

Le blé-la farine-le pain : Qualité et pratiques ?



Philippe Roussel
Morvan Le Coz



Introduction

- Les céréales sont des aliments très précieux
- Leur consommation sans transformation est très difficile
- La valorisation se fait à la fois par une élimination totale ou partielle des enveloppes externes et par une réduction de grosseur

Le blé tendre : composition chimique

Composition chimique des grains de céréales (Godon, 1991)

Espèces	Eau	Amidon et petits glucides	Protides	Lipides	Cellulose Hemicellulose pentosanes	Minéraux
Avoine	13	53	11,7	5,3	14,0	3,0
Blé	14	65	12,5	1,7	4,9	1,9
Maïs	14	60	10,0	5,0	10,0	1,0
Orge	15	60	10,0	2,1	10,2	2,6
Seigle	15	63	11,5	1,7	6,8	2,0
Triticale	14	64	12,5	1,7	5,8	2,0

Composition moyenne de pains en micro-nutriments pour 100 g de matière telle quelle

Farine	Eau (%)	Minéraux (mg)					Vitamines (mg)			
		Na	K	P(*)	Mg	Ca	B1	B2	PP	C
Complète	36	350	250	200	90	20	0,2	0,15	3,0	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	40	650	450	370	150	60	0,3	0,18	3,5	
Bise	34	350	200	100	45	20	0,14	0,12	1,8	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	38	500	350	175		50	0,20	0,16		
Blanche	32	350	100	60	30	10	0,06	0,03	0,45	0
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	35	500	150	110		50	0,09	0,06	0,85	

Na (sodium), K (potassium), Mg (magnésium), Ca (calcium)

(*) P (phosphore, sous forme d'acide phytique)

L'amidon

	<p>Protéines</p> <p>Granule amidon</p>	<p>Zone cristalline</p> <p>Zone amorphe</p>	<p>Zone de ramification sur la chaîne d'amylopectine</p> <p>Liaisons entre les molécules de glucose des chaînes d'amidon</p>
Coupe transversale du grain de blé	Vue microscopique de l'albumen	Structuration des chaînes d'amidon (amylose-amylopectine) dans le granule d'amidon	

Protéines du blé

Protéines cytoplasmiques (15 à 20 %)

