

Le levain à froid

0. Petit historique des tentatives de la maîtrise par le froid du levain

Il ne s'agit pas de dire que le levain est frileux, mais le texte qui va suivre, veut s'entretenir sur la pratique du levain dont la vie au froid positif (au dessus de 0°C) permet une pratique plus simplifiée au niveau de l'organisation du travail.

On peut déjà revenir à Antoine A. Parmentier qui s'interrogeait en 1778 sur *"l'esclavage pénible où sont les boulangers d'épier le jour et la nuit ce qui se passe dans leur levains et sur la gêne continuelle de les rafraîchir trois ou quatre fois, ce qui ne laisse à peine à cette classe d'artiste, trois heures de suite au plus pour se livrer au repos"*, *"...ne serait-il pas possible de les soustraire à un pareil travail et de produire le même effet en n'employant d'abord très peu de levain, le délayant dans l'eau froide avec beaucoup de farine en donnant à la pâte de la consistance et l'exposant dans un endroit frais afin de mettre des entraves au travail prompt de la fermentation, d'en ralentir pour ainsi dire l'activité et d'opérer par ce moyen en douze ou quinze heures, ce qui arrive ordinairement dans l'espace de trois heures avec l'eau tiède ou chaude, moins de farine, une pâte molle et peu travaillée"* ¹

Il est clair que si déjà dans le contexte du 18^{ème} siècle (pas de conditions de travail légiférées), on s'interrogeait, que dire lorsque la profession est confrontée à la vague naissante de la mécanisation à la moitié du 19^{ème} siècle.

Fleurisse à cette époque, des initiatives principalement basée sur la conservation du levain.

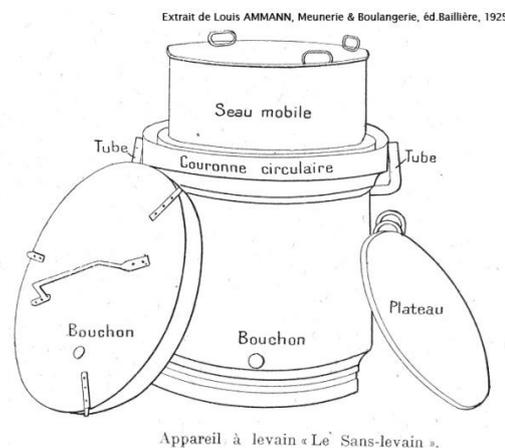
Genre de bain-marie qui grâce à sa double paroi, où l'on introduit de l'eau chaude ou froide permet quelque peu de réguler la température fluctuante entre le jour et la nuit. Tentative qui rencontrera que peu de succès, du fait que la panification à la levure prend le dessus sur la méthode au levain, lourde en temps, dépendante à la température ambiante et qu'en plus, les conditions sociales s'amélioreront.

Au 20^{ème} siècle, sur ces contraintes liées au levain, horaires coupés, présence en soirée, sursalaire pour les heures de nuit, l'apparition des fermenteurs et des starters de levains ne solutionneront pas tout pour les adeptes de la fermentation au levain.

Les premiers boulangers qui pratiqueront la fermentation au levain avec l'intervention du froid pouvaient dès les années 1960, lui appliquer la pousse contrôlée, dite conditionnée avant cette date ². C'est le cas de l'initiateur de "l'apprêt longue durée", Michel Bouton.

Un des précurseurs du travail à froid du levain qui travaillait en restauration, remarque, que;
-/ soit, il devait se lever à 3 heures du matin pour que les pains au levain soient prêt à midi,
-/ soit essayer de faire la pâte la veille et la laisser en chambre froide pour avoir du pain bien frais et au levain sur table au repas de la mi-journée ³.

C'est ce procédé qui réussit à plusieurs boulangers, aidé par l'utilisation des levains liquides issus de fermenteurs milieu des années 1990.

