

1332_01 (FR)

Levains et volume

Résumé

La prise de volume des produits de panification fermentés levés repose à la fois sur un dégagement gazeux par des ferment panaïres (dont les levains) et sur la rétention du gaz ainsi produit par le réseau de gluten (qui met en jeu les protéines de la farine et non les levains, et ne sera donc pas traité dans cette LTL). Si les bactéries et levures du levain participent conjointement à la production de CO₂, les levures panaïres restent les principales responsables du pouvoir levant.

Le levain étant vivant, son développement et sa production de gaz sont largement dépendants des conditions régnant dans la pâte. Ainsi, les ingrédients (types de farine et de levain notamment, l'eau et le sel ayant des effets moindres) et surtout le process (durée et température de fermentation...) vont fortement impacter l'activité du levain et le ratio levures/bactéries, conditionnant le dégagement gazeux issu de la fermentation et donc le volume final du produit.

Aussi, face à un produit présentant un défaut de volume (manque ou excès), les corrections à mettre en œuvre peuvent-elles concerner à la fois les ingrédients (quantité de levure, type de levain, enzymes...) et le process (fréquence des rafraîchis, température, temps de pointage...). ■

Introduction

Les levains, mélanges d'eau et de farine, hébergent un écosystème de micro-organismes à l'origine de fermentations qui s'opèrent dans le milieu. Ces micro-organismes, unicellulaires, appartiennent à deux grands règnes du monde vivant : les bactéries (procaryotes) et les levures (organismes unicellulaires eucaryotes du règne des champignons).

Les ferment panaïres sont composés d'espèces de bactéries et de levures (*Lesaffre Technical Library 1293. Microbiologie des levains*). Grâce aux ferment panaïres (et à la différence des levains fabriqués par le boulanger non traités dans cette LTL), les professionnels de la boulangerie obtiennent des résultats reproductibles et maîtrisés en termes de composition et donc de performance de leurs levains. Cela se traduit par des produits de qualité plus constante, notamment en termes de volume.

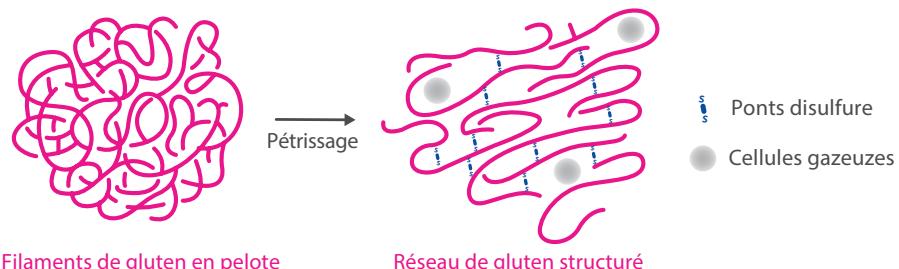
1. À l'origine du volume

Baguette, pâte à pizza, viennoiseries, buns... la majorité des produits de panification ont la propriété d'être des produits fermentés levés. La prise de volume est rendue possible par le dégagement gazeux (CO_2) qui s'opère sous l'effet d'un ferment panaïre (dont les levains), le gaz dégagé étant retenu par le réseau de gluten (Figure 1). Le volume dépend donc de deux éléments essentiels (Cauvain, 2007) :

- la production de gaz, qui est au centre de cet article ;
- sa rétention par le réseau protéique de la pâte, qui ne sera pas abordée dans cet article.

Au sein d'un levain, les levures et les bactéries participent conjointement à la production du CO_2 responsable de la prise

Figure 1. Représentation schématique de la levée de la pâte au cours de la fermentation.



Source : Lesaffre

de volume. Toutefois, le métabolisme des levures contribue à la production de quantités plus importantes de CO_2 .

1.1. CO_2 issu du métabolisme fermentaire des levures

La fermentation par les levures du levain libère, à partir de sucres, du CO_2 , garant de la levée de la pâte, et de l'éthanol (*Lesaffre*

Technical Library 1292. Le métabolisme des levains).

Au cours de la panification, trois types de sucres différents peuvent être fermentés par les levures présentes dans les levains, conduisant à la libération de CO_2 et à la prise de volume des pains (*Lesaffre Technical Library 1299. Génétique et métabolisme des levures*) :

- ceux pré-existants (apportés par la

Figure 2. Schéma de la transformation des sucres par une cellule de levure.

