

1er mars 1996

N° 49 - mars 1996



sommaire

n° 49

RÉDACTION

INBP
150, boulevard de l'Europe
BP 1032
76171 Rouen cedex
Tél : 35 58 17 77
Fax : 35 58 17 86

RESPONSABLE DE LA RÉDACTION

Gérard BROCHOIRE

ONT COLLABORÉ À CE NUMÉRO

Gérard BROCHOIRE, Alain NETTER, Bernard ONNO, Isabelle RIO, Philippe ROUSSEL, Catherine STEPHAN

ONT APPORTÉ LEUR CONCOURS (*)

AEMIC, BIOCER,, CONSEILREGIONALHAUTE-NORMAN-
DIE, ENSMIC, ENTIAA,, LESAFFRE, UNITRAB,
LAVIE CLAIRE

(*) Ces partenaires ont contribué financièrement à la thèse d'Isabelle Rio (cf page 23) dont certaines informations ont été utilisées dans ce numéro

ABONNEMENTS

S.O.T.A.L.
27, avenue d'Eylau
75782 PARIS cedex 16
Tél. 16 (1) 47 04 30 15

Éditeur : S.O.T.A.L.
Société d'Édition et de Publication
"Les Talemeliers"
Directeur de la publication : Jean CABUT
N°CPPAP : 57846

Imprimeur :
Roto 61
28240 La Loupe

En guise d'introduction 3

Petite histoire du levain 4

Aspects pratiques 5

- Connaître les rôles technologiques des levains 5
- Elaborer des levains 6
- Réussir la panification au levain 9
- Remédier aux défauts des levains 10
- Utiliser les starters et levains secs aromatiques 10
- S'équiper de fermenteurs pour levains 13
- Donner des conseils aux clients 14

Aspects scientifiques 14

- Aspects microbiologiques 14
- Aspects aromatiques 15
- Intérêt nutritionnel des levains 15
- Les contrôles au laboratoire 16

Définitions et réglementation 18

- Evolution réglementaire 18

En guise de conclusion 19

- Petit lexique du levain 20
- Adresses utiles 22
- Pour en savoir plus 23



Levains et panification

- **Apprécié par les consommateurs, le pain au levain nécessite, de la part de l'artisan boulanger, de bonnes connaissances technologiques, de la rigueur et du savoir-faire.**

En guise d'introduction...

Indissociable des pâtes fermentées, en particulier des produits de panification et de viennoiserie, le levain est chargé de symbolisme. *“Matière inerte, la farine issue de la terre nourricière reçoit la vie par ensemencement, et c'est le boulanger qui accomplit cet acte amoureux”* dit Lionel Poilâne dans le *“Guide de l'amateur de pain”*.

En effet, le levain évoque la vie, permet la croissance, symbolise la fertilité de la terre : c'est le blé qui lève.

Par opposition au pain au levain, les professionnels et les consommateurs connaissent le pain à la levure, mais il existe également des produits non levés, tels que le pain azyme.

Le pain azyme

Le mot azyme provient du préfixe “a” qui signifie “sans” et du mot grec “zumé” qui signifie “levain”.

Dans la religion israélite, la Pâque est la fête des pains sans levain qui célèbre la libération de l'esclavage au temps des pharaons. Au cours d'un repas en famille, on mange l'agneau pascal et des galettes de pain sans levain, comme les ancêtres qui, dans leur fuite d'Égypte, n'avaient pas eu le temps de faire lever la pâte.

Le pain azyme est aussi un symbole de pureté du cœur, le ferment étant l'image du mal qui travaille et corrompt le cœur de l'homme.

Des fabrications connues sont à base d'azyme :

- le support des calissons d'Aix,
- les hosties données aux fidèles de la religion catholique pour célébrer l'eucharistie.

Le mot “levain” provient du terme latin “levare” qui signifie “lever”. Le Petit Larousse Illustré (éd. 1992) ou Le Petit Robert (éd. 1993) définissent le levain comme *“une pâte de farine qu'on laisse fermenter ou qu'on a mélangé à de la levure”* ou encore *“une culture de microorganismes utilisés pour produire la fermentation dans un produit”* et *“un morceau de pâte en cours de fermentation qui, mêlé à la pâte, la fait lever et fermenter”*.

Au sens figuré, c'est aussi *“ce qui peut faire naître, amplifier un état, un sentiment, une action”* ou encore un ressenti : ne parle-t-on pas d'un “levain de vengeance” ?

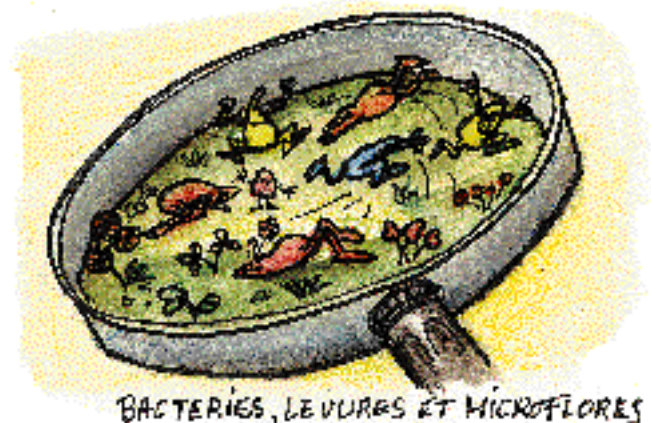
Traditionnellement, le levain naturel est une pâte obtenue par fermentation de farine, d'eau et de sel, sans ajout de levure boulangère, et entretenu par des rafraîchis.

Il se distingue de différentes terminologies telles que le levain de pâte, la poolish, le levain-levure (1), dans lesquels il y a addition significative de levure boulangère à une étape de fabrication du pain. Ces méthodes ne seront pas traitées dans le présent document.

Nous ne parlerons ici que des procédés mettant en œuvre les levains naturels, ainsi que des starters et des levains déshydratés renforçateurs d'arômes. En effet, il y a souvent confusion des terminologies : le boulanger indique parfois, à tort, qu'il utilise une fabrication sur levain, alors que c'est la pâte fermentée de la veille, déjà ensemencée avec de la levure boulangère, qui permet la pousse des produits de panification.

Il est important de noter les définitions du mot “levure” telles qu'elles ont été utilisées dans la suite de cet article. Lorsque nous parlons de fermentation avec “des levures”, il s'agit de levures présentes dans la farine, l'air ambiant et le matériel de panification. On parle aussi de levures “sauvages” par opposition à la levure “industrielle”. Ce sont des levures variées appartenant à différents genres (*Saccharomyces*, *Hansenula*, *Candida*,...) et à différentes espèces dans ces genres (ex : *Saccharomyces exiguus*,...). On retrouve même ici des souches de *Saccharomyces* dites “sauvages” sans doute parentes de la levure de boulangerie.

Lorsque nous parlons de “la levure” au singulier, il s'agit de la levure de boulangerie en bloc ou déshydratée, fabriquée industriellement. Elle est issue d'une souche pure appelée *Saccharomyces cerevisiae*.



(1) cf définitions page 21



Petite histoire du levain

Les premiers témoignages écrits sur le pain datent de 3000 ans avant J.C. Ils montrent que les populations du Proche-Orient (Babyloniens, Egyptiens, Hébreux) consommaient du pain au levain. La pratique de l'ensemencement des pâtes à base de céréales semble être liée au climat chaud et humide de la vallée du Nil.

L'explication du processus de la fermentation panaire se trouve dans les circonstances de cette découverte, rapportée par la légende populaire : composé de farine de céréales et d'eau, un morceau de pâte fut involontairement oublié pendant plusieurs heures. Cette pâteensemencée naturellement par des levures et des bactéries sauvages, présentes dans l'air ambiant, la farine et les récipients utilisés, s'est développée. Le boulanger ou la ménagère de l'époque aurait eu l'idée de mélanger à une pâte inerte cette pâte fermentée retrouvée, de la cuire, ce qui permit d'obtenir un produit à l'aspect, à la texture, et au goût différents, caractéristiques des produits céréaliers fermentés. Le premier pain levé venait d'être fabriqué.

Cette image populaire n'est qu'un reflet partiel de la réalité. Il faut savoir, en effet, que la fermentation était déjà connue 6000 ans avant J.C., à travers des boissons qui s'apparentaient à des bières de blé et d'orge et des bouillies.



La littérature a fait la part belle au levain. Pour désigner les caractéristiques qualitatives des levains, Arpin (1948) faisant référence à Malouin (1771) indiquait que le levain prenait des noms différents, on le nommait ordinairement levain de pâte, franc levain, levain ordinaire, levain simple ou levain naturel pour le distinguer du levain des brasseurs.

Malouin décrivait ainsi les différentes manières de pétrir : *“Pétrir consiste à prélever sur la pâte même, un*

morceau de pâte qui sert à préparer le levain tout point pour la pâte de la journée suivante ; un morceau prélevé sur cette nouvelle pâte, sert à la suivante ; on peut opérer ainsi pour dix fournées consécutives, mais, généralement, après la six ou septième, le levain faiblit, il est fatigué. Pétrir sur levain ou sur levain normal, c'est prélever le levain, non sur la pâte comme précédemment, mais sur le levain tout point, si on lui donne ce qualificatif, c'est pour montrer qu'on n'emploie pas de levure”.

Sous le qualificatif levain, on peut noter qu'au XVIII^{ème} siècle, il y avait déjà un souci de distinguer le processus de travail qui consistait à utiliser un levain issu d'une fermentation spontanée, d'un levain issu d'une pâte préparée pour la fabrication du pain et qui pouvait contenir de la levure volontairement incorporée.

Parmentier (1778) notamment dans son livre *“Le Parfait Boulanger”* s'opposait formellement à cette pratique ; il parlait de levain artificiel.

