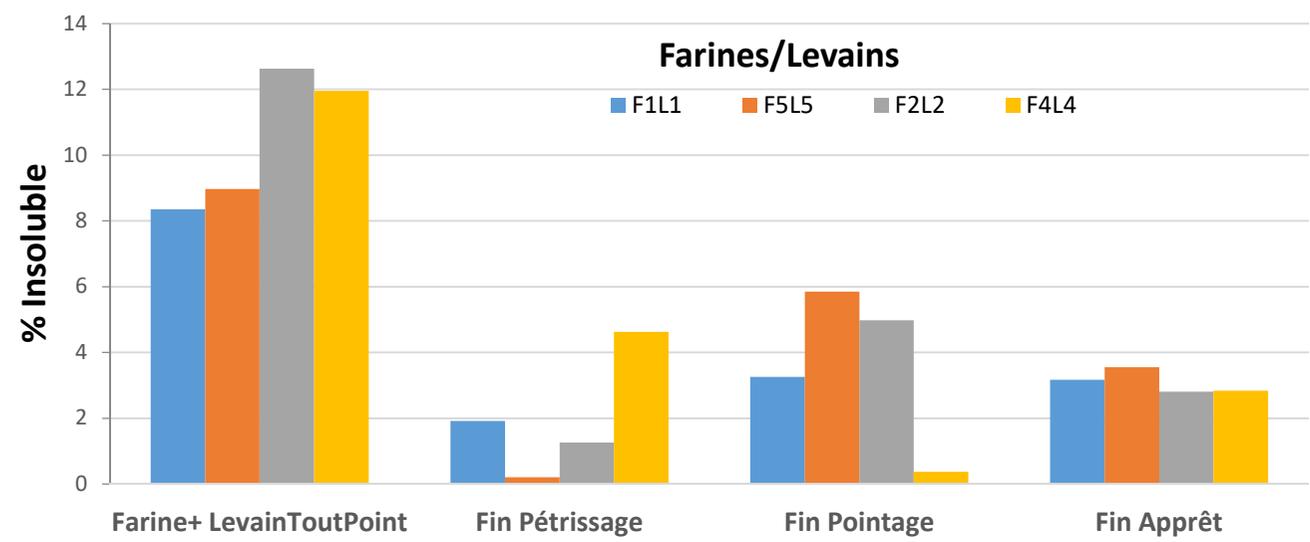


Evolution des Fractions Insolubles (FI) de des farines au pain pour le boulanger 2