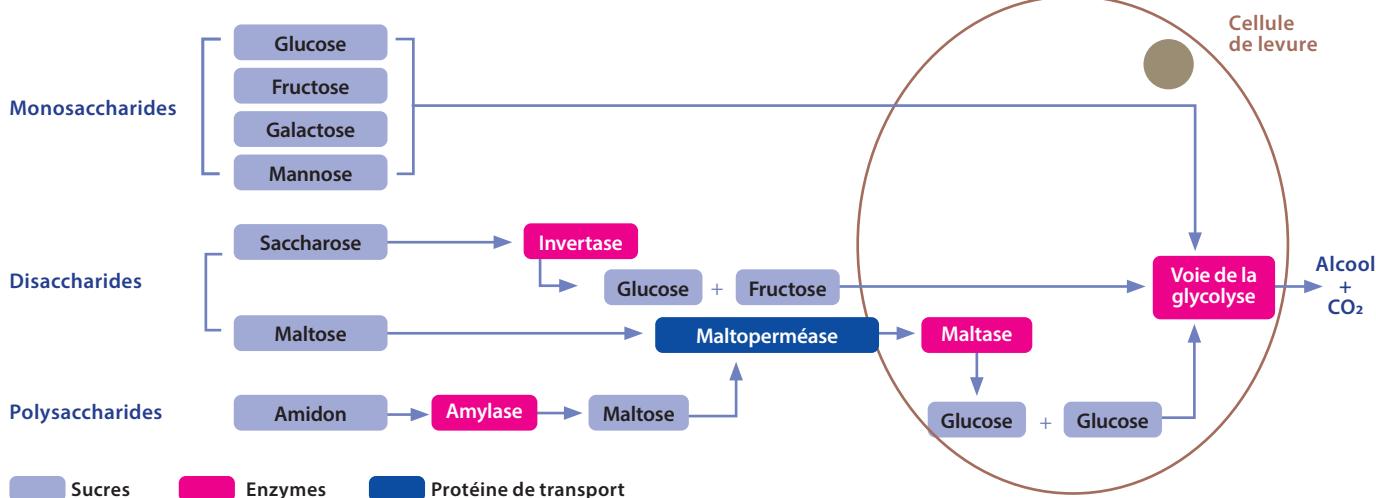
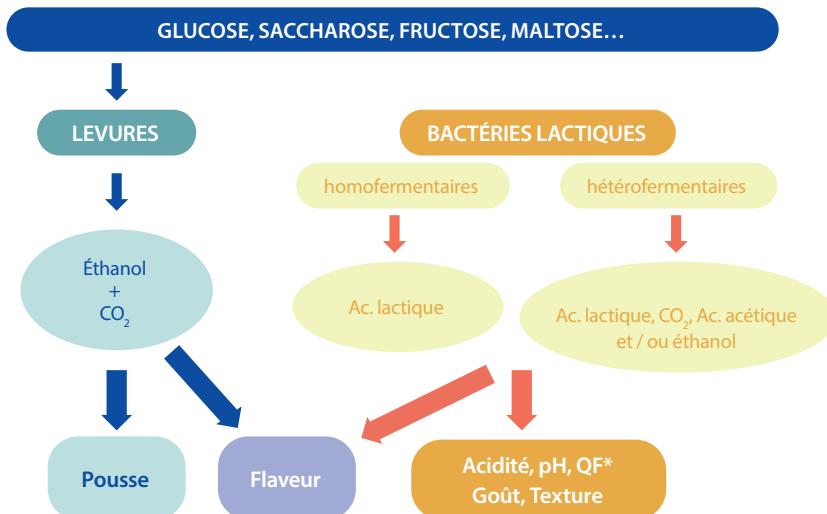


Figure 3. Principales productions métaboliques des micro-organismes des levains et fonctionnalités associées.



* QF : Quotient fermentaire = Ratio molaire acide lactique / acide acétique

Source : Lhomme et al., 2016

farine) qui représentent de l'ordre de 1 à 3% de la farine (glucose $C_6H_{12}O_6$, saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$, raffinose $C_{18}H_{32}O_{16}$,...);

- le maltose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) provenant de la dégradation enzymatique de l'amidon de la farine ;
- les sucres ajoutés (saccharose, sirops de glucose et fructose...) dont la dose et la nature varient en fonction des recettes et des pays.

Le métabolisme de prise en charge diffère selon la structure chimique du sucre (monosaccharides, disaccharides) (Figure 2). Néanmoins, à fortes doses, le sucre ralentit le métabolisme des microorganismes du fait de la trop forte hausse de la pression osmotique.