albumines

globulines

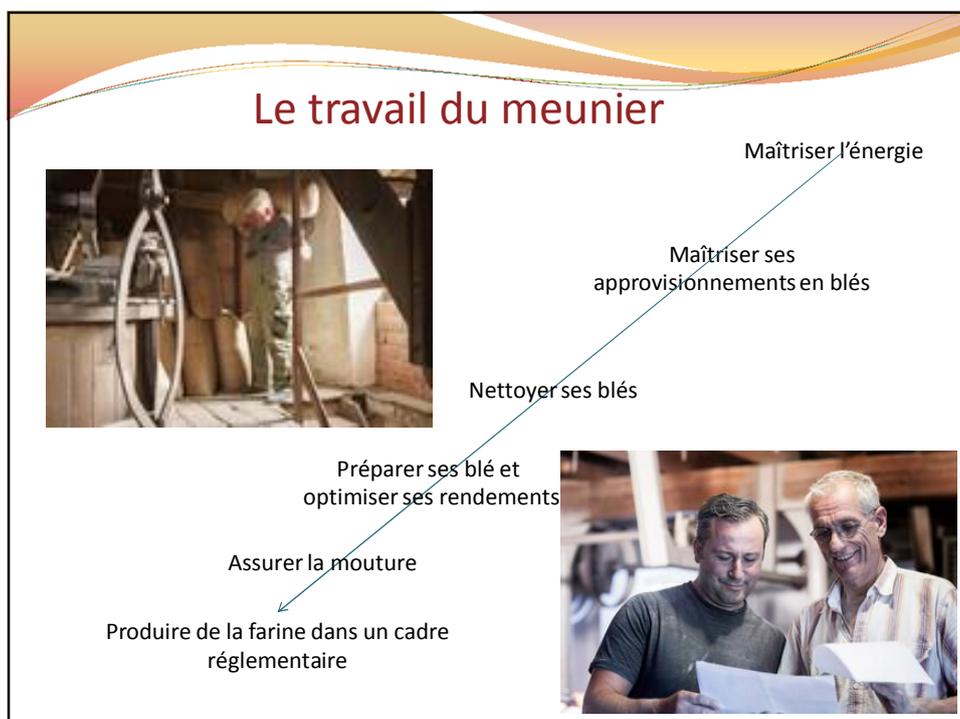
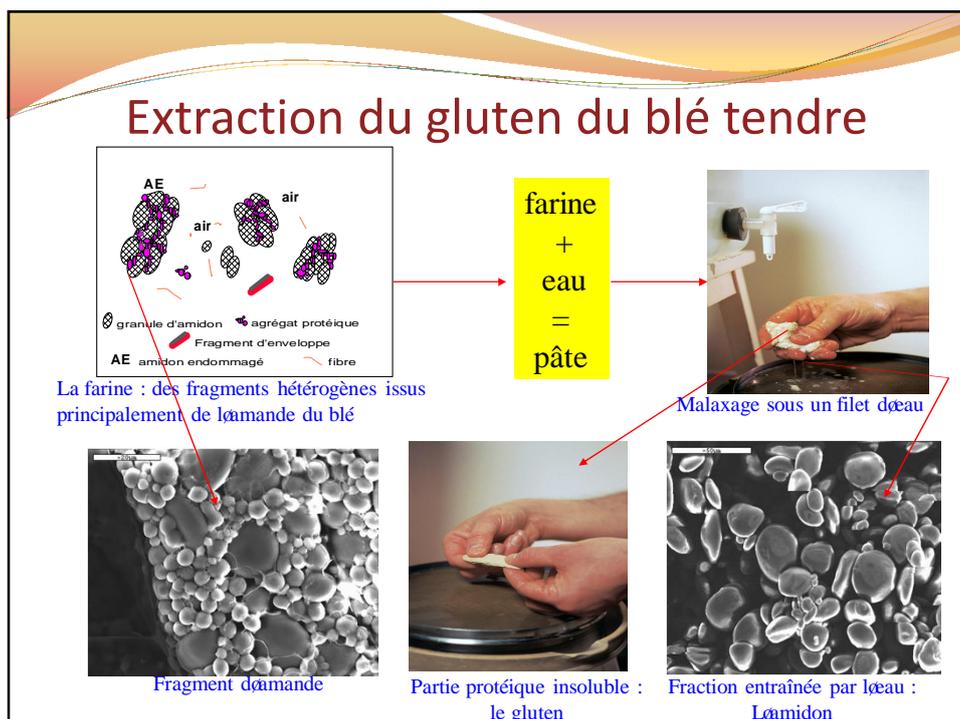
Protéines de réserve (80 à 85%)

Gliadines (30 à 40%)
 Protéines monomériques (PM = 25 à 75 000)
 α - gliadines
 β - gliadines
 γ - gliadines
 Prolamines pauvres en soufre
 Prolamines riches en soufre

Gluténines (40 à 50%)
 protéines agrégées (PM > 100 000)
 SGFPM
 SGHPM
 Gluténines riches en soufre

Avec l'augmentation des rendements en blé, le taux de protéines a baissé mais le rendement x taux de protéines est supérieur .
 On assiste à une augmentation de la force boulangère (W) qui est une conséquence de l'évolution de la nature des protéines (gènes de dureté, poids moléculaires, nouvelles variétés, changement climatique)

(Feillet, 2000)



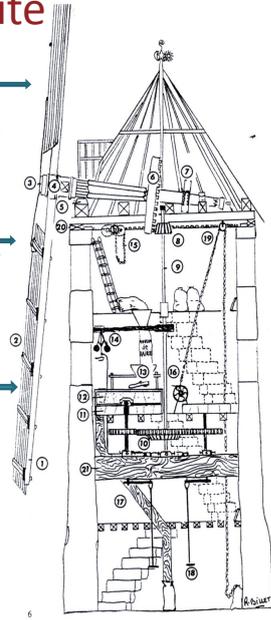
Maîtriser l'énergie et sa régularité (le meunier ne doit pas dormir)

