




Approche de la panification au levain

	Intervention : Contrat ANR Bakery 2014-2018	Réunion boulangers ANR	
	Document : Approche de la panification au levain	Créé le	01/12/2014
	Rédacteur : Philippe Roussel pour Tryptolème	Modifié le	08/12/2014

Plan

- 1. La panification
- 2. Fermentation et panification
- 3. Le levain naturel
- 4. Panification au levain naturel
- 5. Caractérisation qualitative d'une panification au levain naturel (la démarche Pays blé)
- 6. Caractérisation qualitative du pain au levain

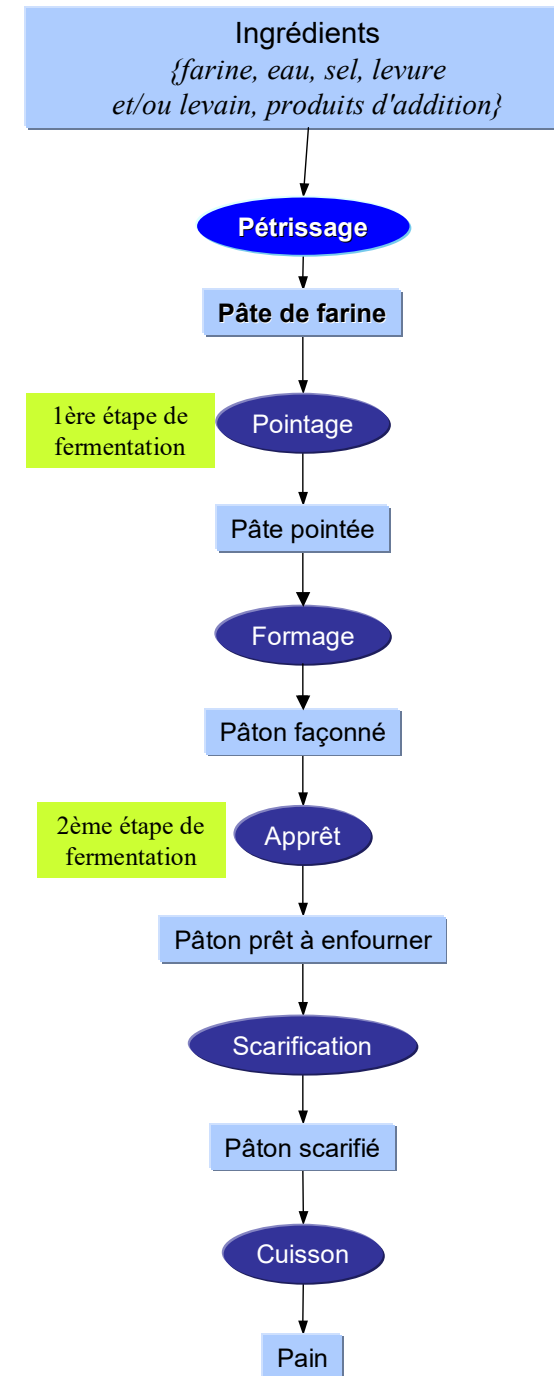
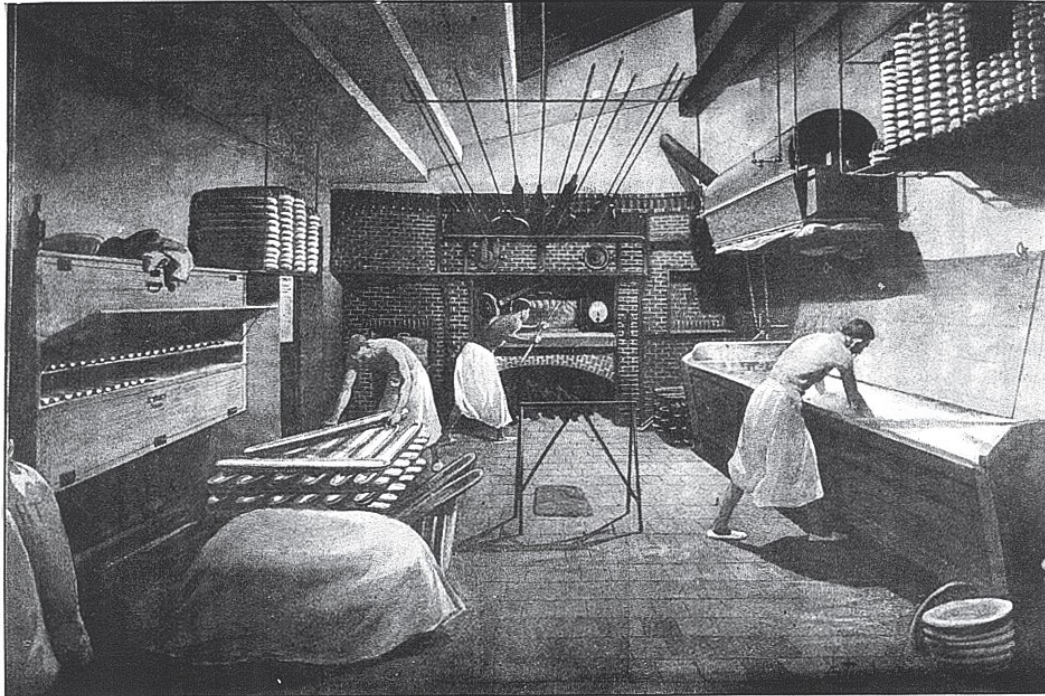


Définition du pain

Le pain est un aliment obtenu par **cuisson** au four d'une pâte **pétrée, 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)

Processus de panification

Le processus de panification est structuré par une succession d'opérations unitaires ou procédés unitaires