La complexité de la fabrication des levains a inspiré ce même Parmentier : *“J'ai souvent réfléchi sur l'esclavage pénible où sont les boulangers, d'épier le jour et la nuit, ce qui se passe dans leurs levains, et sur la gêne continuelle de les rafraîchir trois ou quatre fois, ce qui laisse à peine à cette classe d'artistes trois heures de suite au plus pour se livrer au repos”.*

La distinction levain naturel / levain artificiel apparaissait encore très nettement au XIX^{ème} siècle : Vauzy (1834) parle du travail manuel par opposition à un levain dans lequel la levure de bière aurait été incorporée.

Boland (1860) précisait que *“le levain préparé avec de la levure est destiné à donner aux levains naturels de pâte le degré de fermentation qui leur manque”.*

Boutroux, professeur de chimie et doyen de la faculté des sciences de Besançon indiquait en 1897 : *“le travail sur levain se fait de deux manières différentes qu'on appelle le pétrissage sur le levain naturel et le pétrissage sur pâte. Le pétrissage sur pâte est très simple : il consiste à prélever sur la première fournée la moitié de la pâte au moment où elle est complètement pétrie ; on lui laisse prendre un apprêt convenable, puis on l'utilise immédiatement comme levain pour la seconde fournée. Le même prélèvement, fait sur la seconde fournée, fournit le levain destiné à la troisième, et ainsi de suite. Ce procédé ne peut être appliqué indéfiniment. Il suppose des opérations absolument continues. Le pétrissage sur levain naturel se fait dans les boulangeries françaises en plusieurs temps”.*

L'auteur précisait qu'à partir d'une portion de pâte mélangée à de la farine et de l'eau appelée levain



chef, il est effectué une succession de rafraîchis pour arriver au levain tout point, dont les deux fermentations intrinsèques principales sont : la fermentation alcoolique par la levure et la fermentation acide par les bactéries. Cette portion de pâte de départ qui donnera le levain-chef peut avoir une fermentation initiée par des produits (fruits secs...) et des récipients servant à des fermentations contenant des levures.

Boutroux citait à propos du levain naturel M. Peters, microbiologiste connu de cette époque qui a identifié une forme de microorganisme identique au *S. cerevisiae*. Il la considérait comme introduite soit accidentellement, soit intentionnellement par le boulanger, et *“par suite comme n'étant pas un élément normal du levain”*.

La distinction entre levain de pâte et levain naturel apparaît toujours et plus récemment dans un ouvrage de Raymond Calvel (1990) *“Le Goût du Pain”*, où l'auteur indique, à partir de pratiques boulangères de 1920 à 1940, que le pain au levain de pâte était enrichi de doses de levures oscillant autour de 0,5%. Le pain au levain naturel étant issu d'une fermentation spontanée, il admet qu'une dose maximale de 0,2% de levure boulangère peut être utilisée comme régulateur de fermentation au moment du pétrissage pour la fabrication du pain et non dans le levain naturel”.

Aspects pratiques

■ Connaître les rôles technologiques des levains

La fermentation et la panification au levain naturel se caractérisent par l'association de levures sauvages et de bactéries. Ces germes préexistants dans la farine sont également apportés par l'air ambiant et le milieu de travail.

Les méthodes de fabrication des levains naturels sans addition de levure boulangère sont longues et parfois capricieuses. Elles demandent un savoir-faire, une expérience et une rigueur caractéristiques de la boulangerie artisanale, que nous détaillerons page 6 (cf *“élaboration des levains”*).

Selon leur activité fermentaire, les levains jouent un rôle important sur l'aspect, la couleur, l'odeur, la texture, le goût et la conservation des produits de panification et de viennoiserie.

Spécificités des levains

La présence de ces bactéries lactiques et de levures favorise une fermentation acide à dominante soit acétique, soit lactique selon les caractéristiques de la flore microbienne du levain.

La présence de microorganismes permet la formation ultérieure des arômes au cours des étapes de

fabrication, grâce à la présence de précurseurs aromatiques (1).

La microflore acidifie le milieu au cours des étapes d'élaboration du levain, rendant possible sa conservation.

Les levains liquides (hydratation à 100%) développent une acidité plus forte, permettent une meilleure disponibilité et une plus grande facilité de travail que les levains durs (hydratation à 50%)



Spécificités des pains au levain naturel

La pousse d'une pâte au levain est plus faible que celle d'une pâte à la levure (levures moins concentrées et moins actives). La pousse est lente en début de cuisson.

La durée de conservation, la texture sont améliorées grâce au développement de l'acidité. Le phénomène de rassissement du pain est ralenti, car les échanges d'eau entre la mie et la croûte sont diminués par rapport au pain à la levure.

Les pains au levain sont denses et moins développés que les pains avec levure.

La croûte est plus épaisse. La mie a une vitesse d'imbibition faible. Ce phénomène se traduit à la dégustation par une plus grande élasticité. Ce facteur est en contradiction partielle avec les conseils de vente. En effet, le pain au levain est souvent présenté comme un pain pour accompagner le gibier ou les plats en sauce. Or, compte tenu de ses caractéristiques, il absorbe mal les liquides.

La présence de levain donne une mie alvéolée irrégulière caractéristique. Il participe au goût acidulé typé des produits de panification et viennoiserie et donne une impression agréable de fraîcheur à la dégustation et une odeur caractéristique.

(1) Cf définition page 21



■ Elaborer des levains

C'est l'aspect le plus délicat de la fabrication de pain au levain sans incorporation de levure. Ce sont aussi le savoir-faire et l'expérience professionnelle qui permettent de réussir la fermentation pur levain.

La fabrication du levain naturel est parfois considérée comme un véritable secret de fabrication, transmis avec réticence par le boulanger. Certains levains ont fait l'objet de publications dans des revues internationales. C'est le cas, par exemple, du levain de San Francisco.

Les principales difficultés pour sa réussite résident dans deux étapes importantes:

- l'élaboration du levain ; c'est la phase de sélection et de développement de ferments à partir de :
 - flores préexistant dans la farine,
 - flores présentes dans le milieu de travail.

Cette culture peut être enrichie par différentes matières premières (miel, fruits secs...) qui constituent un apport de sucres simples (glucose, maltose...) rapidement assimilables par les levures et les bactéries.

- l'entretien du levain par rafraîchis successifs.

Le maintien du pouvoir fermentaire et la conservation des spécificités organoleptiques sont les difficultés majeures pour assurer la qualité du levain.

Substances favorisant l'élaboration d'un levain

Citons les :

- céréales souvent germées (le malt de froment et le malt de seigle sont les plus utilisés, seuls ou en mélange en proportions variables, mais aussi le malt d'orge...),
- sucres fermentescibles incorporés (dextrose, maltose, fructose, miel, eaux de trempage de fruits secs tels que raisins, abricots...),
- eaux de trempage de gros sons,
- poudres de lait, riches en principes aromatiques et lactose.

Ces produits ont tous pour rôle d'apporter :

- des sucres permettant la production gazeuse nécessaire à la fermentation panaière,
- une acidification du milieu,
- une flore spécifique (levures, bactéries lactiques).

L'élaboration d'un levain-chef va permettre le développement des microorganismes présents dans la farine. Le professeur Calvel propose une méthode à partir d'eau de trempage de sons et une méthode à partir d'un mélange de farines de froment (50%) et de seigle (50%).

La "méthode française" avec une température en fin de pétrissage de l'ordre de 20- 22°C, plus favorable au développement de type acétique, comprend deux phases :

Pain français au levain de San Francisco (Goût très acide)

La légende rapporte que ce sont les pionniers de l'Ouest américain, qui ont mis au point une fabrication artisanale à base d'un levain spécifique, dont le ferment lactique responsable de l'arôme typique a été appelé *Lactobacillus sanfrancisco* et confectionné dans la baie de San Francisco.

En 1974, en visite à l'université de Berkley, le professeur Calvel a utilisé cette culture de ferments baptisée "**levain de San Francisco**". Il a adapté ce levain à la panification française selon la recette suivante.

Culture de base	Poids	Nouvelle culture	Eau	Farine	Poids total	Temps fermentation
Pâte mère (Chef)	300 g					7 h 30
Pâte mère	300 g	Rafraîchi	750 g	1, 500 kg	2, 550 kg	7 à 8 h
Rafraîchi	2, 550 kg	Levain tout point	4, 550 l	9, 450 kg	16, 550 kg	7 à 8 h

Utilisation de ce levain

			Eau	Sel			
			Levain tout point	16, 550 kg 22 parts			



rafraîchis toutes les 8 heures) permet un développement et une sélection des espèces microbiennes, jusqu'à un équilibre du levain, qui peut parfois prendre plusieurs jours.

C'est ensuite la période d'utilisation du levain.

La "méthode allemande" se différencie de la méthode française par :

- l'emploi de farine de seigle,
- une hydratation et une température plus élevées (36°C en moyenne en fin de pétrissage), favorables au développement d'une acidité de type lactique,
- l'utilisation plus répandue de starters pour initier la fermentation et une addition de levure boulangère pour augmenter la pousse.

Des ferments commerciaux appelés starters, composés de bactéries associées ou non à des levures, des matériels comme le "fermentolevain", peuvent supprimer, raccourcir ou aider à maîtriser cette phase d'élaboration et d'entretien des levains.