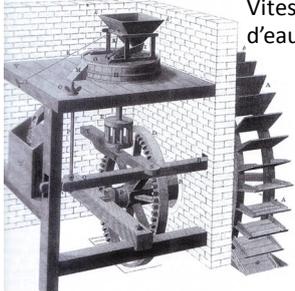


Vitesse ou débit d'eau



Vitesse du vent







Maîtriser ses approvisionnements

Le meunier choisi son blé :

- le plus propre possible
- pour obtenir une bonne production de farine
- pour une bonne qualité de la farine
- destinée à ses clients, il sélectionne les « meilleurs terroirs » par des analyses

Analyses physico-chimiques

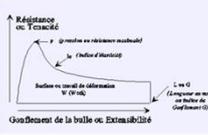




% moyen de protéines (2016)

	<12 %
	12-12,4 %
	12,5-12,9 %
	≥ 13 %





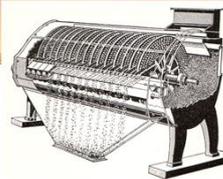
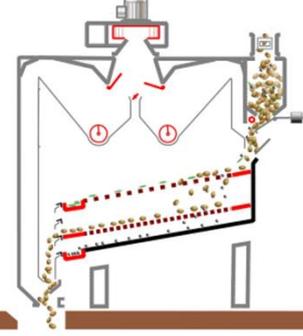




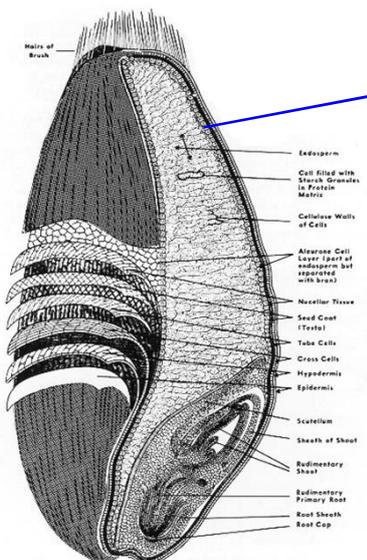
Nettoyage des lots de blé et des blés (qualité sanitaire)

Eliminer les impuretés autres que le blé « sain » par procédé de séparation :

- selon la grosseur ou tamisage (nettoyeur séparateur)
- selon la densité, par air (aspiration), mise en mouvement (épierreur), centrifugation (cyclone)
- selon la forme (trieur graines rondes ou longues, imagerie)
- selon la couleur (imagerie)
- magnétiques (aimants)
- Brossage des blés (brosses et épointeuses)

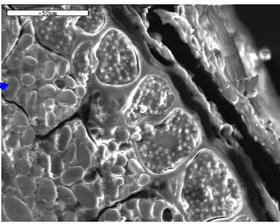



Le blé tendre : structure et forme

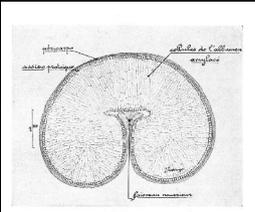


Coupe longitudinale

- Matrix of Brush
- Endosperm
- Cell filled with Starch Granules in Protein Matrix
- Cellulose Walls of Cells
- Aleurone Cell Layer (part of endosperm but associated with bran)
- Nucellar Tissue
- Seed Coat (Testa)
- Tube Cells
- Cross Cells
- Hypodermis
- Epidermis
- Scutellum
- Sheath of Shoot
- Budimentary Shoot
- Budimentary Primary Root
- Root Sheath
- Root Cap



Amande : 82 %
Enveloppes : 15 %
Germe : 3 %



Coupe transversale du grain de blé
(Fleckinger, 1935)