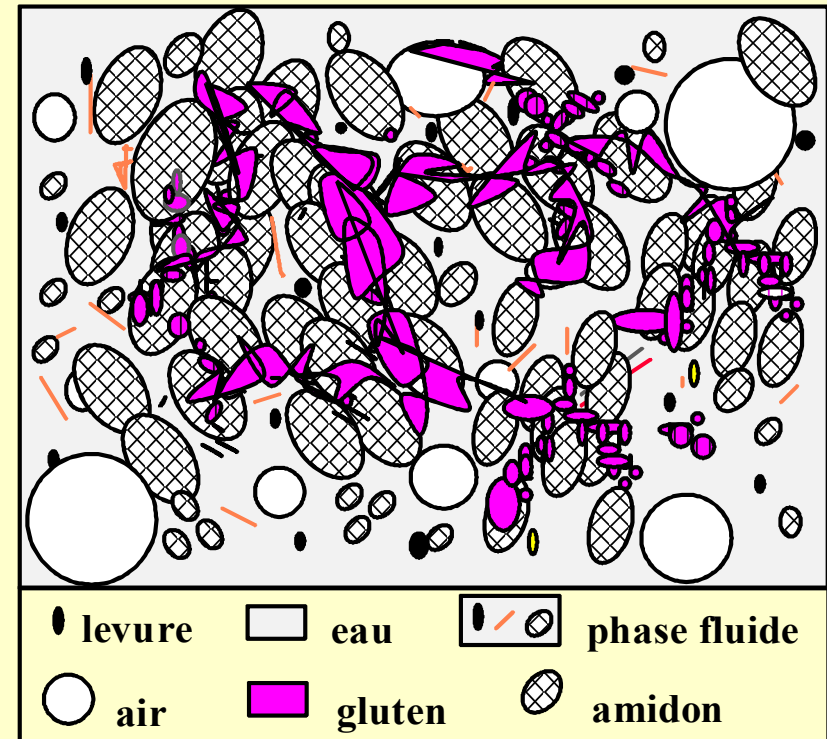


Pétrissage des pâtes à structure gluténique continue : formation de la pâte

L'eau diffuse entre les particules de farine, et les associe

L'air s'échappe progressivement,

Des inclusions d'air restent piégées dans la pâte



La diffusion de l'eau dissocie les granules d'amidon et fait gonfler les agrégats protéiques qui se lient pour former le gluten

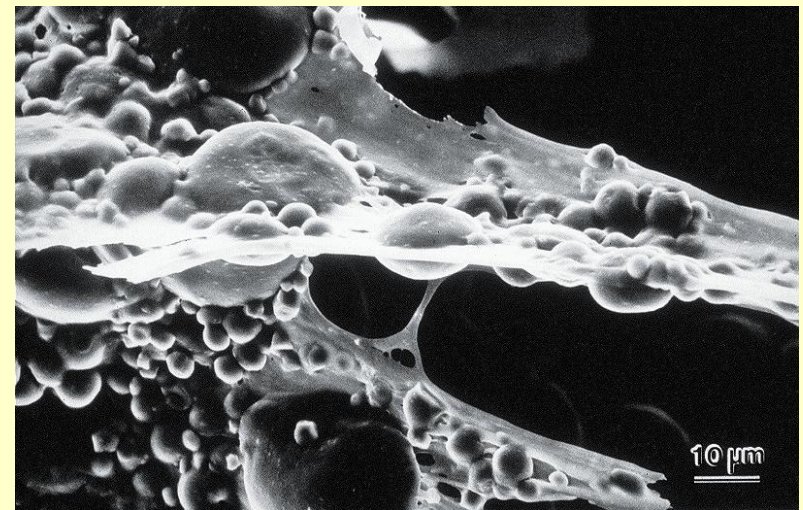
Structuration du gluten : le pétrissage

Le pétrissage correspond principalement au développement, et à l'orientation des protéines du gluten, en fonction des types de sollicitations mécaniques (compression, cisaillement, extension) et du régime d'écoulement de la pâte.

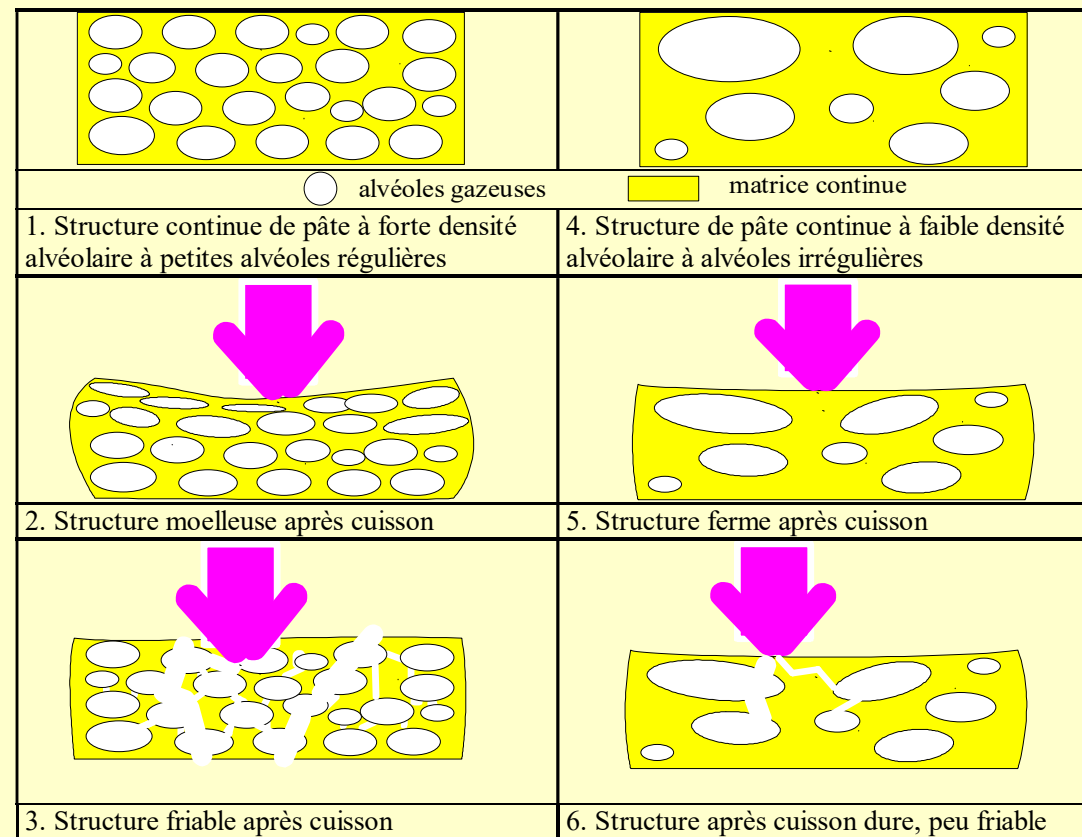
Le gluten apparaît sous forme de films fibrillaires « enchassant » des granules d'amidon