- la première étape (fermentation de 24 à 48 heures puis rafraîchi) permet d'initier le levain et de sélectionner les flores microbiennes,
- la seconde (fermentation de 8 à 24 heures, puis

Elaboration d'un levain naturel à partir d'eau de trempage de sons ou d'un mélange farine de blé et farine de seigle

selon R. Calvel (méthode française)

	Tempér. du milieu	Durée de maturation	Mesureur pousse ⁽¹⁾ (Niveau)	Pâte cultivée ⁽²⁾	Farine	Eau	Sel	Sucre	Gros sons
Elaboration à partir d'eau de trempage de sons	38°C	30 min				500 g			125 g
	25°C	0 h	0	0	600 g	300 g ⁽³⁾	3 g	0	
	25°C	22 h	0	300 g	300 g	130 g	1,5 g	0	
	25°C	20 h	1,7	300 g	300 g	130 g	1,5 g	1,5 g	
	25°C	23 h	2,5	300 g	300 g	130 g	1,5 g	0	
	25°C	20 h	3	300 g	300 g	130 g	1,5 g	0	
	25°C	12 h	3,5	300 g	300 g	130 g	1,5 g	0	
	25°C	7 h	4	300 g	0	0	0	0	
			4 j 8 h						
Elaboration à partir de mélange farine de blé et farine de seigle								Malt	
	25°C	0 h	0	0	600 g	300 g	3 g	3 g	
	25°C	21 h	2	300 g	300 g	150 g	1,5 g	0	
	25°C	5 h	3,2	300 g	300 g	150 g	1,5 g	0	
	12°C	17 h	3,5	300 g	300 g	150 g	0	0	
	25°C	7 h	4,2	300 g	300 g	150 g	1,5 g	0	
	25°C	5 h 30	4,3	300 g	300 g	150 g	1,5 g	0	
	25°C	6 h	4	300 g	0	0	0	0	

(1) Le mesureur de pousse est un cylindre avec piston, comportant des graduations de 1 à 7. Il permet de mesurer la levée de la pâte au cours du temps. Le niveau 4,2 doit servir de repère pour une levée suffisante pour utiliser le levain.

(2) Les poids de pâte cultivée ne correspondent pas à la totalité des poids de farine, eau, sel ou sucre de l'opération précédente. On évite ainsi des poids de pétrissée trop importants et on facilite les calculs d'élaboration du chef.

(3) Ces 300 g correspondent à l'eau de trempage de sons que l'on doit filtrer. Par la suite, on utilise de l'eau potable.

Remarque - Pour favoriser l'activité de la première culture, il est intéressant d'ajouter 3 à 4 % de miel par rapport à l'eau pour favoriser la fermentation acétique.



Elaboration d'un levain naturel selon la méthode française

Cultures	Chef	Rafraîchi 1	Rafraîchi 2	Rafraîchi 3	Rafraîchi 4 Levain tout point
Farine de seigle T 170	500 g				
Levain		1000 g (1)	1500 g (1)	2500 g (1)	3500 g (1)
Farine de blé T 55		1000 g	1500 g	2500 g	3500 g
Eau	600 g 20 à 25°C	300 g 5 à 10°C	750 g 5 à 10°C	1200 g 5 à 10°C	1700 g 5 à 10°C
Consistance		ferme	ferme	ferme	ferme
Temps de fermentation	24 heures à l'ambiance (2)	18 heures à l'ambiance (2)	12 heures à l'ambiance (2)	8 heures à l'ambiance (2)	24 heures + 6 à + 8°C (2)

(1) A chaque étape de l'élaboration, on ne reprend qu'une fraction de la pâte précédente.

(2) Avant la fermentation, la surface des levains doit être mouillée pour éviter le croûtage.

Utilisation de ce levain pour la fabrication des pains

Première pétrissée	Mode opératoire
Levain tout point 5000 g Farine T 55 7000 g Eau 4500 g Sel 140 g Levure 7 g <hr/> Total 16 647 g	Température de base : 70°C Pâte douce ou bâtarde Pétrissage : 800 brassages Pointage : 3 h avec rabat Pesage : 22 pâtons de 750 g Boulage Détente Façonnage en bâtards Apprêt : 2 h 30

Remarque - Pour continuer ce type de travail, on prélève un chef de 2500 g de cette première pétrissée. Il est ensuite nécessaire de faire deux rafraîchis (même mode opératoire que les rafraîchis 2 et 3 du tableau ci-dessus), avant le pétrissage suivant.

Elaboration d'un levain tout point à partir de starter

Préparation

Levain pâteux		Levain liquide	
Starter	10 g	Starter	10 g
Farine	2000 g	Farine	2000 g
Eau à 30/35°C	1100 g	Eau à 30/35°C	2000 g
Sel	20 g	Sel	20 g
Total	3130 g	Total	4030 g

- Dissoudre le starter dans l'eau tiède (30 à 35°C).
- Ajouter la farine et le sel.
- Mélanger à vitesse lente (27°C en fin de pétrissage).
- Laisser fermenter en étuve à 27°C pendant 18 à 24 h.

Utilisation

Levain pâteux		Levain liquide	
Levain tout point	3130 g	Levain tout point	4030 g
Starter	10000 g	Starter	10000 g
Farine	6100 g	Farine	5200 g
Eau à 30/35°C	220 g	Eau à 30/35°C	220 g
Sel	20 g	Sel	20 g
Total	19470 g	Total	18470 g

- Température de pâte : 26°C
- Pointage : 3 h avec rabat à mi-temps
- Division, détente : 30 min. Pâtons de 500 g
- Façonnage
- Apprêt : 2 h 30 à 3 h à 26°C
- Cuisson : 40 min à 240°C





Elaboration d'un levain liquide pour Fermentolevain

Lundi 8 h 0 h 00 = le chef

Farine de seigle T 170	500 g
Eau à 40°C	600 g
Malt	10 g
Total	1110 g

- Bien mélanger avec la feuille du batteur.
- Laisser fermenter à 30-40°C, récipient couvert.

Mardi 8 h 00 24 h 00 = levain de première

Farine de tradition	1100 g
Eau à 35°C	1100 g
Chef (préparé la veille)	1110 g
Total	3310 g

- Laisser fermenter à 27-35°C, récipient couvert.

Mardi 20 h 00 36 h 00 = levain de seconde

Farine tradition	3300 g
Eau à 33°C	3300 g
Levain de première	3310 g
Total	9910 g

- Verser l'eau dans le fermentolevain.
- Mélanger le levain de première dans l'eau 3 à 4 min.
- Ajouter la farine et malaxer jusqu'à obtention d'une pâte liquide bien homogène. Régler le fermentolevain à 27°C.

Mercredi 8 h 00 48 h 00 = levain tout point

Farine tradition	9900 g
Eau à 33°C	9900 g
Levain de seconde	9910 g
Total	29710 g

- Verser l'eau dans le fermentolevain.
- Mélanger le levain de seconde à l'eau. Ajouter la farine et mélanger comme précédemment.
- Le levain liquide, après une dernière fermentation à déterminer en fonction du travail souhaité, sera prêt à être utilisé.

16 h à 27°C ou 12 h à 30°C ou 6 h à 33°C : ces 3 **procédés de maturation** sont possibles :

Levain liquide	1000 g
Eau à 27°C	2000 g
Farine de tradition	2000 g
Total	5000 g

- Verser l'eau dans le fermentolevain et mélanger avec le levain liquide.
- Ajouter la farine après dilution du levain liquide et mélanger.
- Régler la température de maturation des levains liquides suivant le temps restant avant l'utilisation de ces levains.
- Utiliser les levains après maturation ou en phase de conservation. Seule la température de base des recettes changera.

■ Réussir la panification au levain

Les paramètres influençant le résultat de l'élaboration d'un levain et son utilisation en panification sont regroupés dans un tableau page 10.

Plusieurs facteurs sont à considérer :

les matières premières :

- plus le taux d'extraction de la farine est élevé, plus l'activité fermentaire est importante et plus la teneur en acide est forte ; par contre, la présence de sons a un effet négatif sur le volume des pains,
- l'addition de sel limite l'activité des protéases : une teneur de 0,1% inhibe certains microorganismes sensibles,
- le seigle a un effet négatif sur le volume des produits finis en raison du faible taux de gluten de cette céréale.

les procédés de fabrication du levain :

- un levain ferme, hydraté à 50% (1), conduit à une teneur en acide acétique plus importante qu'un levain liquide, hydraté à 100%. Un levain liquide favorise la production d'acide lactique permettant une augmentation du quotient fermentaire (2),
- à température ambiante, il est nécessaire de rafraîchir le levain toutes les 8 à 10 heures,
- au froid positif, la pâte mère peut se conserver plusieurs jours (par exemple, pour une conservation de 24 h, prévoir 5 heures à 28 °C et 19 h à 10°C),
- l'oxygénation est favorable à la production d'acide acétique et de précurseurs aromatiques (2) ; c'est le cas par exemple lorsque vous rabattez la pâte.

la panification :

- lorsque l'hydratation augmente, le volume des pains augmente, avec une interaction avec la température,
- en fin de pétrissage, des températures de l'ordre de 28 à 35°C favorisent l'activité bactérienne, ce qui renforce l'arôme et l'acidification ; des températures plus fraîches, de 20 à 27°C, favorisent la fermentation des levures, d'où un développement plus important de la pâte.