Préparer ses blés à la mouture et optimiser ses rendements

En fonction de la dureté le grain doit être humidifié pour faciliter sa fragmentation

Rendements : quantité de farine produite à partir d'un blé pour un type de farine de blé

Types de farine	Taux d'extraction moyens de la mouture (%)		
	Cylindres	Meules traditionnelles	Meule Astrié
45	70-75	/	/
55	75-80	/	/
65	78-83	/	70-75
80	82-86	60-70	75-85
110	87-90	70-80	85-90
150	>90	> 80	> 90

Du moulin aux Grands Moulins (minoterie)

Un seul passage de mouture et un seul tamisage



Multiplication du nombre de passage de mouture et de tamisage pour une meilleure séparation des enveloppes et de l'amande du grain



Depuis cette période le moulin intègre le stockage et le nettoyage des grains et la livraison et l'expédition des farines

Assurer la mouture



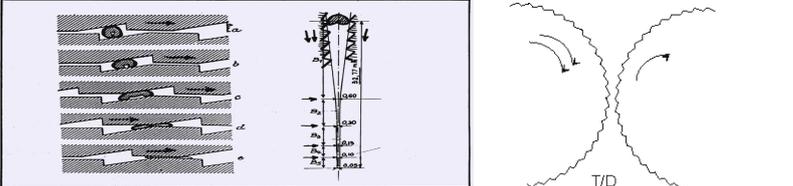
Mouture par fragmentation sur meule

Le grain arrive au centre de la meule tournante pour être écrasé progressivement jusqu'à la périphérie (travail d'écrasement).
La farine obtenue est bise



Mouture par fractionnement sur appareils à cylindres

Séparation progressive sur cylindres cannelés des enveloppes et des fractions internes du blé (semoules)
Réduction des semoules en farine sur cylindres lisses
Les farines après tamisage sont blanches, les pains sont plus volumineux



Le tamisage

Opération de séparation, d'un ensemble d'éléments selon leur grosseur, en employant un ou plusieurs tamis dans un plansichter ou une bluterie



Le plansichter (machine à tamiser avec des tamis plans)



Bluterie à pans

La mouture à la ferme

La mouture à la meule « Astrié » est parfaitement adaptée pour la transformation à la ferme avec des variétés de blé paysannes.

En un seul passage à la meule les rendements en farine sont de l'ordre de 80 %



Le paysan est à la fois meunier et boulanger, il s'adapte à la qualité de ses blés



Produire de la farine dans un cadre réglementaire

La classification des farines (types de farine) est basée sur leur teneur en cendres

Types de farine	teneur en cendres ou matières minérales (% ramené à la matière sèche)	Aspect des farines
45	< 0,50 %	
55	0,50 % à 0,60 %	blanches
65	0,62 % à 0,75 %	
80	0,75 % à 0,90 %	bises
110	1,00 % à 1,20 %	
150	> 1,40 %	complètes

La qualité sensorielle est associée à la notion de pureté ou de blancheur.

La concentration en minéraux étant forte dans les enveloppes, leur dosage par incinération (les minéraux ne brûlent pas) permet donc de déterminer le niveau de pureté

Descripteurs sensoriels sur la farine



Granulométrie et impressions au toucher
(propriétés à l'écoulement) caractère rond, sableux, plat ; caractères doux, soyeux, foisonnant, floconneux...
Exemple : granuleuse et fluide avec les blés hard



Test de compactage
Exemple : la farine se compacte avec les blés soft



Couleur, aspect piqué

Pour une même teneur en cendres, il existe une variation de couleur dans les teintes crèmes, fonction :

- de la richesse en pigments caroténoïdes (influence de la variété de blé)
- du niveau d'oxydation (phénomènes de rancissement liés au stockage des blés et farines)



Odeur et température

Glossaire terminologique Triptolème, 2014

Boulangerie paysanne et artisanale



Le fournier indispensable et rémunéré pour la cuisson du pain des paysans dans le four banal avant la révolution