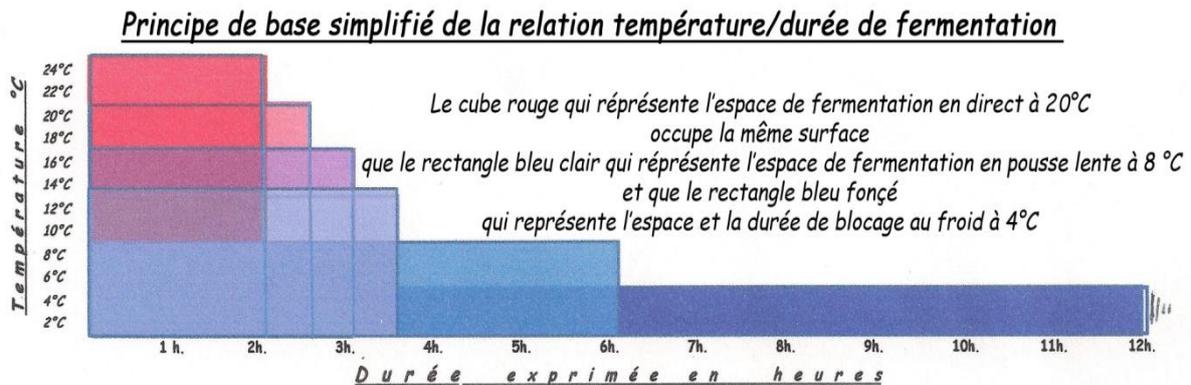


1. Les principes de base de l'intervention de la pousse froid

Il s'agit d'une cuisson différée de la pâte, en ne passant pas par la case congélation et en restant dans la zone dite froide positive allant de 0°C à 18°C dans le cas de fermentation panaière.

1.1 Relation température et durée en fermentation

Là voilà résumée dans un schéma proposé par un des meilleurs témoins du forum technique de boulangerie.net dont on tire pas mal d'échanges et témoignages (voir Bibliographie) .



Comme tout schéma simplifié, il est là pour aider une réflexion de départ et servir de premier pas pour la compréhension. Il résume le fait que plus on descend vers le froid plus on allonge la durée de la fermentation ⁴.

1.2. Lexique de la fermentation au froid positif

Une détermination est nécessaire pour se comprendre dans cet exposé reflétant non pas une mais des méthodes.

On peut en effet dans toutes ces **POUSSES À FROID**, distinguer, principalement

- celles qui sont bloquées (autour de 2°C) ou qui fermentent lentement (autour de 10°C)
- celles qui poussent au froid en pâte (pointage-bac) ou en pâtons déjà pré-formés

Le pointage ou pas, avant l'entrée dans la zone froide, la détente et le pointage après la sortie de l'enceinte froide, l'enfournement immédiat ou après une fermentation apportée par une remontée en température, sont aussi des variantes souvent plus propre aux produits et organisations ou choix plus personnels.

La pousse à froid est approchée sans l'appareil de pousse contrôlée et programmée thermiquement et en hygrométrie pour simplement comprendre les bases de cet outil. Et de permettre l'emploi de la pousse à froid sans cet investissement qui notons-le va faciliter grandement le contrôle des paramètres spécifiques à la pousse différée par le froid positif.

POUSSE CONTRÔLÉE (PERMET DE REFRROIDIR ET PUIS DE RÉCHAUFFER LE PÂTON POUR L'HEURE DE CUISSON). NÉCESSITE UNE ENCEINTE

☉ | ___ / 11 h. à 4°C / 8 h. à 18°C | - |

POUSSE LENTE (PERMET DE LAISSER LEVER À BASE TEMPÉRATURE LES PÂTONS DÉJÀ FORMÉS)

☉ | 12 h. à 10°C | - |

POINTAGE BAC OU POUSSE RETARDÉE (PERMET DE LAISSER LEVER À BASSE TEMPÉRATURE LA PÂTE -MISE EN BAC-)

☉ | 12 h. à 10°C | ___ | - |

POUSSE BLOQUÉE OU BLOCAGE AU FROID POSITIF (PERMET DE BLOQUER LA FERMENTATION DE LA PÂTE OU DU PÂTON)