1.2. CO_2 issu du métabolisme fermentaire des bactéries

Les bactéries lactiques du levain sont classées en fonction du substrat glucidique qu'elles fermentent et de la voie métabolique qu'elles mettent en œuvre (Gänzle et Gobbetti, 2013) :

- les bactéries homofermentaires obligatoires (ou strictes) fermentent les hexoses (essentiellement le maltose dans le levain). Cela conduit à la production d'acide lactique.
- les bactéries hétérofermentaires (obligatoires ou facultatives) fermentent les hexoses et les pentoses et synthétisent de l'acide lactique, ainsi que de l'acide

acétique et l'éthanol en proportions variables. Un petit peu de CO_2 est également produit à partir des hexoses chez les bactéries fermentaires obligatoires.

L'acide lactique et l'acide acétique constituent donc les principaux produits issus du métabolisme glucidique des bactéries lactiques. Les productions de CO_2 par les bactéries lactiques hétérofermentaires restent minimes par rapport aux quantités que produisent les levures (Lesaffre Technical Library 1292. Le métabolisme des levains).

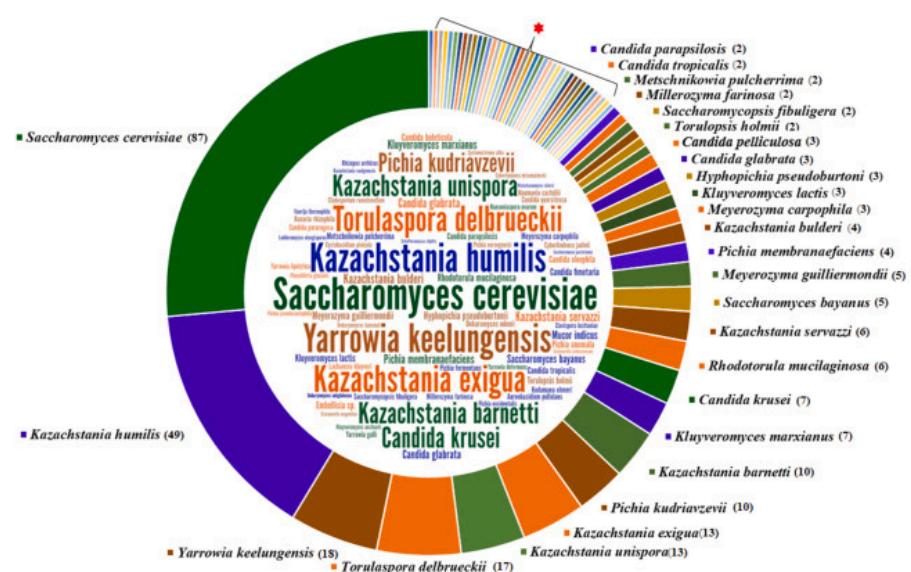
Ainsi, le pouvoir levant d'un levain dépendra essentiellement de la quantité de levures présentes et de leur activité (Figure 3).

1.2. *S. cerevisiae* et autres levures panaires

L'espèce de levure la plus souvent rencontrée dans les levains, *Saccharomyces cerevisiae*, appartient à un groupe relativement mineur de levures aérobies facultatives et fermentaires, capables d'utiliser le glucose en présence ou absence d'oxygène et de fermenter le glucose même en présence d'air (Loïez, 2003). Pour autant, *Saccharomyces cerevisiae* n'est qu'une espèce de levure parmi des milliers d'autres, même si elle s'avère largement majoritaire en panification.

Le retour partiel aux levains depuis les années 1980 rime avec une palette élargie de levures en panification (Lesaffre Technical Library 1299. Génétique et métabolisme des levures) : dans les levains fabriqués par le boulanger (sans ensemençement) et provenant de différents pays et de différentes céréales, de nombreuses espèces de levures ont été isolées, dont *Saccharomyces cerevisiae* mais aussi, dans une moindre mesure, *Pichia kudriavzevii*, *Kazachstania exigua*, *Torulaspora delbrueckii*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Pichia membranifaciens*... (Figure 4).

Figure 4. Espèces de levures identifiées dans les levains.

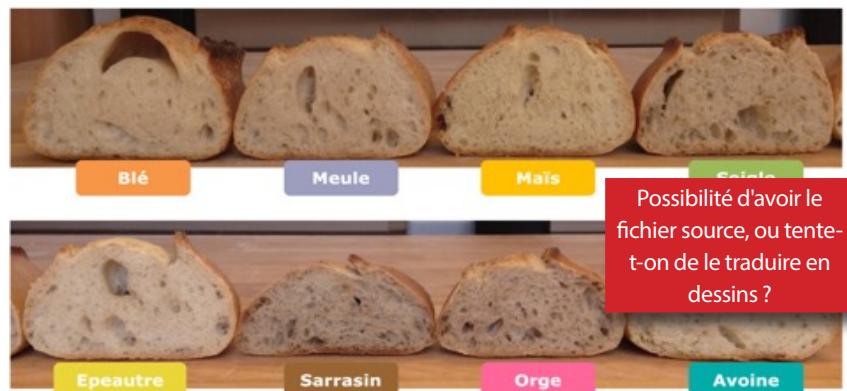


Source : Arora Ket al. 2021.