La fabrication de la pâte et la cuisson étaient dissociées

Historiquement le boulanger artisan a développé un savoir-faire spécifique par rapport aux fabrications ménagères dominantes plus simples

Du point de vue terminologie, cette étape importante de cuisson à donner en anglais le « Baker » et « Bakery ». En français, l'aspect façonnage de la pâte a été considéré plus spécifique de ce métier (boulangier : celui qui fait des boules)

Le pain de ménage des paysans est devenu le pain de campagne



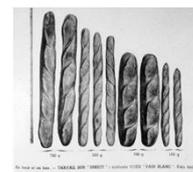
Pains courants français

Les pains du boulanger français « croustillance et légèreté »



Pains de tradition française

- ✓ formes façonnées et travaillées, fantaisies (pains longs...), début XIX^{ème} siècle
- ✓ formes développées de section plus faible, plus expansées, plus rapide à cuire et apparition des textures craquantes et croustillante, à mie plus moelleuse
- ✓ travail de pâtes molles pour l'augmentation du rendement en pâte mais texture très irrégulière
- ✓ optimisation des procédés (pétrissage, fermentation, cuisson) pour pains volumineux



Aspects historiques

Définition Française du pain



Vers 1920

Le pain est un aliment obtenu par **cuisson** au four d'une pâte **pétrie**, **mise en forme** et **fermentée**, composée essentiellement de farine (blé ou seigle), d'eau, de sel et d'un agent de fermentation (levure ou levain)

Les farines suivants les appellations « pain courant français » et « pain de tradition française » peuvent contenir certains auxiliaires technologiques ou additifs

Cuisson et qualité organoleptique

Cuisson sur sole: croûtes plus épaisses et craquantes

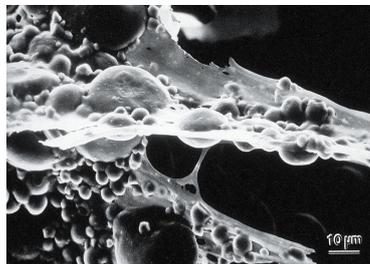


Cuisson par convection : croûtes plus fines et croustillantes

L'intensité de la chaleur modifie structures alvéolaires et réactions de coloration
La vapeur d'eau, facteur favorable à la finesse, à la couleur, au brillant des croûtes

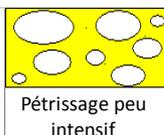
Pétrissage et qualité organoleptique

Le pétrissage correspond principalement au développement, et à l'orientation des protéines du gluten, en fonction des types de sollicitations mécaniques et de l'énergie dispersée

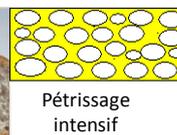


Le gluten apparaît sous forme de films « enchassant » des granules d'amidon

Les bulles d'air piégées augmentent en nombre et en régularité avec l'intensification du pétrissage



Pétrissage peu intensif



Pétrissage intensif

Mise en forme et qualité organoleptique



A la façonneuse



A la main

1. pâton non façonné après divisage
2. Pâton façonné manuellement
3. Pâton façonné mécaniquement



1



2



3



La levure de boulanger

Sa fabrication industrielle à la fin du 19^{ème} siècle a permis au boulanger d'avoir un ferment stable à un coût abordable.

Le pain a perdu de son acidité, la mie est devenue plus régulière et plus moelleuse

Pour le boulanger : fermentation = production de gaz carbonique nécessaire à la levée de la pâte, assurée par les levures

Fermentations : la levure, le levain

Ces pâtes de farine et d'eau, qui fermentent spontanément grâce aux bactéries et levures ont permis pendant de nombreux millénaires la fabrication du pain.