1 h. à

☉ | 26°C / 18 à 48 h. à 4°C | ___ | - |

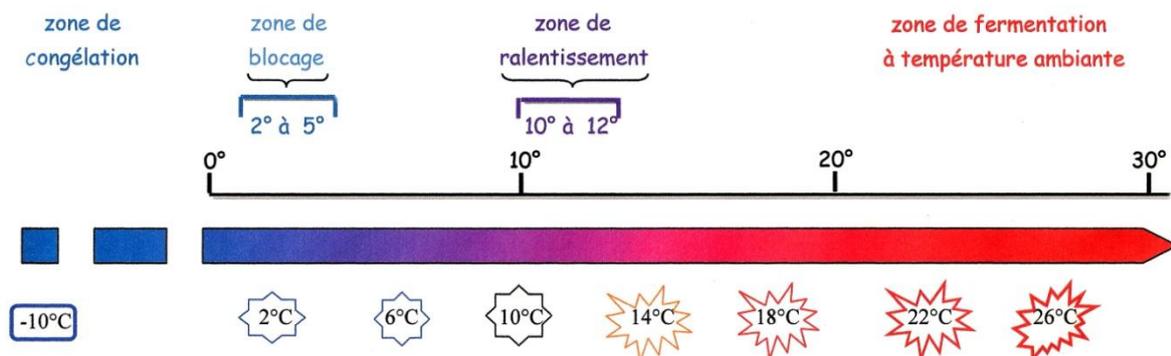
1.3. La vie au ralenti de la microflore du levain

Autres principes de base de la fermentation au froid, les limites de vie des microorganismes de la fermentation au levain naturel (les levures et les bactéries lactiques) et aussi ce qui peut interpeller; respecter l'équilibre qui s'est établi dans cette microflore, entre les microorganismes (principalement le rapport bactéries lactiques et levures du levain), en clair est-ce que le froid ne défavorise pas une espèce de microorganismes par rapport à l'autre.

On a beaucoup d'études sur la difficulté de vivre des levures lors de la congélation et décongélation, on sait ainsi que les microorganismes survivent tant bien que mal à l'entrée puis la sortie de froid plus intense ⁵ que le froid positif qui nous intéressent. La sporulation des levures et des bactéries lactiques du levain ⁶ est aussi un mode de préservation de vie bien connue des microorganismes qui nous font dire que c'est des "durs à cuire" et que ceux-ci traversent les situations extrêmes en vie inhibée (presque comme une hibernation prolongée) mais pas de mortalité. Les microorganismes du levain sont comme les scouts; "toujours prêt" à se manifester dès que la situation redevient viable et la sortie de l'endolorissement par le froid est assez rapide, c'est plus une phase de latence qu'un stress plombant l'activité fermentaire. Il faudra beaucoup d'observations, de "lecture de pâte", voire essais, afin de "cadrer" la méthode qui convient le mieux. Et là l'expérience émise au sein du forum www.boulangerie.net est riche de multiples appréciations ⁷.

Le froid positif de 0 à 4°C bloque assurément la fermentation.

Arrivé dans des zones de 10°C à 12°C, c'est la vie au ralenti, d'où l'expression pousse lente.



Dans ces zones de blocage ou ralentissement de la fermentation on sait que c'est les levures qui sont un tout peu plus frileuse que les bactéries lactiques ⁸. Comme le rapport entre levures et bactéries des levains naturels ont des variantes allant de 1 lev./10 bact.lact. jusqu'à 1 lev./1.000 bact.lact., on pourrait presque dire que dans cette fourchette importante, le froid est un des nombreux éléments ⁹ qui va jouer sur l'identité de chaque levain ¹⁰. Ici le froid, en grande majorité, ne sera plus "naturel" puisqu'on doit le créer par, au moins, un frigo.

Ce sera principalement sur le rapport bactéries lactiques homofermentaires et hétérofermentaires que le froid sera le plus influent. Là, il est clair que les bactéries homofermentaires ne seront pas favorisées par rapport à celles produisant une fermentation lactique hétérofermentaire ¹¹ (celle qui produit de l'acide acétique en plus de l'acide lactique). C'est pour cette raison que l'on peut également s'apercevoir que le lactobacille *San Franciscensis* (ex- *Lactobacille Brevis* ssp. *Lindneri* chez G.Spicher, p.85) est probablement de plus en plus recensé dans les microflores de levain actuels, non seulement par le démarrage