2. Effets des ingrédients et du process

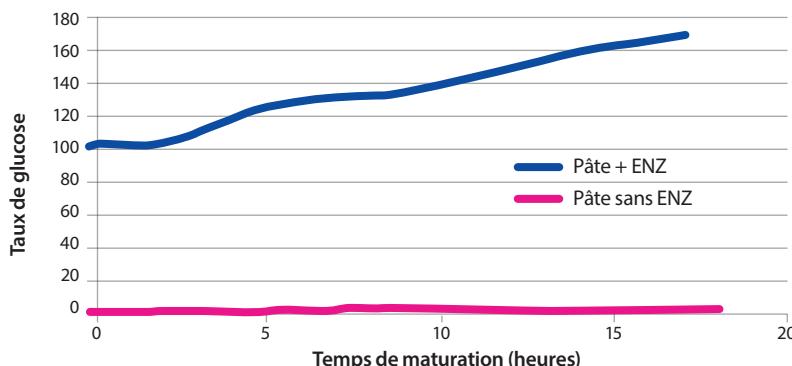
Chaque micro-organisme présent dans le levain se caractérise par des conditions idéales de développement, **le pH de la pâte et la température à laquelle le levain est conservé étant les deux facteurs primordiaux** (Cauvain, 2015). Par exemple, la plage de pH la plus favorable à l'activité de la levure est de 4,5-6,0. Si le principe de base du levain repose sur la symbiose entre les bactéries et les levures, il existe également une forme de compétition en ce sens où certaines conditions peuvent favoriser un organisme au détriment de l'autre. Ainsi, un surdéveloppement des bactéries, plus adaptées aux pH acides, au détriment des levures, ira de pair avec un moindre volume, faute d'une présence suffisante de levures pour dégager une quantité adéquate de CO₂ (Cauvain, 2015).

Figure 5. Effet du type de céréales sur le volume final du produit.



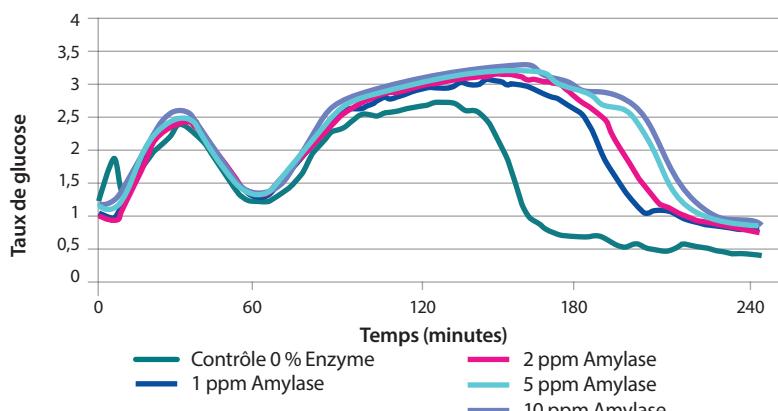
Source : Lesaffre

Figure 6. Effet d'un ajout d'enzymes (amylases) sur l'évolution du taux de glucose en fonction du temps de maturation dans une pâte (seigle)



Source : Lesaffre

Figure 7. Activité fermentaire (volume de CO₂ produit) d'une levure maltose perméable induitible en fonction du niveau d'ajout d'amylases.



Source : Lesaffre

2.1. Ingrédients

2.1.1. Farine

La farine, ingrédient majoritaire en pani-cification, joue un rôle central dans la prise de volume. Si certains de ces paramètres influent sur la rétention des gaz (notamment son taux de protéines et la qualité de ces protéines), plusieurs autres caractéris-

tiques de la farine jouent sur la production de gaz par les levain.

• Le type de céréales

Par exemple, le seigle influe négativement sur le volume : la matrice d'une pâte de seigle, pauvre en gluten, ne permet pas de retenir les gaz de fermentation produits ; en outre, le seigle favorise le développement d'un levain riche en acides lactique et acétique qui inhibent la croissance des levures, et donc la production de CO₂.