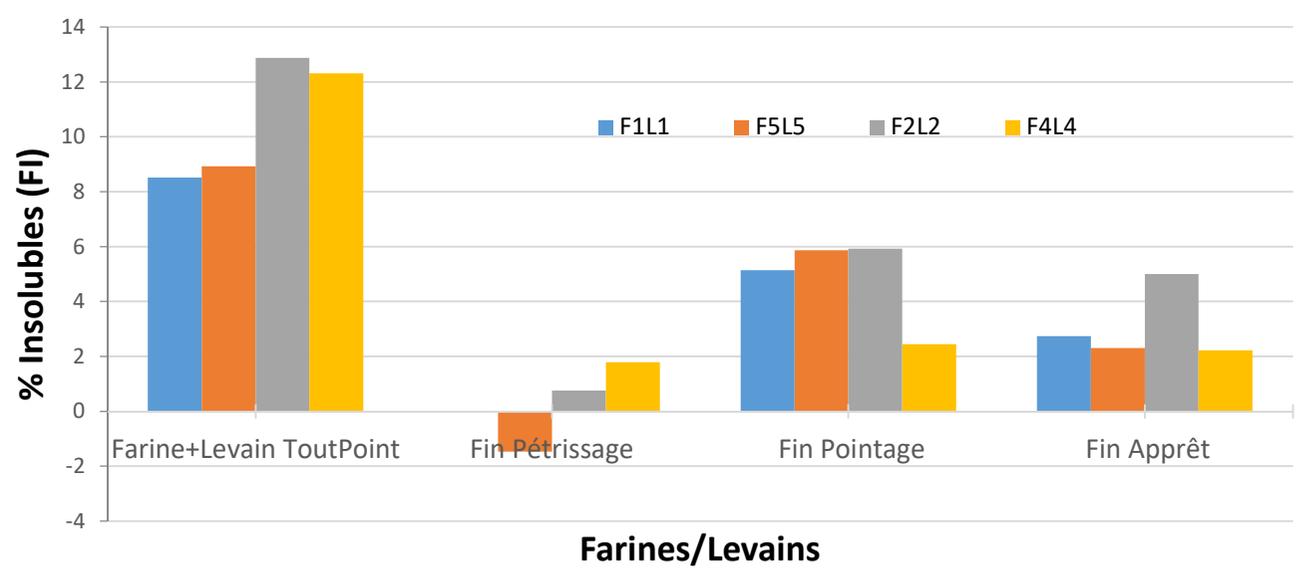


Evolutions des FI en panification

BOULANGER 2



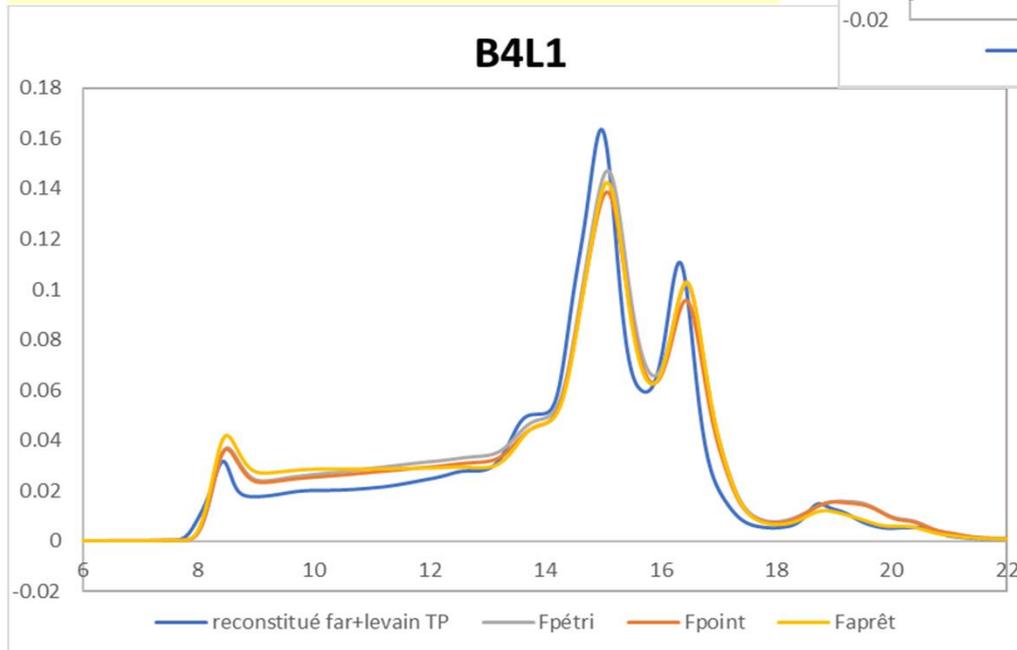
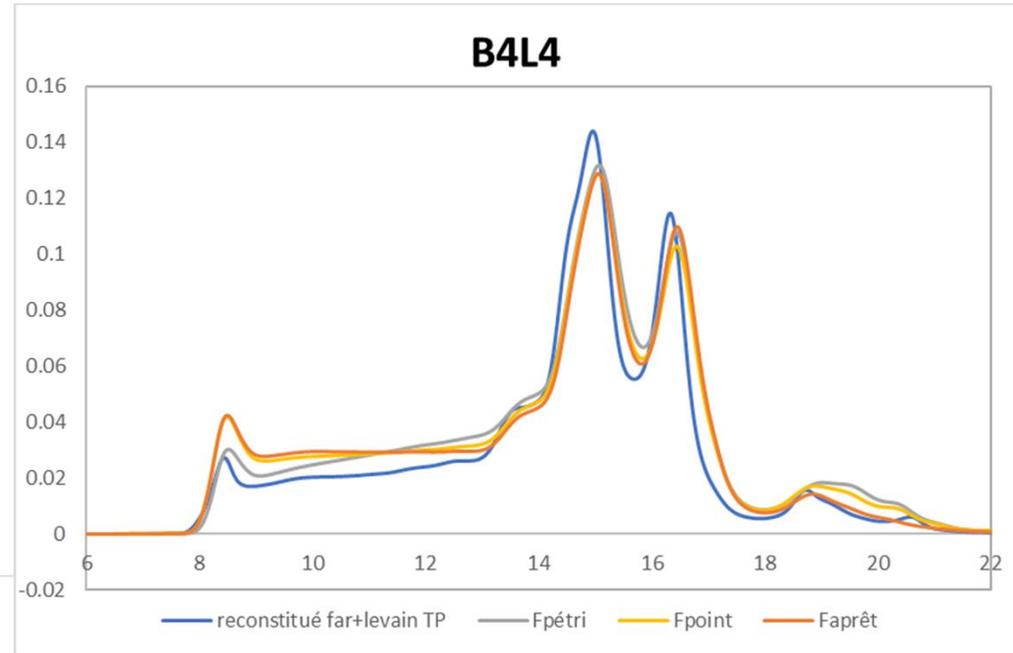
BOULANGER 4



Evolutions des fractions solubles dans la pâte panifiée

Phénomènes significatifs de
Dépolymérisation au
pétrissage et
Repolymerisation en
fermentation

Effet modeste. Pour les variétés anciennes..



Pas d'attaque protéases

Peu de différences entre
boulangers B3 ET B4
Par rapport B2

Principales conclusions sur les mesures en HPLC des FS et FI

- Des farines modernes et anciennes bien distinctes
- Peu de différence au sein des modernes ou des anciennes
- Dépolymérisation significative de la farine aux levains
- Dépolymérisation significative au pétrissage surtout pour les variétés modernes
- Un comportement au pétrissage plus dépendant de la farine que du levain
- Tendance à la repolymérisation du pointage à l'apprêt, phénomène qui peut être associé à l'oxydation des protéines
- Très forte repolymérisation en cours de cuisson liée à la dénaturation et à la coagulation des protéines

Conclusions générales

- Les variétés choisies pour les mélanges anciens et modernes permettent de bien les distinguer sur les aspects qualitatifs et quantitatifs des protéines et du gluten et sur le facteur de dureté en lien avec le taux d'amidons endommagés et la granulométrie des farines (conforme aux différences souvent observées)
- Nécessité de différencier, l'état de la structure, des protéines, du gluten et de la pâte au cours de la panification
- L'effet des levains semble plus apparent sur les pâtes en panification que sur les fractions protéiques mesurées en HPLC
- L'hypothèse d'un effet d'hydrolyse par les levains en panification n'est pas démontrée par la méthode HPLC