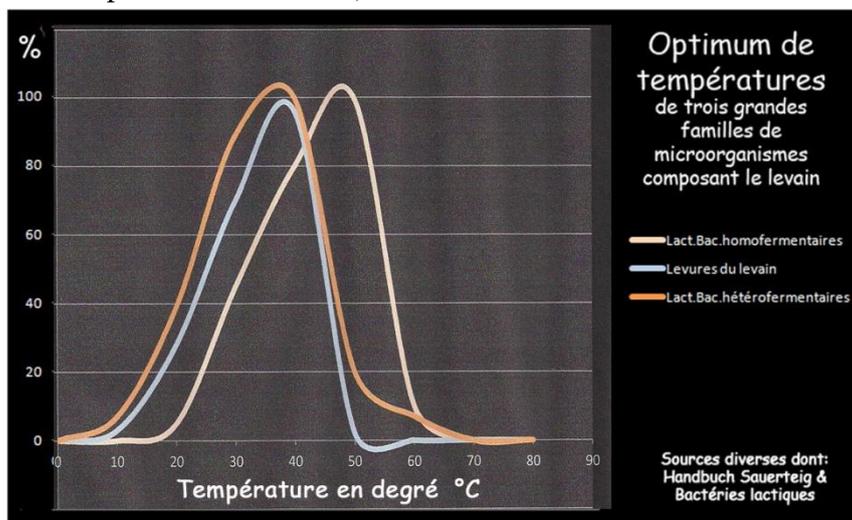
à partir de souches commerciales présentes sur le marché, mais aussi par le travail au froid positif des levains qui favorise cette espèce de lactobacille hétérofermentaire.

Sur pâte blanche, il faut aussi relativiser cette différence entre acidité (lactique et acétique), par le fait que la fermentation -par conséquent acidification- étant moindre, le rapport entre les acides en devient moins important ¹².

Sur pâte composée de farine complète, cela pose peut-être problème avec une fermentation au levain. Puisque la fermentation au levain devrait pouvoir rendre disponible les minéraux qui grâce aux enzymes, (de la farine, pas des microorganismes), hydrolyse l'action de l'acide phytique, liant minéraux et cet acide phosphorique.

Comme l'optimum d'activité de ses enzymes (phytases) se situe vers les 55° C ¹³, on peut se poser la question, si le froid risque d'être un élément limitant l'hydrolyse (dégradation) de l'effet chélatant (fixant) les minéraux sur l'acide phytique et les rendant non bio-assimilable pour la nutrition.

Dans les catégories de pains qui sont les plus difficile à maîtriser en pousse à froid, c'est aussi les pains (boules, tourtes) de farine complète qui exige probablement plus de mise au point puisqu'on signale souvent des abcès de forçage fréquents lors du choc thermique (passage du froid à la température de cuisson).



Ce tableau reprend des températures par familles de microorganismes. Il s'agit de courbes assez généralistes. Il est souvent difficile de connaître sa microflore de levain et de lactobacilles

1.4. Quel ensemencement de levain pour des pousses à froid ?

La pousse lente reçoit, dans nos témoignages du forum de boulangerie.net, un pourcentage de 30% à 50% de levain, souvent liquide ¹⁴ par facilité, et de par l'existence des fermenteurs. Si l'on transpose le levain liquide (100% d'hydratation de pâte). En termes et pourcentage de levain dur, (66% d'hydratation) cela donne respectivement 20 et 38 % de levain.

Cela peut être un avantage ce milieu liquide du levain plutôt que le levain dur, puisqu'il dissout plus les matières minérales et autres susceptibles de freiner l'action des microorganismes ¹⁵. Mais, cela ne fait que reculer l'échéance d'un milieu obligatoirement pâteux, pour donner au final un pain ¹⁶.

1.5. Levain sur combien de rafraîchis ?

Dans quel état le levain qui va ensemer une pâte en pousse à froid (sans ajout de levure) doit-il être ? Pour éviter l'acidité sur pâte de farine blanche, le recours au procédé de mise au point sur plusieurs rafraîchis est souvent noté, mais assez curieusement les trois rafraîchis sont parfois cités comme un rafraîchi de trop. Cela "fatigue" le levain ¹⁷, une expression ancienne du temps des fours à bois en direct est reprise pour un procédé que l'on peut traiter de "moderne".