Le réseau de gluten est noyé dans une phase visqueuse

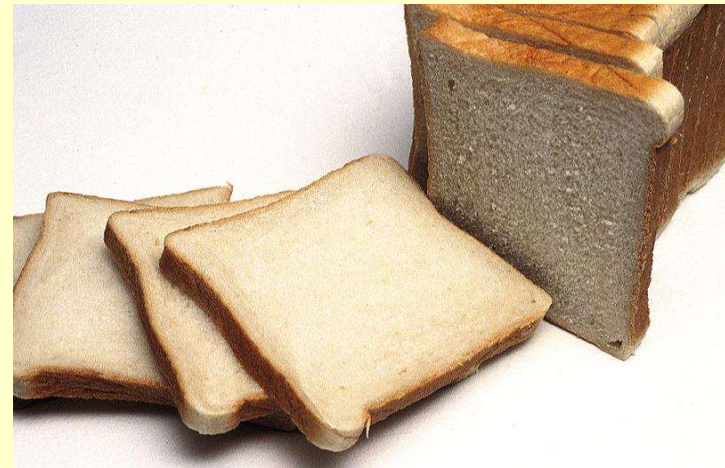
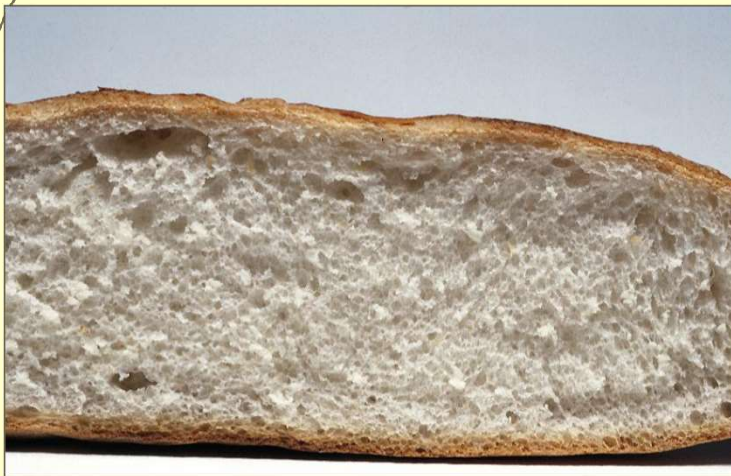
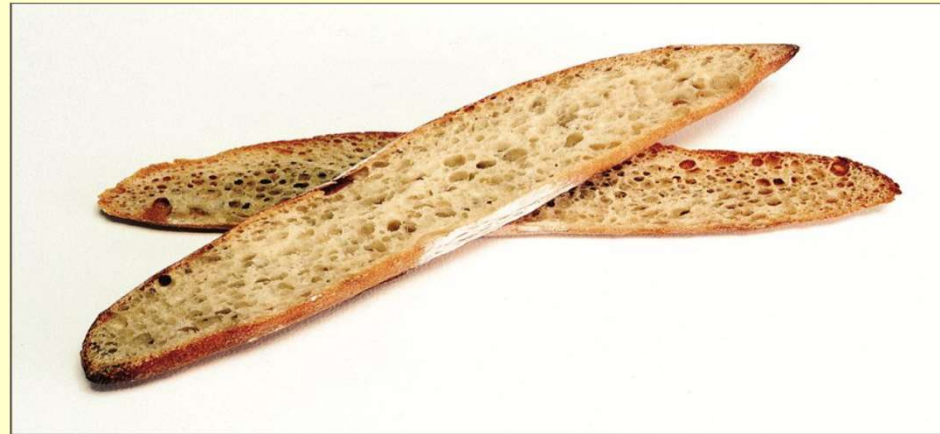
Les bulles d'air piégées augmentent en nombre et en régularité



7 Représentation schématisque de structures alvéolaires : influences sur la texture



Pétrissage : une diversité de textures





Fermentation et panification

Processus de transformation biologique de la pâte généré par l'action directe ou indirecte des microorganismes présents qui conduit à :

- des actions microbiologiques (levures et bactéries)
- des transformations biochimiques
- des actions sur le développement et la texture de la pâte et du pain
- des schémas de fabrication permettant l'optimisation de la levée, de la stabilité de la pâte

Façonnage des pâtes

Mise en forme pour répondre à des contraintes de présentation et de conditionnement des produits

Contraintes et objectifs :

- utilisation de matériels adaptés pour mettre en forme la pâte en fonction de sa consistance et de son élasticité
- mettre en forme en modifiant ou sans modifier la texture et la structure de la pâte

la cuisson

- Conservation
- stérilisation
- Amélioration du goût
- Action sur la couleur
- Amélioration de la texture (pâtes boulangères, pâtisseries, feuilletées...)
- Texturation (cuisson des pâtes liquides, cuisson extrusion...)
- Amélioration de l'assimilation des nutriments et de la digestibilité



Cuisson = apport d'énergie



- **Types d'énergie**

(combustion, électrique et électromagnétique)