(1) 50% d'eau par rapport à la farine
(2) Cf définition page 21



Paramètres influençant l'élaboration du levain

Matières premières	Procédés de fabrication du levain	Procédés de fabrication du pain au levain
<p>Farine</p> <p>Le taux d'extraction a un effet positif en général sur le dégagement gazeux, mais il a un effet négatif sur le volume des produits finis</p> <p>La farine de meule favorise la fermentation</p>	<p>Hydratation</p> <p>Le levain liquide (100% eau) favorise la production d'acide lactique : effet positif sur les volumes des produits finis et goût moins acide</p> <p>Le levain ferme favorise la production d'acide acétique : goût plus acide</p>	<p>Hydratation</p> <p>Quand l'hydratation augmente, le volume des pains augmente car elle favorise l'activité microbienne</p>
<p>Teneur en seigle</p> <p>Il a un effet négatif sur le volume des produits finis</p>	<p>Températures</p> <p>Basses, elles favorisent la production d'acide acétique</p> <p>Elevées, elles favorisent la production d'acide lactique et l'activité bactérienne</p> <p>Stockage :</p> <ul style="list-style-type: none"> - en ambiance, nécessite un rafraîchi toutes les 8 à 10 heures - au froid positif, la pâte mère se conserve plusieurs jours <ul style="list-style-type: none"> - pour 24 h : 5 h à 28°C et 19 h à 10°C - pour 72 h : 3 h à 28°C et 69 h à 10°C - au froid négatif, pas de pousse <p>D'autres combinaisons temps-températures sont possibles.</p>	<p>Températures</p> <p>En fin de pétrissage, la température la plus favorable au développement des pains se situe autour de 26°C</p>
<p>Teneur en sel</p> <p>Il freine la multiplication des ferments</p> <p>Il limite l'activité protéolytique des bactéries lactiques</p>		<p>Acidité du levain</p> <p>La croissance des levures favorise l'augmentation de l'acide lactique</p>
<p>Qualité de l'eau</p> <p>Le chlore freine l'activité des levains</p>		<p>Oxygénation</p> <p>C'est un facteur favorable à la production d'acide acétique et de précurseurs aromatiques</p>

■ Remédier aux défauts des levains

Les principaux défauts des levains concernent :

- l'acidité : manque ou excès d'acide acétique,
- le goût : pains peu aromatiques ou trop agressifs,
- l'aspect : liquéfaction de la pâte au cours des étapes d'élaboration du levain, manque de développement des pains, manque de force du levain.

Les causes et les remèdes à apporter à ces défauts de fabrication figurent dans le tableau ci-contre.

■ Utiliser les starters et levains secs aromatiques

Les starters sont des cultures sélectionnées pouvant contenir des bactéries lactiques, seules ou en mélange avec des levures. Ils permettent d'ensemencer une pâte en vue de l'élaboration d'un levain.

Les levains déshydratés inactifs sont des préparations aromatiques dont l'activité fermentaire a été inhibée par séchage.

Selon l'activité fermentaire, on distingue des levains actifs (starters) et des levains inactifs (levains aromatiques). Commercialement et physiquement, ils existent sous l'aspect de préparations liquides, pâteuses ou déshydratées.

Leur présentation commerciale est étudiée pour faciliter leur manipulation. Certains fabricants proposent des sachets doses de 10 g pour 15,6 kg de pain cuit soit environ 39 pains de 400 g.

Utiliser les starters permet de:

- simplifier l'élaboration du levain tout point par une préparation en une seule étape (durée : 18 à 24 heures),
- supprimer les phases délicates du démarrage et de l'entretien du levain élaboré selon les méthodes traditionnelles,
- assurer une régularité des performances et la reproductibilité des résultats.

Par contre, l'achat du starter augmente le prix de revient des matières premières.



Défauts des levains ou des pains : causes et remèdes

<ul style="list-style-type: none"> ■ Levains trop jeunes ■ Manque de fermentation (durée ou activité) ■ Rafraîchis trop rapprochés dans le temps ■ Quantité trop faible de levain par rapport à la masse finale 	<p>Manque d'acidité Manque de force Pains peu aromatiques</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Prolonger la période de maturation - Laisser fermenter dans une ambiance à température plus élevée et plus humide - Incorporer des farines de type plus élevé (T80 par exemple) - Veiller à la qualité de l'eau (pas trop chlorée) - Espacer les intervalles entre rafraîchis (8 à 10 heures par exemple) - Augmenter les doses de levain (40 à 50% par exemple)
<ul style="list-style-type: none"> ■ Liquéfaction de la pâte ■ Levains trop anciens ■ Périodes de fermentation trop importantes entre rafraîchis ou température trop élevée ■ Trop forte activité bactérienne ■ Quantité de levain trop grande par rapport à la masse finale 	<p>Excès d'acidité Pains trop agressifs sur le plan gustatif</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Redémarrer un chef pour fabriquer un nouveau levain - Limiter les périodes de maturation entre deux rafraîchis ou abaisser la température - Diminuer la dose de levain (30% par exemple) - Ajouter du sel pour ralentir la fermentation
<ul style="list-style-type: none"> ■ Manque d'activité fermentaire (faible dégagement de CO₂) ou ■ Manque de levure permettant ce dégagement gazeux ■ Excès d'acidité qui inhibe l'activité des levures (malgré une population suffisante) ■ Pénalisation par le froid <ul style="list-style-type: none"> - Action prolongée du froid positif ■ Pénalisation par le froid <ul style="list-style-type: none"> - Froid négatif 	<p>Manque de développement des pains</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Incorporer de la levure boulangère (dans la limite de 0,2% maximum du poids de farine pour l'appellation "pain au levain") - Obtenir des pâtes plus chaudes ou plus souples en fin de pétrissage - Limiter dans le temps le stockage au froid (par exemple : <ul style="list-style-type: none"> - 19 h à + 10°C si maturation 5 h à 28°C, - ou 69 h à + 10°C si 3 h à 28°C, - ou 7 jours à + 4°C) - Ne pas utiliser le froid négatif pour conserver le levain sur une trop grande période
<ul style="list-style-type: none"> ■ Manque d'acidité (production gazeuse insuffisante par les levures) ■ Pâtes trop fraîches en fin de pétrissage ■ Quantité de levain trop faible par rapport à la masse finale 	<p>Manque de force du levain</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Laisser davantage de pointage - Donner plus de rabat - Couler l'eau plus chaude en début de pétrissage - Augmenter la dose de levain



Les critères de sélection d'une culture starter sont de trois ordres :

- les microorganismes doivent pouvoir être revivifiés rapidement à l'eau tiède en quantité et en nombre suffisant, quelque soit la présentation commerciale (starters déshydratés ou autres),
- la flore doit comporter si possible des levures et des bactéries lactiques, homofermentaires (1) et hétérofermentaires (1), pour assurer les qualités aromatiques et fermentaires,
- elle ne doit pas produire de substances toxiques.

On distingue plusieurs types de starters :

- les starters liquides ou ferments,
- les starters bactériens en poudre,
- les starters mixtes.

Dans les starters liquides ou ferments, les microorganismes n'ont pas été stabilisés. Ils ont une durée de conservation au froid limitée, car ils sont très riches en eau.

Le brevet Joulin

Une application industrielle de ce type de levain est le brevet Joulin de 1982, connu sous le nom de FCA (Ferments Céréaliers Associés) et exploité par la Société Jacquet.

Les ferments, constitués par une association de *Lactobacillus plantarum* et de *Candida tropicalis*, sont cultivés conjointement sur un milieu à base de farine de blé.

Ce levain se conserve 3 semaines à 4°C.

Le temps de fermentation est de 3 à 4 heures et le pH final est de 4,2.

Les starters en poudre, la plupart lyophilisés, se réhydratent très facilement. Ce procédé permet de préserver le pouvoir fermentaire des levains. Ils présentent une activité stable dans le temps. La société Hansen, par exemple, développe des starters bactériens lyophilisés sous la marque Florapan. La pousse est assurée par un apport de levure de boulangerie au pétrissage.

Les starters mixtes sont actifs et stables au niveau des activités bactériennes et levuriennes. Ce type de starter, développé par la société Lesaffre sous la marque Saf-levain, comprend un concentré, sec et stabilisé, de levures (10 milliards de cellules par gramme) et de bactéries lactiques vivantes (un milliard de cellules par gramme), sélectionnées à partir de levains de panification.

Il faut noter enfin que certains levains déshydratés n'ont aucune activité fermentaire. Ce type de levains renforçateurs d'arômes, encore appelés levains secs aromatiques, sont utilisés exclusivement pour leur pouvoir aromatique élevé, en utilisation directe au pétrissage. Ils ne sont pas alors considérés comme des starters et sont obtenus à partir de cultures de bactéries lactiques sélectionnées dont le pouvoir fermentaire a été inhibé par séchage.

Commercialisés par des sociétés comme Lucas Meyer France, distributeur du fabricant allemand Böcker, on trouve sur le marché des extraits aromatiques sur base de farines de froment, de seigle ou de mélanges de céréales.

(1) Cf définition page 20

Différents types de levain

(selon B. Onno, P. Roussel et I. Rio)

Types de levain	Caractéristiques	Contraintes	Atouts
Levain naturel	Flore issue du développement et de la sélection de microorganismes présents dans la farine Bactéries lactiques 1 milliard/g Levures 10 millions/g	Phase longue d'élaboration Nécessité de rafraîchis	Produit unique Appellation "pain au levain"
Starter bactérien	Culture bactérienne concentrée de bactéries lactiques (sup. à 1 milliard germes/g) Pas de levures	Ajout nécessaire de levure boulangère Préfermentation 15 à 20 h	Choix des souches Monoculture plus facile à maîtriser que culture mixte
Starter mixte	Culture stabilisée d'un mélange sélectionné de bactéries lactiques (sup. à 1 milliard germes/g) et levures sauvages	Préfermentation 15 à 20 h	Appellation "pain au levain" si conforme au décret pain
Levain sec aromatique	Issu d'un levain naturel stabilisé par déshydratation Bactéries lactiques et levures présentes en faible quantité (inf. à 10 000 ou 100 000 germes/g)	Pas ou peu d'activité fermentaire Ajout nécessaire de levure boulangère	Utilisation simple Aide au démarrage du levain Renforçateur du goût



Les doses d'incorporation varient de 1 à 3% du poids de farine, selon les caractéristiques gustatives souhaitées pour le produit fini. Ce type de levain sec aromatique ne donne pas droit à l'appellation "pain au levain" selon les critères du décret pain de 1993. L'ajout de levure de boulangerie est indispensable pour obtenir des produits développés.