• Le taux d'extraction

Les farines complètes nécessitent un temps de fermentation plus court que les farines blanches (Cauvain, 2015) car leur activité fermentaire est plus élevée (INBP, 1996) : davantage de nutriments y sont disponibles pour les micro-organismes, et l'effet tampon lié au plus grand nombre de minéraux présents ralentit la baisse de pH (Brandt, 2006). Mais la présence de sons impacte négativement le volume (INBP, 1996), ces derniers endommageant le réseau de gluten.

• Les enzymes présentes (amylases notamment).

Plus la farine est riche en amylases actives, plus des sucres simples seront libérés (Figure 6), plus la fermentation sera favorisée et plus la libération de CO₂ sera importante (Figure 7). Ces enzymes peuvent être naturellement présentes (issues du grain de céréale) ou ajoutées à la recette.

2.1.2. Eau et sel

La qualité de l'eau, et notamment sa durée, son alcalinité et sa teneur en minéraux, modifient également les conditions de

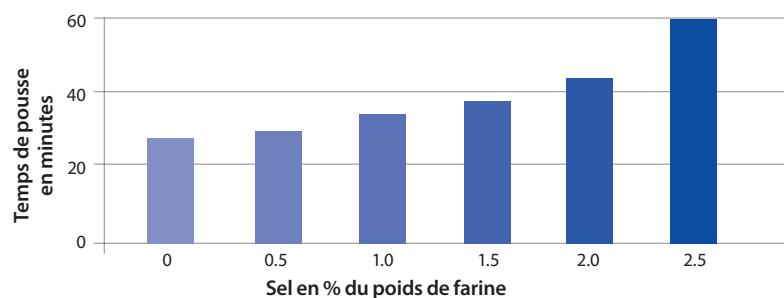
fermentation. La présence de chlore peut également freiner l'activité des levains. A noter qu'une hydratation accrue favorise l'activité fermentaire des levures et donc la prise de volume.

Le sel est réputé pour ses propriétés bactériostatiques, limitant la multiplication des microorganismes. Les levures sont plus sensibles au sel que les bactéries, laissant présager un équilibre en faveur des bactéries et donc une moindre prise de volume lorsque la pâte est plus salée, sauf à accroître le temps de pousse (Figure 8) (Cauvain, 2015). Pour autant, cet effet bactériostatique du sel sur les levures des levains est largement contrebalancé par son activité antiprotéolytique : le sel protège en effet le gluten de la farine des attaques protéolytiques des bactéries lactiques, et donc la structure de la pâte. Peu dénaturé par la fermentation, le réseau de gluten peut ainsi pleinement jouer son rôle de rétention des gaz produits, garantissant la prise de volume. Sauf excès, le sel influence donc peu le volume.

2.1.3. Levain

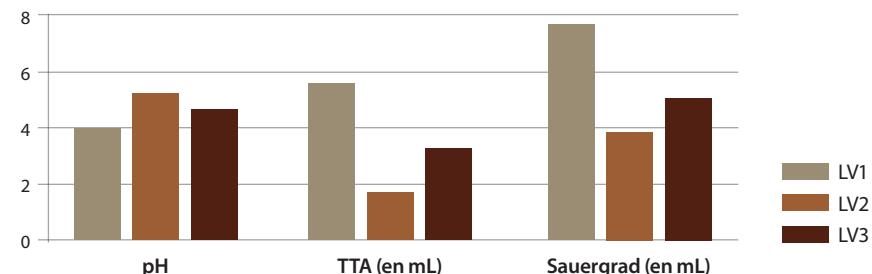
Le type de **ferment panaire** utilisé conditionne largement la prise de volume : le ratio bactéries/levures et le type de bactéries et de levures mises en jeu modifient en effet l'acidité de la pâte, mesurée

Figure 8. Effet du sel sur l'activité des levures



Source : Cauvain 2015, page 93

Figure 9. Effet du ferment panaire sur l'acidité (pH, TTA et le Sauergrad (fermentation sur blé à 26°C, 24 h).



Source : Lesaffre

par le pH, l'acidité titrable totale (TTA) et/ou le Sauergrad (volume en mL d'une solution de soude versée pour remonter le pH à une valeur basique de 8,5, contre 6,6 pour la TTA) (Figure 9).

La phase (liquide ou pâteux) du levain participe également au résultat final :

le levain pâteux ralentit la baisse de pH délétère pour l'activité des levures, préservant ainsi leur métabolisme et favorisant le volume final des produits.