1.6. Salé ou pas le levain qui va ensemer la pâte mis au froid

Le sel doit-il faire partie du levain mis au froid, où ne doit-il s'ajouter que lors de la confection de la pâte ? Il est clair que la teneur en sel va plutôt limiter une fermentation. Dès lors, l'ajout de sel ne doit se penser que si on veut apporter un frein en plus du froid. Dans les témoignages du forum, lorsque l'on mentionne cet apport, on parle de dose de 2 % dans le levain. Ce qui va un peu à l'encontre de la remarque précédente. Une pâte de farine intégrale contient déjà ses sels minéraux, tandis qu'une farine blanche pourrait être traitée de carencée en sels minéraux du fait qu'ils sont extraits par le tamisage.

Un tout autre débat toutefois est la volonté de diminuer les doses de sel en panification (donc ici pour la pâte, plus le levain précédant celle-ci) et le levain est justement un apport de goût qui a moins besoin de compenser en épices (sel) la pâte ¹⁸

1.7. A quelle température le levain tout-point ?

Le levain tout-point peut-il être froid avant d'ensemencer la pâte ? Là encore les témoignages du forum divergent. Un témoignage des plus expérimentés dit sortir son levain du frigo à 6°C, ce qui nécessite un réajustement dans le calcul de la température de l'eau de coulage pour arriver à $\pm 25^{\circ}\text{C}$. D'autres, qui sortent le levain du fermenteur seront également dans ces zones de froid positif, mais souvent ces témoignages ajoutent une faible dose de levure, ce qui ne concerne pas notre approche. Si l'on ne veut que compter sur la microflore du levain, il faut multiplier celle-ci à partir de levain-chef conservé au froid et effectuer un ou deux rafraîchis. Afin d'arriver à une température suffisante pour multiplier suffisamment la microflore (voir le tableau; Temps de génération des microorganismes du levain dans les notes) la température de base se rectifiera pour arriver au moins au 25°C . pour le rafraîchi de levain précédant la pâte.

1.8. Un temps de pousse avant la mise au froid ?

Ce choix dépend si l'on fait une pousse à froid de la pâte ou du pâton. Dans le cas de la pâte un pointage de 2 heures est souvent mentionné avec au besoin un rabat à près d'une heure ¹⁹. Lorsque qu'il s'agit des pâtes levurées mis au froid positif, ce pointage ne dépasse pas souvent une heure et cela s'explique facilement puisque le nombre de microorganismes de la fermentation sont plus nombreux qu'avec un levain. Ici avec la dose pratiquement auto-régulée du levain naturel et l'acidité explique la différence de tenue de la pâte au pointage.

Avec les pâtons mis au froid, les températures de blocage arriveront plus vite à coeur, ce qui ne sera pas le cas de bac de pâte évidemment. Ce temps de pousse avant la mise à froid est le point le plus controversé, car il enclenche la dégradation de tréhalose (sucre procurant résistance au froid) ²⁰ alors que le microorganisme entre dans une phase, où il en aura justement besoin de cette propriété. Le pointage avant mise au froid présentera également plus de risque de cloquage à la cuisson.

1.9. Le temps de détente et de pousse après la mise à froid ?

Le levain va retrouvé dans une fourchette de \pm un quart d'heure sa force de pousse, certaines levures du levain retrouvent l'activité dès les 4°C. On sait qu'ensuite dans la plage de 10 à 20°C une multiplication de 1,5 % s'effectue de 5°C en 5°C, puis de 20°C à 40°C, une élévation de 1°C entraîne une augmentation de vitesse de fermentation de 8 à 12% pour la levure de boulangerie, ce qui peut être indicatif pour les levures du levain, moins performantes que les souches de levureries ²¹.

2. Votre méthode de pousse à froid ?

Choisir entre pousse lente & blocage, ainsi qu'entre pointage & apprêt à froid

Pour mettre au point la méthode au froid qui vous intéresse, il est logique que c'est le type de production et votre organisation de travail qui va la déterminer.

L'avantage d'une pousse à froid est principalement de l'ordre de la rationalisation des heures de nuit et d'une meilleure réactivité au niveau de la vente de produits frais, voire chaud.

Ici, si c'est sans chambre à fermentation contrôlée, on va devoir simplement s'aligner sur les capacités plus limitée d'un frigo et dans de très rares cas mentionnés d'une bonne cave ²².