Quelques starters disponibles sur le marché		
Producteur	Population	Temps de fermentation
Hansen-Boll	Bactéries lactiques	16 à 20 heures
Lesaffre-Springer	Bactéries lactiques et levures	18 à 24 heures

■ S'équiper de fermenteurs pour levains

Souhaitant pouvoir mieux contrôler le démarrage de la fermentation et l'entretien du levain en maîtrisant différents paramètres tels que la température, l'acidité..., les chercheurs et les utilisateurs ont contacté des constructeurs afin de réaliser des équipements capables de reproduire de façon fiable des compositions de levains.

Les premiers matériels spécifiques sont originaires d'Allemagne, pionnier dans ce domaine. Le travail sur levain a toujours été très important dans les boulangeries-pâtisseries allemandes du fait, entre autres, d'une utilisation intégrale ou partielle de la farine de seigle dans de nombreuses sortes de pains.

Ainsi depuis près de 20 ans déjà, la société Isern-Häger a développé un vaste programme de recherche sur les levains liquides, sur la base de farine de seigle, de farine de froment et du mélange des deux. Elle a conçu simultanément un outil permettant de simplifier et de rationaliser la préparation de ces levains liquides, tout en essayant de garantir un maximum de stabilité sur la qualité des produits finis.

Ces dernières années, le succès grandissant des fermenteurs à levains liquides et des process de fabrication qui y sont associés tient principalement à cette tendance de la clientèle allemande à exiger de plus en plus fréquemment des produits fabriqués sur levain.

La conception des "fermenteurs à levains liquides" allemands est sensiblement identique à celle du "fermentolevain" français, avec tout ce qu'une expérience sur de nombreuses années a pu apporter en adaptations.

Parmi celles-ci, il faut souligner :

- un équipement électronique de plus en plus complet permettant de nombreuses combinaisons de réglages,

- une grille de brassage puissante et saillante qui autorise l'incorporation de pains rassis au démarrage de la fabrication du levain, pratique légale et fréquente Outre-Rhin mais non autorisée en France,
- la déclinaison de nombreuses tailles de cuve et des appareils à deux cuves permettant d'utiliser, par exemple, des levains de maturation différente ou d'alterner sans rupture de fabrication l'entretien des cuves.

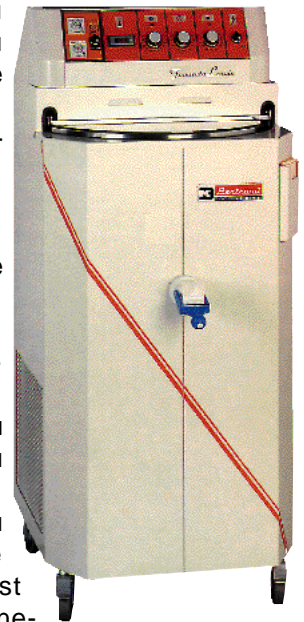
IsernHäger associe à la vente du fermenteur de nombreux services, entre autres :

- une assistance téléphonique permanente,
- la livraison régulière d'un starter permettant d'éviter une dérive de l'équilibre bactériologique du levain...

En France, le "fermentolevain" est le fruit d'une collaboration de deux formateurs de l'INBP, P. Castagna et E. Kayser, avec la Société Bertrand du groupe Dito-Sama. Il a reçu le Trophée du matériel au salon Européen 1992.

Le "fermentolevain", conçu pour fabriquer des pains au levain en renouant avec une tradition de qualité, comprend :

- une cuve en acier inoxydable avec un système de malaxage permettant un mélange homogène du levain et le nettoyage des parois de la cuve,
- un système contrôlé de réchauffage et de refroidissement pour maîtriser la température d'élaboration du levain et sa conservation au froid,
- une vanne de soutirage du levain liquide qui facilite le prélèvement du levain ; il est possible d'utiliser quotidiennement 48 kg de levain sur les 60 kg contenus dans la cuve,
- une jauge de niveau indiquant la quantité de produit dans la cuve.



En jouant sur les températures, on peut faire varier le rapport acide acétique / acide lactique et donc produire des arômes différents selon les fabrications.

Cet appareil plus simple, mais aussi moins cher, que le matériel allemand est plus adapté à la production moyenne des boulangeries françaises.

Dans le cadre du salon Européen 1996, la société VMI a présenté son tout nouveau fermenteur F150 VMI. Cette machine construite en inox est peu encombrante. Son utilisation et son entretien sont simplifiés car chaque préparation est entièrement utilisée.



■ Donner des conseils aux clients

Les principales caractéristiques à mettre en valeur au niveau du magasin de vente devront porter sur les spécificités des produits de panification au levain.

En ce sens, il faut vanter :

- l'aspect plus coloré et très appétissant des pains, même si leur volume est inférieur aux produits à la levure et contenant des améliorants,
- l'arôme typique du levain (l'odeur des pains cuits attire la clientèle),
- le goût acidulé typique du pain au levain que l'on peut associer à une recherche d'authenticité actuellement en vogue,
- la conservation prolongée par rapport aux produits renfermant de la levure boulangère,
- l'intérêt nutritionnel de ces pains dont la faible teneur en acide phytique favorise, au niveau digestif, une bonne assimilation du calcium présent naturellement dans la farine (cf page 15).

Produits d'avenir à redécouvrir, les pains et viennoiseries au levain doivent permettre aux boulangers professionnels d'offrir à leurs clients des produits de qualité qui se démarquent des produits classiques au goût plus fade, d'autant que les consommateurs ont une image positive des produits au levain, évocateurs du savoir-faire caractéristique du boulanger.



Aspects scientifiques

■ Aspects microbiologiques

Outre le secteur de la panification, les levains sont utilisés dans d'autres secteurs de la fermentation tels que la laiterie, la brasserie, mais aussi les boissons fermentées ou encore la salaisonnerie.

Sous le terme générique "levain", on entend un milieu préfermenté composé d'une flore active de bactéries lactiques et/ou de levures. Il sert à ensemercer la fabrication finale, en apportant des ferments actifs et des composés aromatiques. Ces levains peuvent être élaborés sans ou avec starters commerciaux.

La flore microbienne des levains de panification est issue d'une sélection naturelle de la flore initiale de la farine, dépendant elle-même des conditions de culture et de conservation du blé (température et hygrométrie), des caractéristiques de la farine (type, traitements) et du milieu (acidité et eau).

Le saviez-vous?

Dans 1 gramme de levure fraîche, il y a 8 à 10 milliards de cellules vivantes.

Dans un levain, la flore bactérienne est 50 à 100 fois supérieure à celle des levures.

Dans 1 kg de farine, on dénombre environ 30 000 levures sauvages capables de provoquer la fermentation panaire.

La flore des levains présente une diversité importante d'espèces de levures et de bactéries lactiques (plus de 70 espèces différentes relevées dans la littérature).

Les sons ont une flore 10 fois supérieure à celle de la farine.

Cette flore est composée de levures sauvages et de bactéries lactiques. Elle est plus diversifiée et sa fermentation est plus longue (de l'ordre de 5 heures) que celle obtenue en direct à partir de levure boulangère sélectionnée.

Conduites par des spécialistes (1) de la science du levain, des études sur les microorganismes isolés des levains naturels de différentes régions du globe, montraient un équilibre numérique final de :

- 10^6 à 10^7 (2) levures/g de levain (*S. cerevisiae* est la plus fréquente),

- 10^9 bactéries/g de levain.

Les bactéries lactiques identifiées par les microbiologistes sont de deux types :

- bacilles tels que *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus sanfrancisco*,

- coques tels que *Leuconostoc*, *Pediococcus* ou *Streptococcus*.

(1) Infantes (1992), Larpent (1992), Onno et coll (1988)

(2) On simplifie l'écriture des nombres en indiquant les puissances de 10 : ainsi, $10^3 =$ mille, $10^6 =$ 1 million, $10^9 =$ 1 milliard



Flore initiale dans une farine de froment		Flore d'un levain actif de froment de seigle	
Flore totale	30 000 germes/g	5 x 10 ⁷ /g	10 ⁶ /g
Levures	10 ⁴ /g		
Bactéries lactiques	10 ³ /g à 10 ⁴ /g	10 ⁹ /g	10 ⁹ /g
Coliformes	< 100 germes/g		
Moisissures	1000 spores/g		
Potus et Suchet (1989)		Onno et Ragot (1988)	Lönner(1985)

Variation des valeurs en fonction du type de farine		
Type	Levures	Bactéries lactiques
T55	1,3 x 10 ³	3,2 x 10 ²
T100	1,3 x 10 ⁴	3,8 x 10 ³
T150	3,2 x 10 ⁴	6,2 x 10 ³
Bois (1992)		

Un levain actif et équilibré doit comporter des bactéries homofermentaires (qui ne produisent au cours de la fermentation que de l'acide lactique) et des bactéries hétérofermentaires (qui produisent, quant à elles, de l'acide lactique, de l'acide acétique et du gaz carbonique).

Les levures sont des champignons microscopiques ovoïdes, de 4 à 30 microns de long. L'analyse microbiologique de la flore levurienne montre la fréquence importante de *Saccharomyces cerevisiae*, quelque soit l'origine du levain. D'autres souches de levures sont également présentes.

Les levains fabriqués avec des farines biologiques présentent une flore plus homogène et composée d'une espèce dominante différente de *Saccharomyces cerevisiae* : *Candida tropicalis*, *krusei* ou *holmi* ou encore *Toruspola delbrueckii*.

La flore bactérienne peut se classer en deux types, selon l'âge des levains.

La flore des levains jeunes, (avec un petit nombre de rafraîchis) est hétérogène, surtout homofermentaire ; elle est composée de lactobacilles (*Lb. plantarum* (1), *Lb. salivarius*, *Lb. cotyneformis*, *Lb. casei*, *Lb. farciminis*, *Lb. brevis*) et de Streptocoques (*Leuconostoc mesenteroïdes*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus pentosaceus*).