Ainsi, au-delà de la levure boulangère ajoutée au pétrin, trois ingrédients majeurs sont susceptibles d'influencer le volume (voir Figure 10) : la farine, l'eau et le levain. Pour autant, l'effet du levain (et donc des souches de bactéries et de levures mises en jeu) ainsi que celui des céréales de la farine (blé, seigle, etc.) restent les plus prégnants dans les conditions habituelles de panification.

2.2. Process

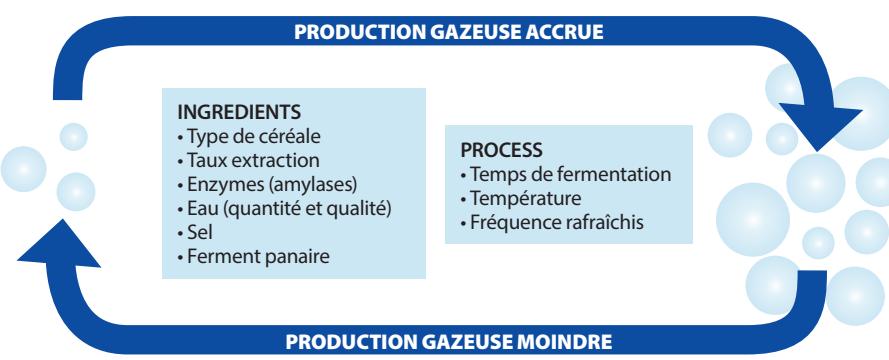
L'effet du process sur la prise de volume passe par plusieurs facteurs d'influence (Figure 10).

• Le temps de fermentation

Plus il est long, plus il laisse la part belle aux bactéries (les « marathoniennes » du levain), au détriment des levures (les « sprinteuses » du levain) qui « démarrent » vite (à une température de 30°C, les levures se développent de 1,6 à 1,9 fois plus rapidement que les bactéries) mais perdent progressivement

« Le type de ferment panaire utilisé conditionne largement la prise de volume. »

Figure 10. – Schématisation de l'impact du levain sur le volume final du produit de panification



du terrain dans une pâte de plus en plus acide (Figure 11).

• La température

Plus elle est élevée ($> 30^{\circ}\text{C}$), plus le pH s'effondre (Figure 12) pénalisant l'activité des levures ; à l'inverse, des températures plus basses ($20\text{-}25^{\circ}\text{C}$) s'avèrent plus favorables aux levures et donc au dégagement gazeux lié à leur métabolisme.

• La fréquence des rafraîchis

Plus ils sont fréquents, plus les levures sont favorisées, plus le volume du produit augmente.

• L'environnement boulanger qui peut interagir sur les qualités du levain.

Le process impacte fortement le volume. Il représente le levier le plus important pour accroître le volume sans augmenter la quantité de levure mise en jeu.

3. Solution aux alternatives classiques

3.1. Trop faible dégagement gazeux

Un trop faible dégagement gazeux se traduit par des pains plats. Ainsi, sauf à ce que la matrice du pain ne permette pas la rétention des gaz produits durant la fermentation, le manque de volume est souvent lié à une **trop faible production de gaz par le levain** durant la fermentation. Le tableau 2 page suivante donne des exemples de facteurs correctifs classiques en termes d'ingrédients clés et de process en cas de trop faible dégagement gazeux lors de la fermentation et donc de manque de volume. Cette liste n'est pas exhaustive.

A noter : si la fermentation s'est déroulée à un rythme normal et que le manque de volume final s'avère lié à un piètre gonflement durant la cuisson, un manque de rétention des gaz doit être envisagé. Les voies d'explications, qui ne relèvent alors plus du levain mais du réseau de gluten, peuvent là encore être multiples (apport énergétique trop faible durant le pétrissage,

Figure 11. Effet du temps de fermentation sur l'acidité (Levain LV2 liquide sur blé, 26°C)