La diversité aromatique et de goût produite est recherchée actuellement pour l'intensification du goût de certains pains

Les levains



Préfermentation avant pétrissage	Première fermentation après pétrissage : « pointage en cuve »	Deuxième fermentation après façonnage : « apprêt »
↗ levures pour assurer le développement de la pâte en panification	↗ de la prise de force ↗ du développement du réseau de gluten	↗ le volume des pâtons avant enfournement, assure la production favorable au développement du pain
Favoriser l'activité levurienne pour ↗ les composés aromatiques et de l'acidité	↗ des composés aromatiques	↗ des composés aromatiques
↗ bactéries lactiques pour ↗ de l'acidité et des composés aromatiques	Déformation irrégulière de la structure alvéolaire formée au pétrissage	Déformation irrégulière de la structure alvéolaire formée au pétrissage si la fermentation est longue

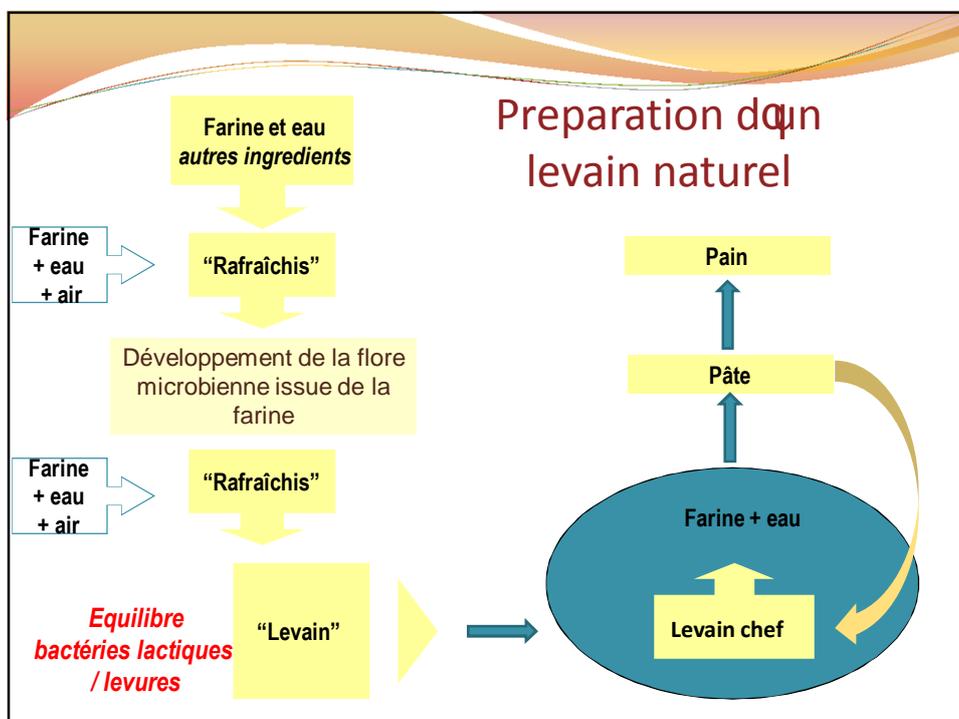


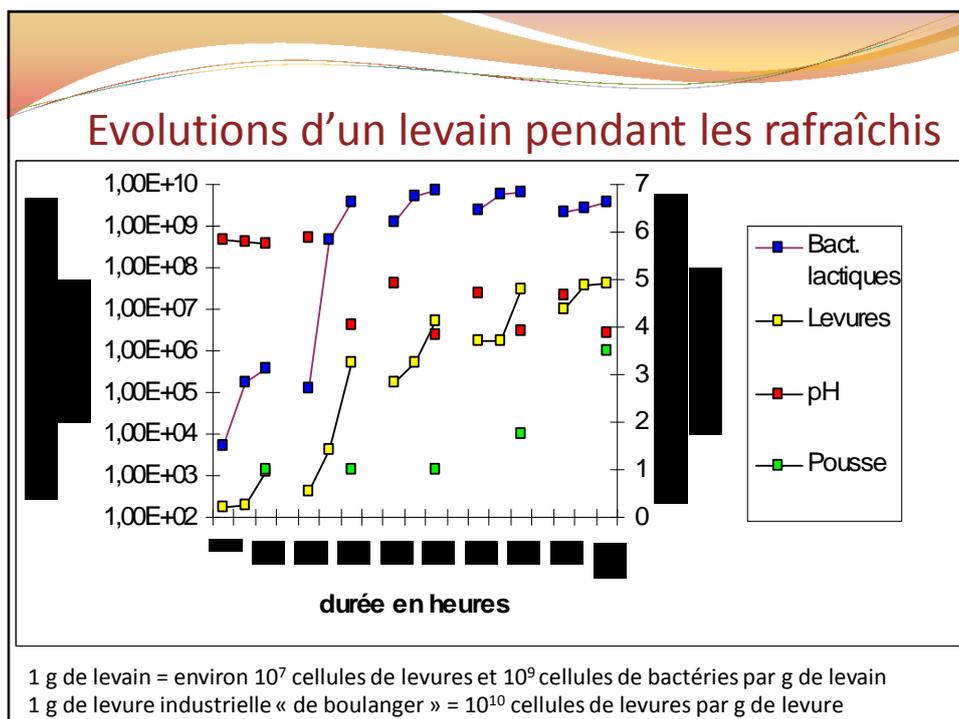
conduite de fermentation



Définition d'un levain