La flore lactique des levains plus âgés (avec un nombre croissant de rafraîchis) devient majoritairement hétérofermentaire lorsque le nombre de rafraîchis augmente. Elle comprend en majorité *Lactobacillus brevis* ou *Lb. sanfrancisco* (76 à 95% de la flore totale) et peuvent contenir jusqu'à 20% de Streptocoques.

■ Aspects aromatiques

L'arôme du pain en général doit être attribué non pas à un seul composé, mais à un mélange complexe de substances aromatiques, d'origines microbienne et enzymatique. De par la diversité de sa flore et sa technologie, le pain au levain présente une saveur caractéristique. Celle-ci est due principalement à la production des acides lactique et acétique par les bactéries lactiques. Les autres composés aromatiques de type alcools, esters proviennent du métabolisme des levures et des bactéries lactiques, à partir de précurseurs présents dans la farine et le levain. Ces substances sont générées au cours des étapes de fabrication (pétrissage, fermentation, cuisson).

La technologie associée à ce type de panification (pétrissage lent, temps de fermentation longs) contribue à un développement d'arômes dans ces produits. De même, les farines souvent plus riches en fibres modifient les caractéristiques du produit.

La qualité aromatique du pain au levain dépend du pH de la pâte et du rapport acide lactique / acide acétique, appelé quotient fermentaire (2).

Dans le pain au levain de seigle, étudié par les Allemands, ce rapport doit se situer entre 2 et 2,7. Si ce quotient est trop faible, le pain présente un excès d'acidité désagréable au goût. S'il est trop élevé, le pain est fade en raison d'excès d'acide lactique. Pour le pain au levain de froment, les valeurs optimales du quotient fermentaire pour définir un bon arôme n'ont pas été déterminées, mais il est préconisé, à titre indicatif, un rapport compris entre 4 et 10. Le pain allemand, plus riche en acide acétique, a un goût acide plus prononcé que celui du pain français.

■ Intérêt nutritionnel des levains

La revue bibliographique "Acide phytique et devenir au cours de la panification" (Line Lesage) concluait : "le pain au levain naturel, outre son intérêt organoleptique, améliore la valeur nutritionnelle du pain du fait de sa teneur en acide phytique réduite et son apport en fibres et minéraux".

L'acide phytique, facteur antinutritionnel, limite sur le plan digestif l'absorption des minéraux, en particulier zinc, calcium et fer. Il est présent à l'état naturel dans les graines de céréales, produits riches également en composés nutritionnels (fibres, minéraux et oligo-éléments), dans les farines complètes et les farines dont le taux d'extraction est élevé.

Son action négative se traduit par une combinaison de l'acide phytique avec le fer et le calcium pour donner des sels non assimilables par l'organisme.

(1) *Lb.* est l'abréviation de *Lactobacillus*

(2) Cf définition page 21



L'action d'une enzyme, la phytase, dégrade et neutralise l'acide phytique, responsable de la non assimilation du calcium par l'organisme.

Plusieurs facteurs influencent l'activité de la phytase.

- Les matières premières

L'addition de malt, de levain, en raison de son acidité, ou de poudre de lait, est bénéfique sur le plan nutritionnel.

- La durée de la fermentation

C'est le facteur qui a l'influence la plus importante sur la dégradation de l'acide phytique. Plus la durée est importante, plus la teneur en acide phytique diminue.

- L'acidité

L'addition d'un levain acide provoque une acidification de la pâte dont le pH se situe entre 4,1 et 4,5, zone proche de l'optimum d'action de l'enzyme dégradant l'acide phytique.

- La température

Une élévation de température favorise l'activité de la phytase, mais la température de fermentation est toujours inférieure à 55°C, optimum pour l'action de la phytase.

En pratique, la cuisson est bénéfique pour la diminution de la teneur en acide phytique.

■ Les contrôles au laboratoire

Mesures du pouvoir fermentaire

Surtout utilisées pour contrôler les levures industrielles, les méthodes permettant de mesurer le pouvoir fermentaire peuvent s'adapter au contrôle des levains.

Pour mesurer le gonflement d'une pâte, on utilise un mesureur de pousse (éprouvette graduée équipée d'un piston). Le maturographe Brabender, utilisé en Allemagne, mais peu connu en France ne présente plus qu'un intérêt historique.

Le zymotachygraphe et le rhéofermentomètre Chopin permettent, quant à eux, de déterminer le dégagement total de CO₂, le dégagement retenu par la pâte ou encore de mesurer simultanément le volume de gaz carbonique et le volume de pâte.

On utilise de plus en plus fréquemment le rhéofermentomètre dont le traceur électronique perfectionné facilite les calculs. Le principe de la mesure consiste à déposer un échantillon de 250 grammes de pâte dans une cuve à 28,5°C que l'on ferme hermétiquement. On soumet, en début d'essai, la pâte à une contrainte de masse de 250 g. La fermentation dure trois heures, durant lesquelles le traceur enregistre trois courbes qui renseignent sur :

- le développement de la pâte sous contrainte et sa tolérance à la fermentation,
- la vitesse de dégagement gazeux de CO₂ et la quantité totale de gaz produite au cours de la fermentation,
- le volume de CO₂ produit et retenu dans la pâte, et sa perméabilité.

Différentes mesures de l'acidité

- Mesure du pH

Le potentiel hydrogène (pH) est la mesure de l'acidité libre. Il varie en fonction de la nature du produit.

Le pH s'exprime par des valeurs situées de part et d'autre du chiffre 7. Un pH inférieur à 7 est la marque d'un produit acide.

Pour le mesurer, on peut utiliser soit un papier pH (bandelette de papier imprégnée d'un réactif), soit un pHmètre. Dans les deux cas, il faut préparer une solution homogène (cf schéma ci-contre).

Le papier pH comporte une échelle d'acidité variant de 3 à 7. On introduit une portion de papier pH dans la solution homogène, on le laisse tremper quelques minutes. L'indicateur coloré incorporé au papier vire. On compare la couleur ainsi obtenue avec une palette de couleurs pour déterminer le niveau de pH. Cette méthode est simple mais il est important de signaler qu'elle est peu précise.

Teneurs en acide phytique selon les farines utilisées et les types de pains

Produit	Acide phytique (en mg / 100 g MS ⁽¹⁾)
Son de blé	4873
Farine type 55	222
Pain français	10
Farine type 150	942
Pain complet	493
Pain complet au levain	79
Farine de seigle type 80	297
Pain de seigle	115
Farine de seigle type 150	923
Pain de seigle	470
Pain de seigle au levain	40

(1) Matière sèche

Source : "Acide phytique : devenir au cours de la panification" /Line Lesage - ENSMIC. - Mars 1995



Préparation d'une solution homogène avant de mesurer le pH

Peser 10 g de mie de pain
Bien l'émietter

Ajouter 90 ml d'eau distillée

Bien mélanger la mie et l'eau pour obtenir une solution la plus homogène possible

Le pHmètre permet d'obtenir des mesures plus exactes. On immerge l'électrode et la sonde de température du pHmètre dans la solution homogène. On attend 15 secondes avant de lire directement les valeurs de pH. La mesure au pHmètre nécessite un étalonnage et un entretien régulier du matériel.

- Mesure de l'acidité totale titrable

Le dosage de l'acidité totale titrable (ATT) est la mesure de toute l'acidité contenue dans un produit donné. Elle s'exprime en ml de soude par gramme de produit (ou par 10 g en fonction de l'échelle retenue). Il existe deux méthodes nécessitant soit l'emploi d'une balance, soit l'utilisation d'une burette.

ATT : méthode avec la balance

Peser 10 g de solution homogène (10 g de pâte ou de mie émietée dans 90 ml d'eau distillée).

Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine. Remettre la balance à zéro.

Ajouter, goutte après goutte, la soude N/100. Agiter jusqu'à ce que la couleur vire au rose, puis au rouge. Lire la masse indiquée par la balance ; elle correspond à la quantité de soude ajoutée. Le résultat s'exprime en ml de soude (NaOH) / g de produit.

Le pHmètre permet de mesurer la conformité avec la première exigence de l'article 3 du décret pain (cf p. 18). Le dosage de l'acidité totale permet de contrôler l'évolution du produit sur le plan technologique, mais il ne permet pas de vérifier la conformité avec la deuxième exigence de cet article 3. En effet, le décret pain exige une teneur en acidité acétique et non pas en acidité totale. Pour mesurer séparément l'acide lactique ou acétique, il convient d'utiliser des méthodes enzymatiques qu'il vaut mieux confier à un laboratoire d'analyses.

ATT : méthode avec la burette

Ajouter 2 à 3 gouttes de phénolphthaléine dans 10 ml de solution homogène

Burette contenant de la soude 0.1 N

Ajouter, goutte après goutte, la soude. Agiter jusqu'à ce que la couleur vire au rose, puis au rouge. Repérer sur la burette le volume de soude qui a été ajouté à la solution. Le résultat s'exprime en ml de soude / g de produit.

Contrôles microbiologiques

Ils sont de deux ordres :

- dénombrement des cellules de levures et bactéries lactiques,
- identification des principales souches microbiennes caractérisant le levain.

Pour dénombrer et identifier les souches microbiennes, il faut :

- mettre en culture les microorganismes du levain sur boîtes de Pétri gélosées,
- mettre en étuve ces boîtes (température 26 et 30°C),
- après 48 - 72 h, les examiner au microscope ; le résultat s'exprime en nombre de germes par gramme de levain.

Les levures et les bactéries lactiques sont divisées en genres et en espèces (par exemple, pour la levure genre *Saccharomyces*, espèce *cerevisiae*). Pour les identifier, il faut prélever des souches et les mettre en culture sur des milieux très spécifiques que l'on soumet à des tests biochimiques et/ou enzymatiques.