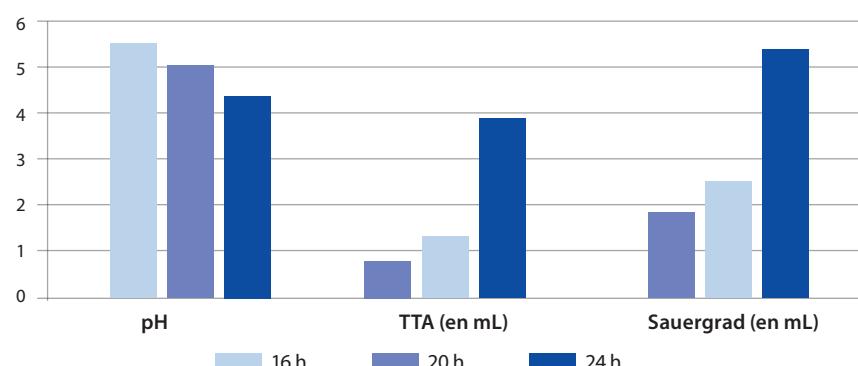
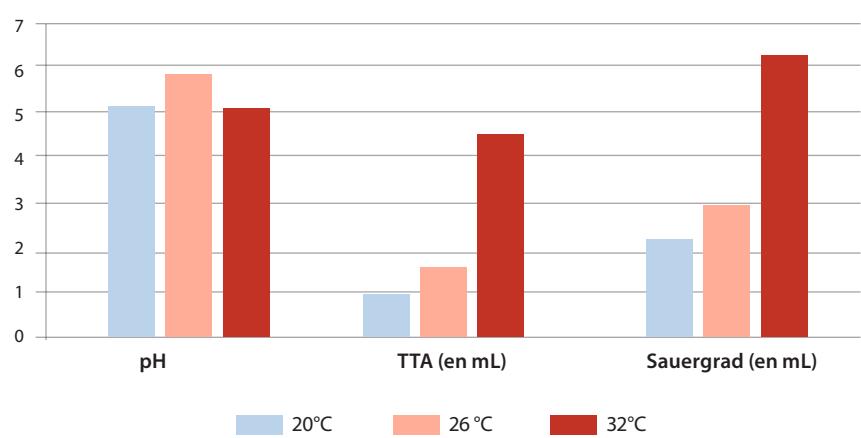


Figure 12. – Effet de la température (20 , 26 ou 32°C) sur l'acidité (ferment panaire LV4 sur blé).



« Le manque de volume est souvent lié à une trop faible production de gaz par le levain durant la fermentation. »

Temps de pétrissage trop court...), certaines d'entre elles impliquant le levain (protéolyse trop élevée) (Cauvain et Young, 2009).

des levures) ou de process (augmenter la température de fermentation).

3.2. Trop fort dégagement gazeux

Un trop fort dégagement gazeux induit une grigne éclatée, une irrégularité de forme.

Les corrections pouvant être mises en œuvre sont symétriques de celles proposées dans la situation inverse d'un trop faible dégagement gazeux, que ce soit en termes d'ingrédients (réduire la fréquence des rafraîchis par exemple pour favoriser le développement bactérien au détriment du développement

Ainsi, une adaptation des ingrédients et/ou du process permettent de corriger des défauts de volume liés au levain. Sauf à ce qu'un problème majeur au niveau des ingrédients (levain mal conservé, trop faible libération de sucres pour nourrir le levain) ne joue le rôle de facteur limitant, l'obtention d'un pain alvéolé à la force du levain repose en général sur une adaptation du process, avec une fermentation longue, des rafraîchis fréquents, une température pas trop élevée, etc. Pour autant, on ne peut attendre des pains au levain un volume final comparable à celui des pains à la levure.

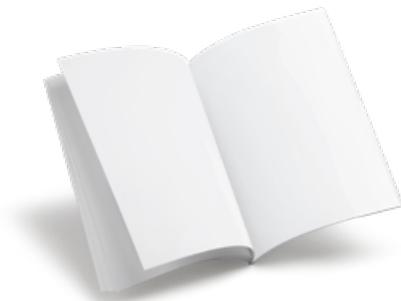
Tableau 2. Corrections à mettre en œuvre en cas de trop faible dégagement gazeux

CORRECTION ENVISAGEABLE	FORCE DE L'EFFET	MÉCANISME DE LA CORRECTION
INGRÉDIENTS		
Ajouter de la levure dans la limite de la réglementation (ex : en France, dans la limite de 0,2% maximum du poids de farine pour l'appellation "pain au levain")	+++	Renforce la présence de levures dans l'équilibre levures/bactéries du levain
Opter pour des levains pâteux	+	Ralentit la baisse de pH
Ajouter des amylases	++	Libère davantage de sucres simples à partir de l'amidon, permettant de nourrir l'activité fermentaire
Augmenter l'hydratation	+	Favorise l'activité des levures et permet de gagner en volume
PROCESS		
Optimiser le temps et la température de stockage du levain (stockage court entre les rafraîchis)	++	Évite la perte du pouvoir fermentaire du levain au fil du temps, surtout s'il est stocké à des températures supérieures à 4°C
Augmenter la fréquence des rafraîchis	+++	Favorise l'activité des levures (à température ambiante, il est nécessaire de rafraîchir le levain toutes les 8 à 10 heures)
Réduire le ratio rafraîchi/farine	+	Favorise le développement des levures
Retarder l'ajout de sel jusqu'à environ 2/3 tiers de l'apprêt	+	Permet de temporiser l'effet négatif du sel à fortes doses sur les levures
Réduire la température de fermentation	+++	Limite la multiplication bactérienne : des températures de 20 à 27°C favorisent l'activité des levures et donc le développement de la pâte
Allonger le pointage	++	Laisse davantage de temps pour la multiplication des micro-organismes
Rabattre la pâte	+	Améliore la rhéologie de la pâte, favorisant la rétention gazeuse