- Un levain est un système biologique complexe, en évolution permanente, dans lequel des facteurs technologiques (procédés, farines...) interfèrent avec les phénomènes microbiologiques (espèces présentes ou ajoutées, interactions microbiennes...).
- La flore microbienne des levains naturels est mixte et se compose de levures et de bactéries lactiques.
- Les bactéries isolées d'un levain naturel appartiennent le plus souvent au genre *Lactobacillus* et les levures au genre *Saccharomyces* et *Kazachstania*





Panification au levain naturel : facteurs favorables au développement des pâtes

L'activité des microorganismes est réduite par rapport à une utilisation directe de levure.

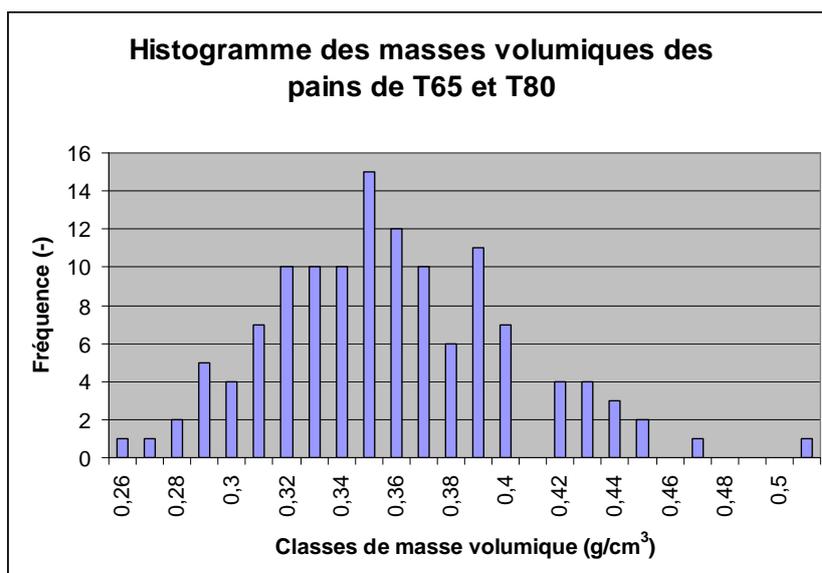
- ⇒ Rafraîchis rapprochés pour l'élaboration d'un levain tout point moins hydrolysé
- ⇒ Pâte douce (molle)
- ⇒ Pâte chaude 26-28 °C
- ⇒ Pointage assez long 1 h 30 à 3 h (volume de pâte sensiblement multiplié par 2)
- ⇒ Apprêt 1 h 30 à 3 h (volume de pâte sensiblement multiplié par 3)