Définitions et réglementation

La définition du levain sur le plan réglementaire a évolué au cours du temps. La difficulté à trouver une définition claire et admise par tous est en rapport étroit avec la complexité des mécanismes de fermentation spécifiques aux levains.

Si les professionnels avaient tenté à plusieurs reprises de trouver des définitions, elles ne satisfaisaient pas l'ensemble de la filière, car elles devaient tenir compte à la fois :

- des traditions boulangères françaises,
- des évolutions, très rapides au cours des 20 dernières années,
- des recherches technologiques se traduisant par la mise sur le marché de compositions fermentaires issues des biotechnologies (maîtrise des techniques enzymatiques et manipulations génétiques en particulier),
- de l'ouverture des frontières des pays membres du Marché Unique en Janvier 1993 et de ses conséquences sur la libre circulation des marchandises.

Les définitions des levains et du pain au levain tiennent compte en particulier des paramètres suivants :

- de l'acidité, exprimée en pH et en acide acétique,
- de la notion de flore revivifiable pour les starters,
- de la limite maximum d'incorporation de levure de boulangerie au stade du pétrissage final.

■ Evolution réglementaire

Novembre 1977

Le Recueil des usages, publié dans les Actes du Colloque du CNERNA (1) en Novembre 1977 proposait la définition suivante : "Les levains sont des pâtes en fermentation à réaction acide, obtenues en incorporant de la farine et de l'eau à un levain-chef sans apport de levures industrielles et perpétuées de façon méthodique par des "rafraîchissements" successifs assurant la sélection et la multiplication de la flore, essentiellement constituée par une association symbiotique (2) de ses bactéries acidifiantes (lactiques et acétiques) et de ses propres levures".

Décembre 1988

Le Code des Usages, publié dans les avis et rapports du Conseil Economique et Social (J.O. du 20/12/1988) avançait cette définition : "Le terme "levain" désigne la pâte composée uniquement de farine, d'eau potable, et éventuellement de 0,2% maximum de levure de panification (par rapport à la farine) et de sel, à quelque stade de son évolution et de son utilisation, en fermentation naturelle, éventuellement initiée à l'aide de produits alimentaires consacrés par les Usages et/ou par un ensemencement de microorganismes autorisés par arrêté, se traduisant par la sélection d'une flore

microbienne constituée de bactéries acidifiantes lactiques et acétiques et de levures. Le terme "levain" s'applique également au produit obtenu par déshydratation du levain tel que défini ci-dessus, sous réserve que celui-ci contienne une flore de bactéries vivantes d'au moins un milliard de bactéries lactiques alimentaires par gramme. La mention "au levain" est réservée à un pain dont le seul agent de fermentation est le levain, déshydraté ou non, tel que défini ci-dessus et se caractérisant par un pH de 4,1 + - 0,1, une teneur en acide acétique endogène de sa mie d'au moins 900 ppm (3), une mie s'imbibant difficilement d'eau."



1992

En 1992, le terme "naturel", souvent associé au mot "levain" est précisé par le décret étiquetage 92- 483 : ce terme "ne peut être appliqué qu'à un produit que l'on trouve dans la nature aussi proche que possible de son milieu d'origine, non traité, et ne comportant que des constituants normaux sans additif, ni résidus ou corps étrangers".

Il semblait donc difficile de considérer comme naturelle une fermentation d'un levain réalisée par des microorganismes sélectionnés et multipliés à un stade industriel, tels que les "starters" ou "ferments lactiques aromatiques", techniques en plein essor depuis déjà plusieurs années.

Septembre 1993

Le décret pain du 13 septembre 1993 permet la définition légale du levain, acquise en France après une dizaine d'années de réunions entre experts et professionnels de la filière boulangère.

Article 3 du décret pain du 13/09/93

"Peuvent seuls être mis en vente ou vendus sous la dénomination de : "pain au levain" les pains fabriqués à partir du levain défini à l'article 4 ci-après et présentant un potentiel hydrogène (pH) maximal de 4,3 et une teneur en acide acétique endogène de la mie d'au moins 900 parties par million."

(1) Centre National d'Etudes, de Recherches et de Nutrition Alimentaire

(2) Dans la flore d'un levain, il existe une association bénéfique entre microorganismes de nature différente. Les bactéries permettent l'acidification du milieu et cohabitent en harmonie avec les levures, responsables de la poussée gazeuse.

(3) Parties par million ou mg/kg. Cette quantité de 900 mg d'acide acétique/kg est contestée par certains scientifiques et professionnels qui estiment que cette teneur, difficile à obtenir et à contrôler n'est pas nécessairement un critère minimum pour obtenir un bon levain.



Article 4 du décret pain du 13/09/93

“Le levain est une pâte composée de farine de blé et de seigle, ou de l'un seulement de ces deux ingrédients, d'eau potable, éventuellement additionnée de sel, et soumise à une fermentation naturelle acidifiante, dont la fonction est d'assurer la levée de la pâte.

Le levain renferme une micro-flore acidifiante constituée essentiellement de bactéries lactiques et de levures. Toutefois, l'addition de levures de panification (*Saccharomyces cerevisiae*) est admise dans la pâte destinée à la dernière phase du pétrissage, à la dose maximale de 0,2 p. 100 par rapport au poids de farine mise en œuvre à ce stade.

Le levain peut faire l'objet d'une déshydratation sous réserve que le levain déshydraté contienne une flore vivante de bactéries de l'ordre d'un milliard de bactéries alimentaires et d'un à dix millions de levures par gramme. Après réhydratation, et éventuellement, addition de levure de panification (*Saccharomyces cerevisiae*) dans les conditions prévues à l'alinéa précédent, il doit être capable d'assurer une levée correcte du pâton.

Le levain peut faire l'objet d'un ensemencement de micro-organismes autorisés par arrêté du ministre de l'agriculture et du ministre chargé de la consommation, pris après avis de la commission de technologie alimentaire créée par le décret n° 89-530 du 28 juillet 1989 portant création de la commission de technologie alimentaire.”

Octobre 1994

Un avis motivé de la commission des Communautés européennes a été adressé aux services de la DGCCRF (1). Il concerne la libre circulation des denrées alimentaires à l'intérieur de la Communauté. L'avis précise que les contraintes exprimées dans le texte du décret pain ne peuvent pas être applicables pour la dénomination “pain au levain”.

En effet, *“un état membre ne peut réserver une dénomination générique :*

- *ni aux produits fabriqués sur son territoire,*
- *ni aux produits fabriqués à partir de matières premières déterminées...,*
- *ni aux produits présentant une teneur déterminée de l'un de ses ingrédients caractéristiques...”*

A la suite de cet avis de Bruxelles, les services français de la DGCCRF ont proposé à la profession de modifier le champ d'application du décret et de réserver la dénomination “pain au levain” pour les seuls “pain maison” et “pain de tradition française” définis dans le décret. Dans ce cas de figure, seul le pain au levain maison ou de tradition française devrait correspondre aux règles fixées par l'article 4 du décret pain.

Dans l'attente d'une réglementation plus large, la profession malgré des réserves, a donc accepté d'exclure du champ d'application de cette mention les pains qui ne sont pas des pains maison ou de tradition française.

Il s'ensuit de cet avis que la France ne peut pas empêcher qu'un Etat membre de l'Union Européenne vende sur le territoire français un pain sous la dénomination “pain au levain”, même si le pH est supérieur à 4,3 ou avec une acidité inférieure à 900 ppm d'acide acétique.

En pratique, il y aurait :

- du pain au levain dont les caractéristiques ne sont pas définies par la réglementation, mais toutefois soumis aux arrêtés de la jurisprudence qui font référence aux usages,
- du pain maison au levain ou du pain de tradition française au levain qui doivent respecter le décret de 1993, en particulier l'article 4.

En guise de conclusion...

Le levain est un milieu vivant, complexe et fragile. Il est aussi témoin d'un savoir-faire. L'équilibre de la flore microbiologique tant quantitatif que qualitatif (espèces sélectionnées par la fermentation naturelle de levures et de bactéries lactiques en proportions adéquates) permet d'obtenir, un pain se démarquant des produits de panification fermentés avec la levure boulangère, par une saveur acidulée caractéristique.

Le professionnel doit respecter avec rigueur les règles de fabrication, en particulier :

- la recette de fabrication pour l'élaboration du chef et celle de son utilisation,
- les entretiens réguliers du chef par rafraîchis successifs,
- la maîtrise de l'hydratation, des températures et des temps de fermentation aux différentes étapes de fabrication et d'entretien du levain,
- le contrôle de l'activité par mesure de la pousse, du pH et de l'acidité.

Dans la partie concernant l'élaboration des levains, nous avons souligné le caractère spécifique de chaque levain en raison de la flore naturelle préexistante dans chaque farine, selon son origine (mélange variétal, nature de la ou des céréales, transformation au moulin...) et la flore ambiante présente dans l'atmosphère de chaque fournil.

Tout en conservant la spécificité artisanale, l'apport des nouvelles technologies permettant de sélectionner des flores spécifiques (starters, levains renforceurs d'arômes, levures désactivées...), en liaison avec les constructeurs de fermenteurs adaptés, doit donner aux professionnels des idées de créativité pour des produits fermentés au goût novateur.

Le boulanger pourrait dans ce domaine bénéficier de recherches appliquées à venir de l'I.N.B.P. et de partenaires spécialistes du goût et de l'arôme des produits de panification.



Petit lexique du levain

■ Bactéries homofermentaires

Bactéries lactiques qui produisent au cours de la fermentation de l'acide lactique seul.