- **Modes de transferts** de l'énergie

(conduction, rayonnement, convection)

- La **vitesse** de montée en température

(conductibilité thermique)

- La **quantité** d'énergie à fournir pour monter en température (influence de la chaleur massique)

Expansion/cuisson

13

- ↗ activité levure (50°C)
- ↗ expansion des gaz
- ↗ vaporisation de l'eau
- ↘ viscosité et ↗ (après 60°C)
- Gélatinisation de l'amidon (60-85°C)
- Coagulation des protéines
- Réactions de Maillard et de caramélisation





Fermentation et panification

Ces procédés recouvrent différents aspects

:

- actions microbiologiques (levures et bactéries)
- transformations biochimiques
- actions sur le développement et la texture de la pâte et du pain
- rôles des différentes étapes de fermentation

Fermentation et panification : l'activité levurienne

Pour le boulanger : fermentation = production de gaz carbonique nécessaire à la levée de la pâte

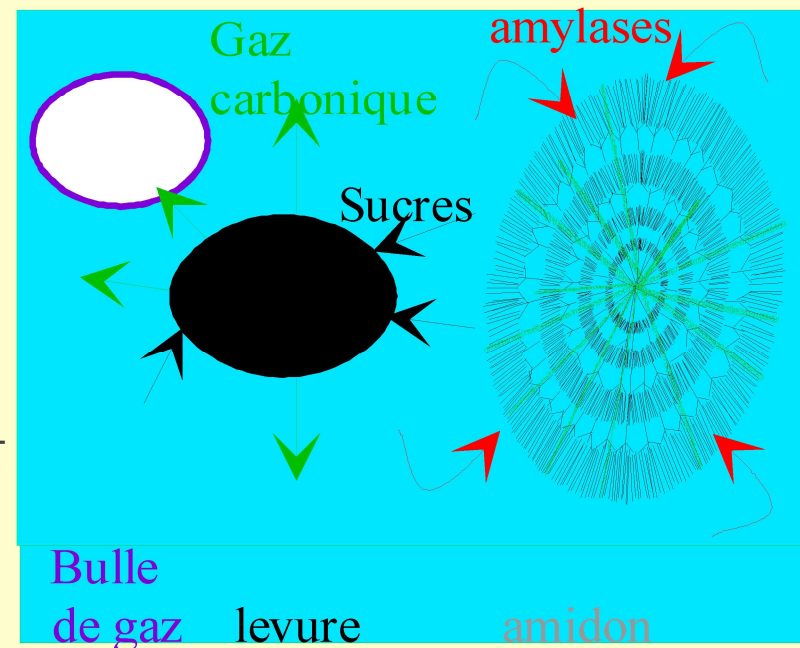
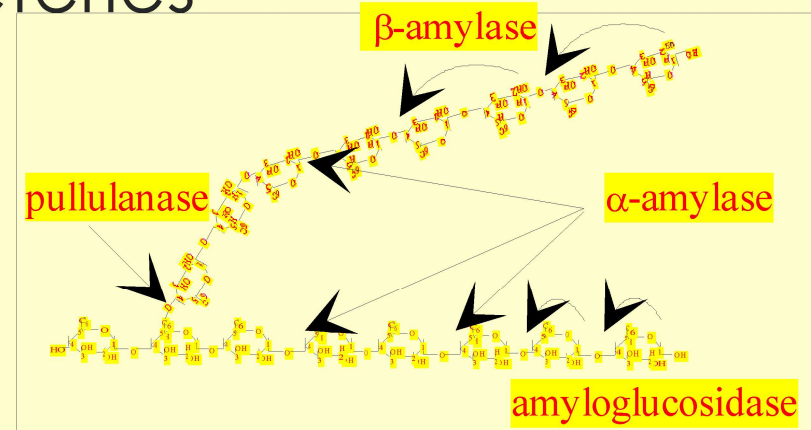
Les levures assurent seules la production de CO₂, l'action des bactéries est négligeable

Les levures sont disponibles pour le boulanger :

- soit par achat et utilisation directe d'une levure sélectionnée, multipliée et concentrée provenant de levurerie
- soit par une multiplication d'une levure sélectionnée dans une pâte de consistance liquide (poolish) ou « bâtarde » (levain-levure ou sponge)
- soit par une multiplication et une culture spontanée des levures contenues dans la farine : le levain naturel

Fermentation et panification : facteurs favorables à l'activité des levures et bactéries

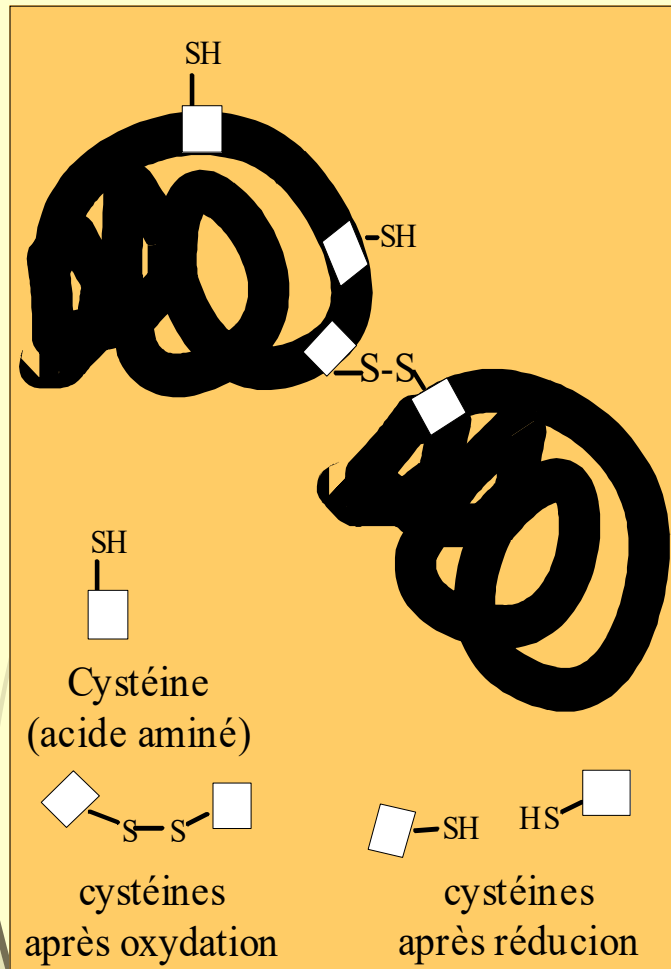
- ↗ de la fraîcheur de la levure
- ↗ de la température (↗ l'agitation moléculaire ↗ de l'activité des enzymes)
- ↗ l'activité amylasique de la farine
- ↗ de la proportion d'amidons «endommagés»
- ↗ des sucres préexistants de la farine
- ↗ de la quantité de sucre incorporé jusqu'à 5 % par rapport à la farine
- ↘ de la pression osmotique (↘ du sel et du sucre pour des doses > 10 %)
- ↗ de l'hydratation des pâtes
- pH optimal vers 5