Principales caractéristiques des textures des pains au levain

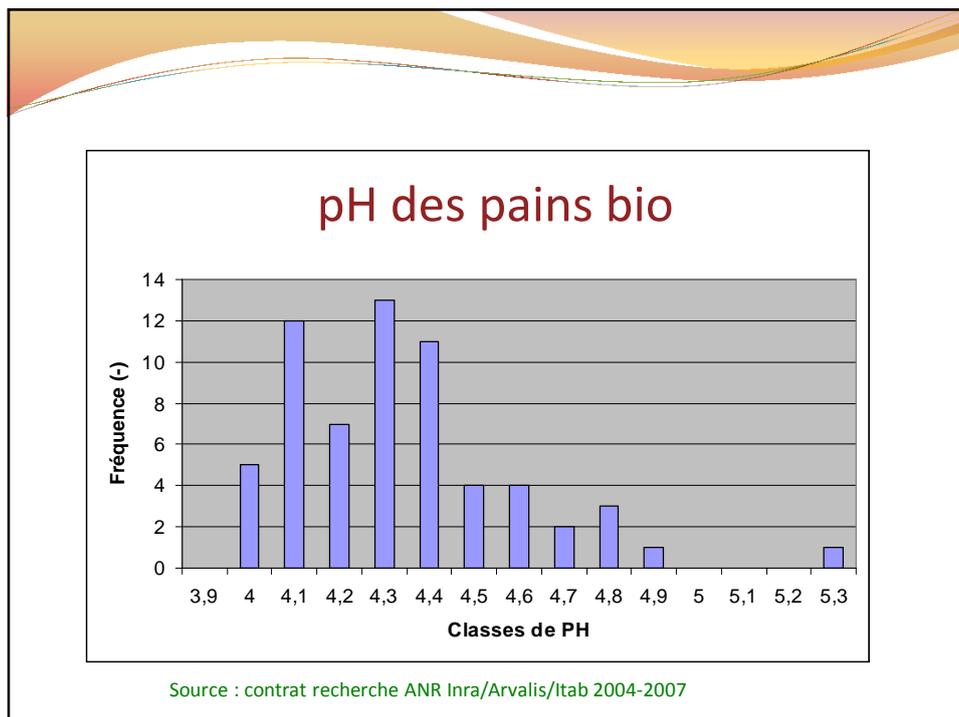
- masse volumique assez élevée ($d = 0,22-0,25$)
- mie assez ferme (parois alvéolaires plus épaisses)
- gonflement de la mie en milieu hydraté plus faible (hydrolyse plus forte de l'amidon)
- rassissement lent (hydrolyse plus forte de l'amidon)
- densité alvéolaire plus faible (activité levurienne plus faible, coalescence des bulles)
- alvéoles assez grosses (mais variables en fonction de la panification)



Le pain au levain privilégié par la filière Bio



Source : contrat recherche ANR Inra/Arvalis/Itab 2004-2007



Quel bilan nutritionnel sur le pain

La concentration en éléments nutritionnels croît lorsque le type de farine ou le taux d'extraction augmente.

Richesse en éléments nutritionnels ne veut pas dire meilleure assimilation nutritionnelle.

Le meilleur bilan nutritionnel obtenu sur des animaux se situe à des taux d'extraction de farine de 85-90 %, c'est à dire pour des types 80 ou 110.

L'acide phytique contenu dans les enveloppes des céréales et légumineuses et qui complexe certains minéraux, l'intérêt du levain a été démontré pour réduire ces phytates

Les couches fibreuses des enveloppes du grain renfermant ces éléments ne facilitent pas leur dispersion dans le bol digestif, elles accélèrent parallèlement le transit intestinal.

L'évolution de la composition et de la structure des protéines du blé pose aussi la question de leur assimilation et des sensibilités et intolérances digestives.

L'intérêt des fermentations longues et notamment du levain, qui contribuent à une meilleure hydrolyse des constituants est perçu par certains consommateurs comme nécessaire à une meilleure digestibilité du pain

Pour conclure



N'hésitez pas à aller à la
découverte de la
biodiversité des blés, des
farines, et des pains