■ Bactéries hétérofermentaires

Bactéries lactiques qui produisent au cours de la fermentation de l'acide lactique, de l'acide acétique et du gaz carbonique.

■ Levain naturel

Culture engendrée par des ferments naturels qui se trouvent dans l'atmosphère et qui ont la faculté d'ensemencer et de fermenter une pâte obtenue avec des farines ou des amidons et, plus particulièrement, des farines de blé et de seigle.

■ Levain-chef

Morceau de pâte prélevé d'une fournée de panification du jour, sans addition volontaire de levure industrielle (sauf éventuellement dans la limite légale maximale de 0,2% du poids de farine mis en œuvre).

Cette portion de pâte fournit les agents microbiens nécessaires pour la fermentation panaire.

C'est aussi le résultat d'une fermentation spontanée d'une pâte formée de farine et d'eau, après une succession de rafraîchis.

■ Levain de première

Il résulte de la fermentation d'une pâte obtenue en incorporant au levain-chef des doses précises de farine et d'eau.

■ Levain de seconde

Il résulte de la fermentation d'une pâte obtenue en incorporant au levain de première des doses précises de farine et d'eau.

■ Levain tout point

Il résulte de la fermentation d'une pâte obtenue en incorporant des doses précises de farine et d'eau :

- soit au levain-chef (travail sur 1 levain),
- soit au levain de première (travail sur 2 levains),
- soit au levain de seconde (travail sur 3 levains),

et sert à l'ensemencement de la première fournée du lendemain du jour de prélèvement du levain-chef.

■ Levain sec renforçateur d'arôme

Culture de microorganismes, sans activité fermentaire dont le rôle est d'apporter le parfum et l'arôme caractéristiques d'un type de levain. Il se présente en poudre ; il est de couleur beige clair à marron, le plus souvent.

■ Levures sauvages ou levures ambiantes

Ferments qui se trouvent naturellement dans l'atmosphère du fournil de panification.

Ces levures n'ont pas été sélectionnées au préalable et sont cultivées directement par le boulanger.

■ Madre

C'est le pâton qui, en italien ou en espagnol, fait office de chef.

C'est la pâte mère avec laquelle sont ensemencés les levains.

■ Potentiel hydrogène ou pH

Mesure de la concentration en ion positif hydrogène.

Le pH s'exprime par rapport à une échelle dont le point central est le chiffre 7 (pH 7 = pH neutre).



■ Précurseurs aromatiques

Composés chimiques permettant aux microorganismes présents dans le levain de donner naissance aux composés aromatiques des produits finis. Le diacétyl est ainsi responsable du goût noisette du beurre.

■ Quotient fermentaire

Le quotient fermentaire (QF) est le résultat de l'opération suivante :

acide lactique en g/kg (divisé par 90) divisé par acide acétique en g/kg (divisé par 60).

Soit :
$$\frac{\text{acide lactique en g/kg} / 90}{\text{acide acétique en g/kg} / 60}$$
 La division par 90 et 60 est nécessaire pour tenir compte du poids moléculaire différent de chaque acide.

Le quotient fermentaire dépend des conditions de fermentation et des espèces présentes dans le levain ou le starter.

■ Rafrâichi

Action qui consiste à rajouter des éléments nutritifs (eau et farine) à une culture initiale, afin de permettre le développement de la flore bactérienne et levurienne. A partir du levain-chef, il convient de faire plusieurs rafrâichis afin de stabiliser le levain.

■ Starter

Culture déshydratée de microorganismes sélectionnés pouvant contenir des bactéries lactiques, seules ou en mélange avec des levures, permettant d'ensemencer une pâte en vue de l'élaboration rapide d'un levain.

Techniques de fermentation avec introduction importante de levure boulangère

Dans l'introduction de ce présent document page 3, nous avons signalé que nous ne traiterons pas des différentes techniques de fermentation nécessitant l'incorporation de dose significative de levure boulangère. Rappelons toutefois pour mémoire les définitions de ces méthodes.

■ Ensemencement direct

On parle d'ensemencement direct quand on introduit de la levure fraîche ou sèche et réhydratée au préalable, au début du pétrissage. Cette technique nécessite un temps total de fermentation (apprêt, détente et pointage compris) de 5 à 6 heures.

■ Ensemencement indirect

On parle d'ensemencement indirect quand on incorpore des levains qui ont fait l'objet d'une préparation initiale. Tous ces levains renferment de la levure boulangère.

Trois méthodes de préfermentation peuvent être mises en œuvre :

- le levain de pâte,
- la poolish,
- le levain-levure.

Elles ne donnent pas droit à l'appellation "pain au levain", dans la mesure où le seuil autorisé pour cette appellation est dépassé (incorporation de levure supérieure à 0,2% du poids de farine au pétrissage final).

■ Levain de pâte

Il se caractérise par l'incorporation de levure boulangère et de 15 à 25 % de pâte fermentée de la veille.

■ Levain-levure

Il est obtenu à partir d'un tiers de l'eau de coulage de la pétrissée et de levure boulangère. La durée de fermentation est de 10 à 15 heures.

■ Poolish

Cette méthode, d'origine polonaise, a été introduite en France, par des boulangers autrichiens, à l'époque de Marie Antoinette.

C'est une pâte fermentée liquide, à base de levure de boulangerie. A l'origine, la poolish utilisait les 4/5ème de l'eau de la fournée. A partir de 1920, les boulangers français ont adapté et développé cette méthode au pain blanc en utilisant des poolish de moitié, parfois du tiers. La durée de fermentation est de 10 à 15 heures.



Adresses utiles

Chambre syndicale des fabricants de levures
15, rue du Louvre
75001 PARIS
Tél : (1) 45 08 54 82
Fax : (1) 42 21 02 14

■ Quelques fabricants

BURNS PHILP FOOD (levures fraîches et sèches : levures Mauri et Europa)
59, rue de l'Abondance
69421 Lyon cedex 03
Tél : 78 62 32 43

FRABEP ASTRA CALVE (levains actifs déshydratés : marque Catherine)
ZAET Creil
500, rue Benoît Frachon
60740 Saint Maximin
Tél n° vert : 05 36 35 34

GIST BROCADES (levures fraîches et levures déshydratées)
112, allée des Erables
93420 Villepinte
Tél : (1) 49 38 01 64

HANSEN FRANCE (levains bactériens lactiques, lyophilisés, actifs)
Le Moulin d'Aulnay
BP64
Saint Germain les Arpajon
91180 Arpajon
Tél : 69 88 36 36

IREKS FRANCE (levains désactivés)
36, rue du Général Leclerc
BP14
54320 Maxeville
Tél : 83 36 42 07

LESAFFRE (levures actives fraîches ou sèches et starters mixtes actifs)
137, rue Gabriel Péri
BP 3029
59703 Marcq-en- Baroeul
Tél : 20 81 61 00

PHIL XN 290 (levains déshydratés sur support farines biologiques)
Rue Jouvancy
01290 Pont de veyle
Tél : 85 31 59 28

■ Quelques distributeurs

B.E.G. FRANCE (Groupe BURNS PHILP) (levures fraîches et sèches : levures Levur'op et Vital Z)
Actipole
31, Route de La Wantzenau
67800 Hoenheim
Tél : 88 33 33 31

BORSA (levains déshydratés sur support farines biologiques)
BP28
42601 Montbrison
Tél : 77 58 13 50

LUCAS MEYER France (Distributeur BÖCKER) (levains désactivés renforçateurs d'arômes)
2, rue Valengelier
77645 Chelles
Tél : (1) 64 72 88 50



Pour en savoir plus

■ Quelques ouvrages

Pain, évolution et tradition

Eric KAYSER et Patrick CASTAGNA

Paris : Ed. Saint Honoré, 1993

(154 pages)

Les Pains de France : recettes de tradition

Roland GUINET

PARIS : Ed. Jacques Lanore

(125 pages)

Le Pain : Recueil des usages concernant les pains en France

Actes du Colloque du C.N.E.R.N.A.

Paris : C.N.R.S., 1979

(314 pages)

Le Goût du pain

Raymond CALVEL

Les Lilas : Ed. Jérôme Villette, 1990

(125 pages)

Levure et panification

Sté FOULD-SPRINGER

PARIS : Ed. Nathan, 1988

(75 pages)

■ Quelques études et dossiers

“Aide à la maîtrise de la panification par ferments mixtes endogènes (levain naturel) ou exogènes (starter)”

Isabelle RIO

ENSMIC, 1995 (non publié)

“Acide phytique : devenir au cours de la panification”

Line LESAGE

ENSMIC, mars 1995 (non publié)

Supplément Technique INBP

Numéro 37, spécial décret pain - Février- Mars 1994

Numéro 47, spécial bio - Décembre 1995

“La microbiologie de la fermentation panaire”

Jean-Paul LARPENT

Massy : CDIUPA, 1992

■ Quelques articles

“Fermentation et panification au levain naturel”

Raymond CALVEL

in *Le boulanger pâtissier* n°6, n°7, n°8, n°10, 1980

“La panification au levain un naturel”

Raymond CALVEL

in *Fidèles au bon pain* n°3, 1er semestre 1988

“L'art de faire lever les pâtes”

in *Filière gourmande*, Septembre 1994

“La maîtrise des levains, un nouvel atout”

in *Filière gourmande*, Décembre 1994

“Elaboration d'un levain naturel : aspects microbiologiques”

Bernard ONNO et Léa RAGOT

in *Industries des céréales*, Juillet-Août 1988

“Les levains de panification : microbiologie : technologie actuelle et à venir”

Bernard ONNO

in *Industries des céréales*, Avril-Mai-Juin 1993

“Le levain : un savoir-faire oublié, une fermentation mixte à redécouvrir”

Bernard ONNO, Isabelle RIO et Philippe ROUSSEL

in *Industries des Céréales*, Juillet- Août- Septembre 1995