Influences indicatives de la température et du pH sur l'activité d'hydrolases

	Températures (°C)			pH
	Optimales	Début d'inactivation	Fin d'inactivation	Optimal
α -amylase fongique (<i>Aspergillus niger</i>)	55	55	70	5,0-5,5
α -amylase bactérienne	70	80	> 100	6-7
α -amylase du blé	60-65	65	80-90	5,0-5,5
β -amylase du blé	50-55	55	70-75	4,5-5,0
protéase du blé	45-50	50	70	3,8-4,2
Le sel inhibe fortement l'activité protéolytique de la farine				

Fermentation et panification : l'oxydation des protéines



Un constat : une pâte contenant de la levure prend de la force, sans levure elle s'assouplit

La « prise de force » \Rightarrow \nearrow élasticité ; \searrow extensibilité ; \searrow relâchement

La « prise de force » \Rightarrow l'oxydation des protéines qui crée des liaisons à forte énergie entre les molécules constitutives du gluten

La fermentation en provoquant une mise en mouvement permanent de la pâte crée les conditions favorables pour que les éléments qui doivent réagir puissent se rencontrer

Fermentation et panification : actions d'hydrolyse

Pendant la fermentation les mécanismes enzymatiques d'hydrolyse sont permanents (amylases, protéases, hémicellulases...)

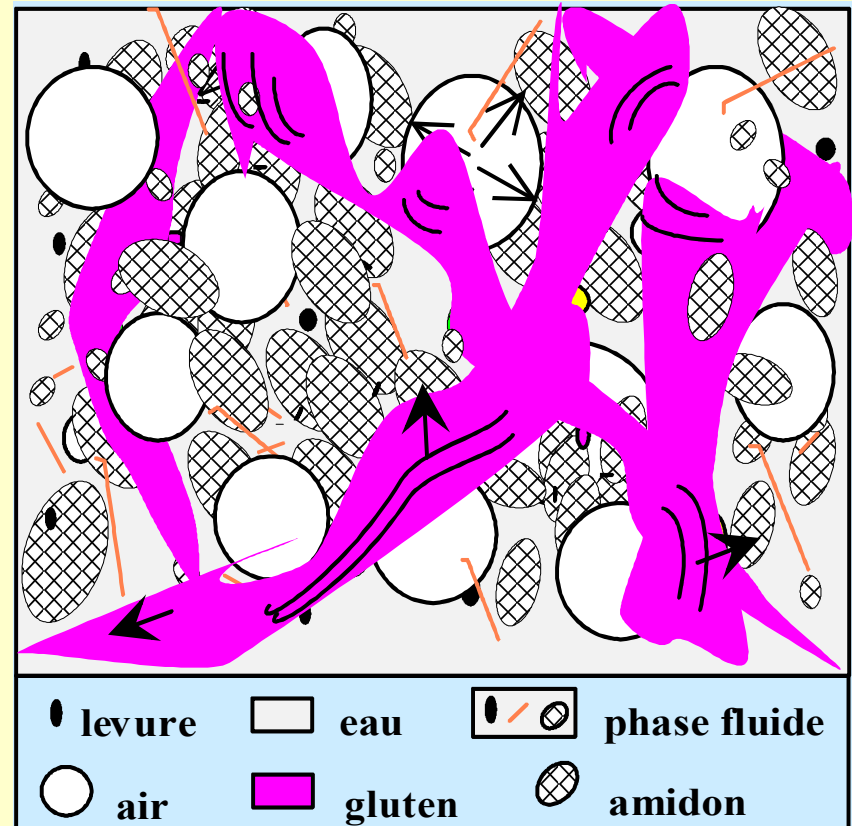
Résultat :

- la pâte perd de sa cohésion et de sa consistance, elle se liquéfie. Suivant le stade d'hydrolyse l'assouplissement peut être favorable à l'expansion de la pâte ou à son relâchement
- les petites molécules qui apparaissent suite à l'hydrolyse des constituants contribuent à l'activité des microorganismes et à la qualité organoleptique

Fermentation et panification : actions sur le développement et la texture de la pâte et du pain


Elle provoque :

- un travail de déformation de la pâte, la pâte s'écoule ⇒
 - ↗ du développement du gluten
 - ↗ du développement des alvéoles préexistantes
 - ↗ du volume de la pâte et du pain
- la régularité du développement de chaque alvéole est fonction de la quantité de gaz produite et de la fluidité de la pâte



Fermentation et panification : rôles des différentes étapes de fermentation

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



Définition restrictive pour le painfrançais au levain

Article 3 (Journal Officiel - 13/09/1993)

“...«**pain au levain**» pain obtenu uniquement à l'aide de levain ...avec un **pH < 4.3** et une concentration en **acide acétique** endogène **> 900 mg/kg** ou ppm”