Conclusion

Les levains, mélanges d'eau et de farine, hébergent un mélange de bactéries et de levures à l'origine de fermentations. Lors d'une panification au levain, la production de CO₂ responsable de la prise de volume repose principalement sur le métabolisme des levures, les bactéries ne participant qu'à la marge à la production de gaz. Certes, de nombreux paramètres de gestion du levain et de la fermentation influent sur le volume final du produit de panification. Pour autant, il n'existe pas seule et unique « bonne conduite du levain » à suivre. Le boulanger va s'adapter et éléver son levain en fonction du produit qu'il souhaite obtenir. Autant de manières de faire à l'origine de la pluralité des pains au levain. Lorsque la prise de volume des produits de panification fermentés s'avère insuffisante, l'identification des causes repose sur une observation approfondie du process et sur l'application systématique des connaissances et expertises. Avec une double difficulté : de nombreuses causes possibles au manque de volume sont "cachées" (par exemple un changement dans les propriétés de la farine) et ne se révèlent que lorsque le produit sort du four ; et de multiples causes peuvent expliquer un seul et même défaut de volume. Fortes de leurs expériences et expertises approfondies en panification, les équipes de Lesaffre disposent des moyens techniques pour accompagner les boulanger et leur proposer une solution adaptée à leurs clients.

Bibliographie



Arora K, Ameur H, Polo A et al. (2021). Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: A systematic review. *Trends in Food Science & Technology*. 108 (feb 2021):71-83.

Brandt MJ. (2006). Importance of raw material components. Handbuch Sauerteig. Edited by Brandt M et Gänzle M. ed. Behr's Edition. ISBN: 978-3-89947-166-3.

Cauvain SP. (2007). Bread - the product, in *Technology of Breadmaking*, 2nd edn. (eds S.P. Cauvain and L.S. Young), Springer Science+Business Media, New York.

Cauvain SP, Young LS. (2009). More baking Problems solved. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC. ISBN 978-1-84569-382-4

Cauvain S. (2015). *Technology of Breadmaking*. 3rd edition. Springer International Publishing Switzerland. ISBN 978-3-319-14686-7.

Gänzle M et Gobetti M. (2013). Physiology and Biochemistry of Lactic Acid bacteria. Handbook on Sourdough Biotechnology. Springer, pp. 183-2016. Hardcover ISBN 978-1-4614-5424-3.

INBP, Institut national de la boulangerie pâtisserie. (1996). Les Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie. N°49. Mars 1996

Loiez A. (2003) Production de la levure de panification par biotechnologie. Techniques de l'ingénieur, traité Génie des Procédés. Référence J6013. 10 mars 2003.

Pelmont Jean. (2005)/ Biodégradations et métabolismes. Les bactéries pour les technologies de l'environnement. EDP Sciences. 798 pages. ISBN : 2-86883-745-X

Lesaffre Technical Library*

*Bibliothèque technique Lesaffre

La *Lesaffre Technical Library* est un fond documentaire destiné aux professionnels de la panification à la recherche d'informations précises et objectives sur leur métier. Elaborées par des experts en panification Lesaffre, provenant de tous les continents (techniciens boulanger, formulateurs, ingénieurs de recherche...), ces parutions répondent aux attentes des boulanger en leur apportant un regard technique et scientifique à la fois accessible et exigeant. Les thèmes abordés sont nombreux et variés, et couvrent l'ensemble des problématiques du moment : familles de produits, types de panifications, process, fonctionnalités...

Pour aller plus loin



1292

Le métabolisme
des levains



1299

Génétique et métabolisme
des levures

Acteur référent sur le plan mondial, Lesaffre conçoit, produit et apporte des solutions pour la panification, la nutrition, la santé et la protection du vivant, à partir de levures, ingrédients et autres produits de fermentation. Proche de ses clients et ses partenaires, Lesaffre entreprend avec confiance pour mieux nourrir et protéger la planète.

Contact : Stéphan Béague • + 33 3 20 81 61 00 • s.beague@lesaffre.com

LESAFFRE