Article 4

“ ... le levain est préparé avec de la farine de blé ou de seigle, de l'eau, et est soumis à une fermentation acide naturelle,

...l'addition de **levure** est acceptée ... au dernier stade du pétrissage à un taux maximum de 0,2%

.....l'inoculation avec des **microorganismes** vivants10⁹/g.....”

microbienne

(cellules/g de produit)

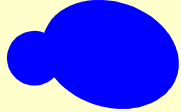
	Levures	bactéries	Flore totale
Levain naturel	10^6 à $2-5 \cdot 10^7$	10^7-10^9	10^8-10^9
Levure fraîche de boulangerie	$10^{10}-2 \cdot 10^{10}$	0	$10^{10}-2 \cdot 10^{10}$
Farine Type 55			10^2-10^3
Farine complète	10^3	10^4	10^3-10^4


23

On devine bien la position dominante de la levure de boulangerie lorsque l'on incorpore 1% pour 100 kg de farine, on se trouve avec une cellule issue de la farine contre 10000 apportée par la levure de boulangerie

Microflore des levains naturels

Ratio 10^7 / 10^9 cellules / g

- 
- *Saccharomyces cerevisiae*
 - *Saccharomyces exiguus*
 - *Candida milleri*
 - *Candida krusei*
 - *Torulaspota delbrueckii*
 - ...

- 
- *Lactobacillus plantarum*
 - *Lactobacillus casei*
 - *Lactobacillus delbrücki*
 - *Lactobacillus brevis*
 - *Lactobacillus sanfranciscensis*
 - *Lactobacillus pontis*
 - *Lactobacillus reuteri...*
 - *Pediococcus sp*
 - *Leuconostoc sp*
 - *Streptococcus...*

≅ 80 %

≅ 20 %

Fermentation : bactéries lactiques

Les bactéries lactiques homofermentaires produisent de l'acide lactique et des composés aromatiques (*Lactobacillus plantarum*, *casei*, *delbrücki*...)

Les bactéries lactiques hétérofermentaires forment de l'acide lactique, de l'acide acétique et du gaz carbonique et des composés aromatiques (*Lactobacillus brevis*...)

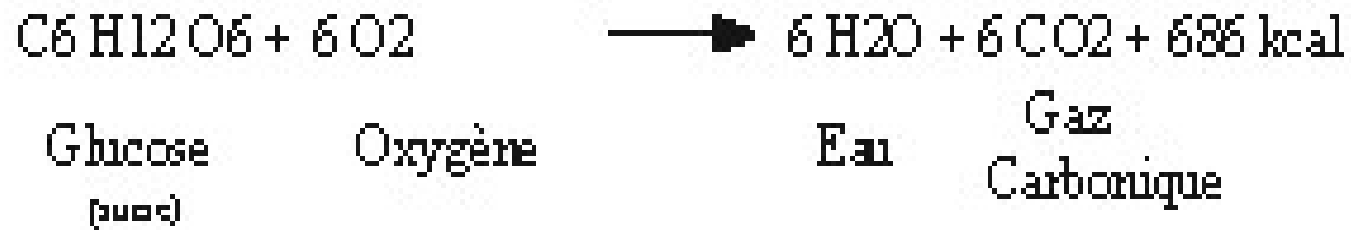
Le quotient fermentaire (acide lactique/acide acétique) peut varier de 3 à 10

Caractéristiques qualitatives de starters liquides

Flore microbienne de starters	Mode de fermentation des bactéries	pH	Caractéristiques qualitatives et organoleptiques des levains	
			Odeur	Goût
<i>Lactobacillus brevis</i>	hétéro fermentaire	3,5	lactique aigrelette	acétique, lactique prononcé
<i>Pediococcus acidilactici</i> + <i>saccharomyces cerevisiae</i>	homo fermentaire	3,8	douce, fruitée « banane », « pomme verte »	banane prononcé
<i>Pediococcus pentosaceus</i> + <i>saccharomyces cerevisiae</i>	homo fermentaire	3,6	lactique faible, fromage	lactique prononcé
<i>Lactobacillus plantarum</i> + <i>saccharomyces cerevisiae</i>	homo fermentaire	3,7	lactique, alcoolique, acidité fruitée, un peu piquante	lactique, banane, pêche
<i>Lactobacillus brevis</i> + <i>Lactobacillus casei</i> + <i>saccharomyces cerevisiae (chevalieri)</i>	hétéro fermentaire homo fermentaire	< 4	lactique	lactique
<i>Lactobacillus brevis</i> + <i>saccharomyces cerevisiae (chevalieri)</i>	hétéro fermentaire	< 4	acide, alcoolique	acide un peu piquant

Fonctionnement de la levure

En milieu aérobie (présence d'oxygène)



Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules de subir une multiplication avec un rendement cellulaire élevé (le rendement étant défini par le quotient de la quantité de cellules fabriquées par le substrat sucré consommé : soit pour 1 g de levure environ 2 g de sucre (aérobie) et 20 g de sucre (anaérobie))

En milieu anaérobie (absence d'oxygène)



La multiplication des levures et bactéries

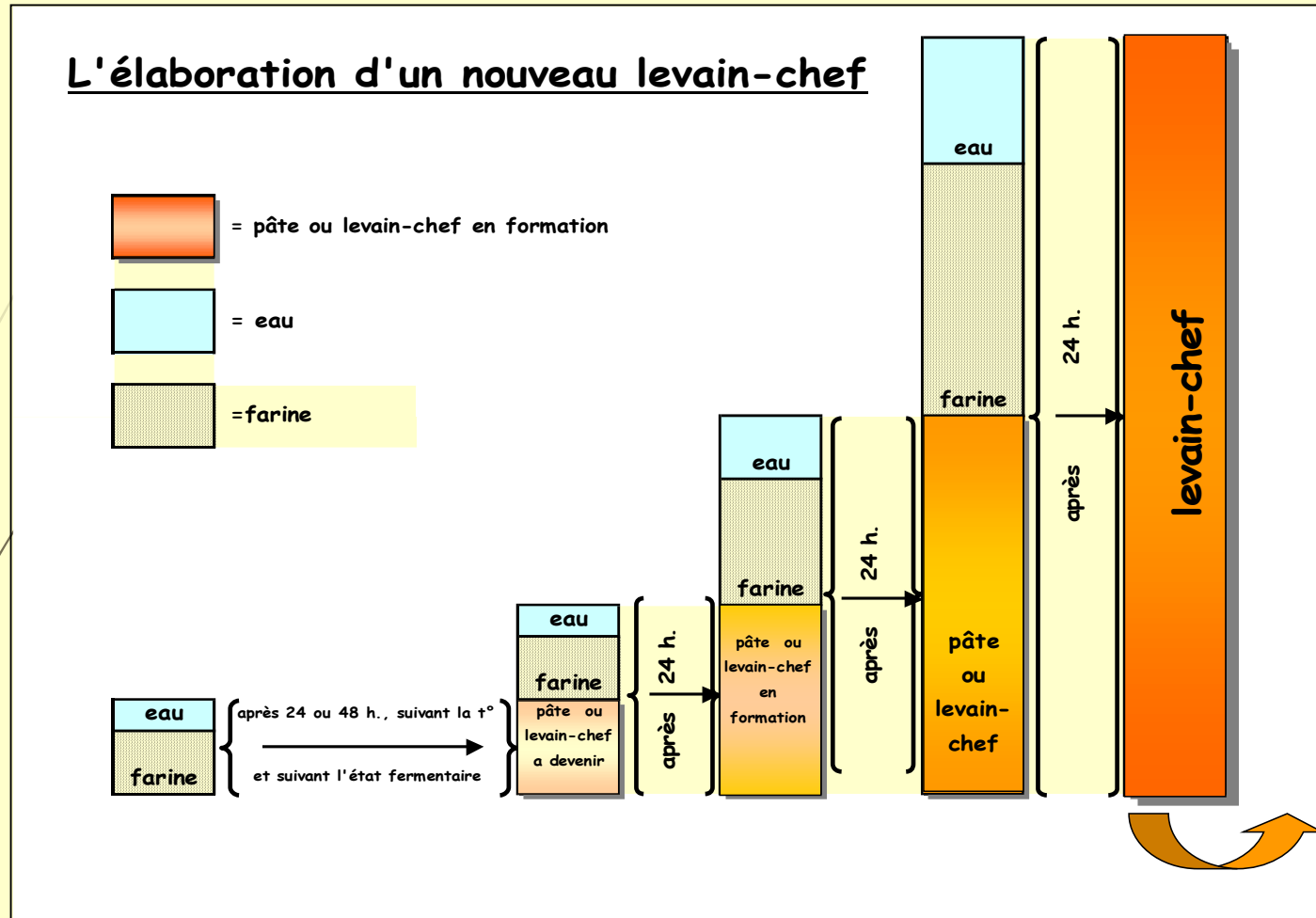
Bactéries : croissance assez rapide plus lente pour les levures.

Leurs activités sont optimales pour des températures supérieures à 30°C

Le taux de croissance des levures est environ de :

- 0,3-0,5 h⁻¹ (anaérobie)
- 0,3 h⁻¹ (aérobie)
- *Leurs activités sont optimales pour des températures inférieures à 30°C*

Processus d'élaboration d'un levain



Dans l'entretien du levain chef, après chaque rafraîchi la population est divisée par 3

Le levain tout point

Succession de rafraîchis avec des temps de fermentation courts pour augmenter la quantité de levain nécessaire à une panification

Comparaison entre l'activité levurienne d'une pâte ensemencée à la levure de boulangerie et au levain.

	Farine	Eau	Levure	Levain tout point	Total
Formule levure	100 kg	60 kg	2 kg	0	162 kg
Formule levain	100 kg	60 kg	0	40 kg	200 kg
Population levurienne par g de levure ou de levain			10^{10} cellules par g	10^7 cellules par g	
Population levurienne par kg de pâte			$2000 \text{ g} \times 10^{10} / 162 \text{ kg} = 1,25 \cdot 10^{11}$	$40000 \text{ g} \times 10^7 / 200 \text{ kg} = 2 \cdot 10^9$	

La puissance fermentative d'une pâte au levain est faible par rapport une pâte avec levure et de ce fait elle n'est pas adaptée pour certains types de textures comme le pain de mie

Diagramme de panification au levain naturel

Farine T 55	100	2000 g
Sel	2,5	50 g
Levure	0,2	4 g
Eau	62	1240 g
Levain tout point	50	1000 g
Pétrissage (50 tr/min)	15 min	
T°C pâte	27 °C	
Pointage	3 h à 27 °C	
Division	500 g	
Apprêt	2 h à 27 °C	
Cuisson	240 °C	

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)


Influences de la préparation de levains sur les caractéristiques de levains naturels (Rio, 1996)

	Levain 1	Levain 2	Levain 3	Levain 4	Levain 5
Remoulanges (4,0 % cendres)	0		9	23	
Farine seigle (1,0 % cendres)	0	20	25	0	
Farine blé (0,6 % cendres)	100	80	66	77	
Cendres totales	0,6	0,68	1,0	1,4	
Hydratation	50	110	80	50	100
T°C fermentation	20°C		28 °C	36 °C	
Acidité	faible			forte	
QF	fort	faible		faible	fort

Conduite de panification au levain naturel : Influence de types de levain

	Levain 1	Levain 2	Levain 3	Levain 4	Levain 5
Niveaux au mesureur de pousse à l'apprêt :					
1 h 30	3,4	4	2,9	2,4	2,2
3 h 00	4,8	5,4	3,9	3,2	3,0
4 h 15	5,6	5,7	4,4	4,0	3,8
Mise au four : tenue	10	10	-7	-4	-1
Volume moyen des pains (cm³)	1930	2170	1785	1650	1530





Facteurs défavorables à l'expansion de la pâte panifiée avec les 5 types de levains

Hypothèses :

- l'acidité favorise l'activité des protéases, les levains ont été élaborés sans sel ;
- structuration plus difficile du gluten ;
- prise de force réduite donc tenue de pâte plus inférieure ;
- activité amylasique réduite en milieu acide
- fonctionnement plus difficile des levures en milieu acide obtenu à température de fermentation plus élevée.
- températures élevées pour le fonctionnement des levures

La démarche Paysblé : le recueil de connaissances



Les rencontres entre les paysans boulangers ont permis à la fois d'identifier des pratiques, des observations et des évaluations différentes, et d'introduire un mode d'observation qualitative des produits.

La démarche Paysblé : Construction d'un grille d'évaluation

Interprétations		insuffisance				excès				Interprétations		insuffisance				excès								
observations/notes		1	4	7	10	7	4	1	observations/notes		1	4	7	10	7	4	1							
Frasage																								
Durée :	Vitesse hydratation								ASPECT DU PAIN	Développement pains														
	Rapidité lissage									Section pain														
T°C :	Collant									Brunissement croûte														
	Fermeté									Brillance croûte														
	Extensibilité									Epaisseur croûte														
	Résistance élastique									Dureté croûte														
	Relâchement									Ecaillage croûte														
											Craquant/croustillant													
										Développement grigne														
PETRISSAGE																								
Durée :	Vitesse hydratation								ASPECT ME	Couleur : grise														
	Rapidité lissage									jaune														
T°C :	Collant									ocre														
	Consistance									Brillance														
	Extensibilité									Texture : Souplesse														
	Résistance élastique									Elasticité														
	Relâchement									Collant														
											Alvéolage: Régularité													
POINTAGE 1er rabat																								
Durée :	en cuve	Pousse								MESURES sur la pâte	pH (levain tout point)													
		Suintement							Acidité titrable (levain tout point)															
T°C :	au pliage	Relâchement							pH (pâte en fin d'apprêt)															
		Tonicité : élasticité									Acidité titrable (pâte en fin d'apprêt)													
		Tonicité : tenue																						
		Collant																						
POINTAGE 2ème rabat																								
Durée :	en cuve	Pousse							MESURES sur les pains		masses (g) (500 g pâte)													
		Suintement								masses (g) (1000 g en pâte)														
T°C :	au pliage	Relâchement								volume pain (cm ³)														
		Tonicité : élasticité									hauteur pain (cm)													
		Tonicité : tenue									diamètre pain (cm)													
		Collant									pH													
											Acidité titrable													
FACONNAGE																								
Durée :	Allongement																							
T°C :	Déchirement																							
	Tonicité																							
	Collant																							
APPRET																								
Durée :	Pousse								OBSERVATIONS DIVERSES															
	Porosité																							
T°C :	Déchirement																							
	Collant																							
	Suintement																							
	Cloquage																							
	relâchement																							
MISE AU FOUR																								
Durée :	Collant																							
	Tenue																							
	Expansion																							

La démarche Paysblé : expérimentation de la grille d'évaluation



La démarche Paysblé : validation de la démarche d'évaluation

Organisations de journées de formation pour appréhender une meilleure connaissance du domaine



Echanges et recueil de connaissance chez les professionnels



La démarche expérimentale au fournil de l'INRA de Nantes

Pain au levain de blé

quelques caractéristiques physico-chimiques

(B Onno, ENITIAA Nantes, 2009)

Pain au levain



pH < 4.3 (3.9 à 4.5)*

Acide lactique : 4 à 7 g/kg*

Acide acétique : 0.5 à 2 g/kg*

Volume Spécifique : ~ 3 l/kg

(* Valeurs sur ~25 produits commerciaux)

Pain à la levure



pH ~ 5.5

Acide lactique : ~0.1 g/kg

Acide acétique : ~0.1 g/kg

Volume Spécifique : ~ 5 l/kg

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)

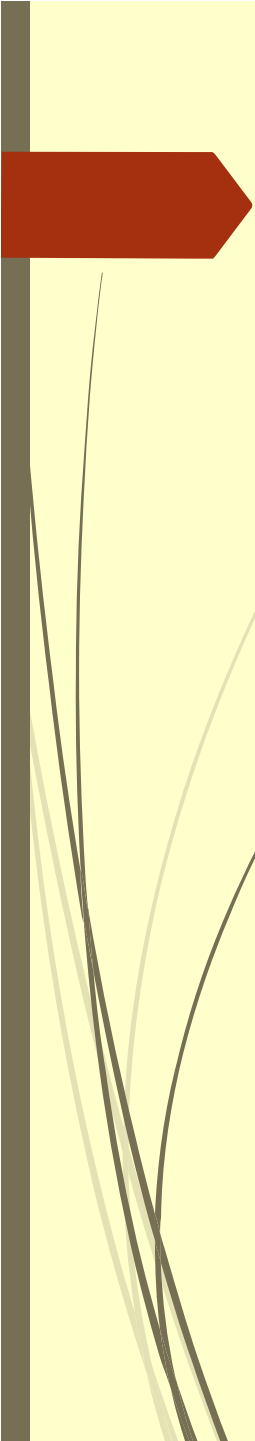


Pain à la levure
(mie à parois fines)

Deux types de texture



Pain au levain (mie à
parois épaisses)



Influence de la structure alvéolaire sur la texture des produits cuits : état de la matière

Les parois alvéolaires sont formées d'une matrice semi-continue d'amidon gélatinisé, de gluten coagulé (farine de blé) et d'autres constituants piégés

Pour une même épaisseur des parois la résistance ↗ lorsque la cohésion de la matière ↗ (poids moléculaire élevé, liaisons entre molécules, degré de cristallisation, importance des produits de nature lubrifiante, actions d'hydrolyse...)