Pour les praticiens qui ont eu la capacité de comparaison des deux méthodes (différée par le froid ou non différée), les pousses à froid ne représentent pas un avantage marqué au niveau goût. Au niveau de l'aspect final, ce ne serait un peu moins développé et avec le risque de cloquage à envisager.

Par contre, comme l'écrit un des meilleurs témoins sur le forum boulangerie.net, si l'on doit comparer les deux méthodes au niveau organisationnel, c'est la victoire par K.O. des méthodes de pousse à froid sur les méthodes non différées. Le but n'est pas de gagner du temps, mais d'optimiser l'organisation de la production et l'utilisation des ressources en matériel (enchaînement des cuissons au four, nombre de chambres,...) et en personnel par l'organisation des équipes ou heures de jour et de nuit.

2.1. La pousse contrôlée (bloquée et/ou lente), ou la présentation de l'outil.



La pousse contrôlée sera proposée sur le marché en tant qu'outil dans le début des années 1960 (enceinte contrôlant toujours mieux les niveaux d'hygrométrie ainsi que thermique - refroidissement et réchauffement-). Comme c'est l'outil qui permet cette maîtrise des paramètres de la fermentation, il devient peut-être pertinent de connaître l'évolution que va vivre la "chambre de pousse contrôlée" et d'étudier au point 3 suivant, les choix; pousse lente ou blocage et passage au froid du pointage (la pâte) ou de l'apprêt (le pàton).

C'est en plein boom du pétrissage intensif et du pain blanc assez bien oxydé que l'outil s'installe sur le marché. La pousse lente et un peu après le blocage au froid (de 0 à 2°C) seront préconisés, puis la surgélation suivra. On est aussi dans une époque où la pratique du levain comme seule force de pousse n'est pas tellement à l'ordre du jour. C'est la levure qui

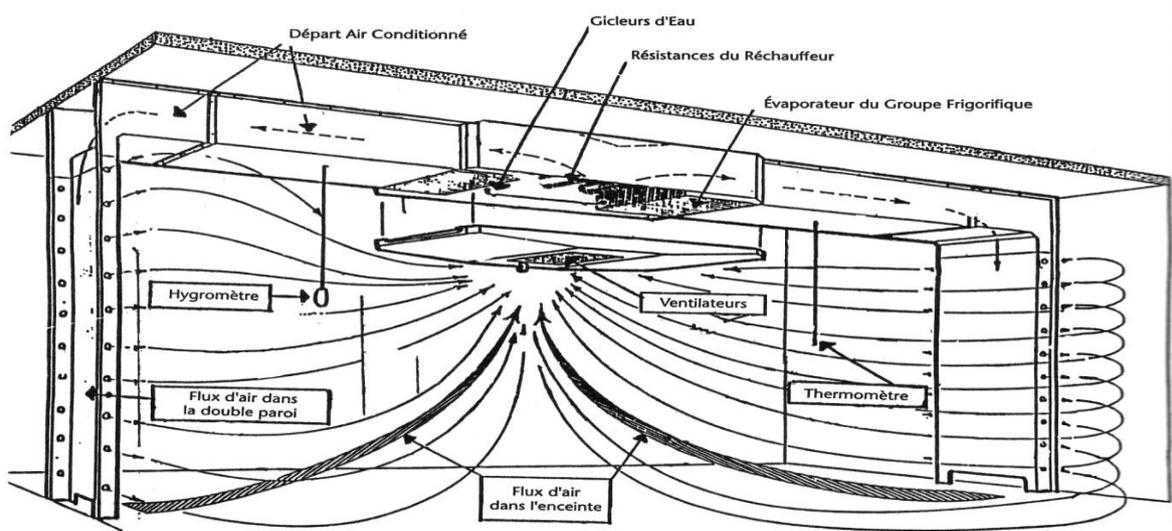
ensemencement souvent les pâtes avec des doses importantes, surtout la surgélation. Pour ces dernières méthodes, de 2% à 4 % au kilo de farine sont souvent utilisés²³. En pousse lente, par contre, une faible dose d'ensemencement de levure, sera appliquée selon une règle que l'on veut facile à retenir (dite, la règle de trois -3 X 10-) 10 grammes de levure au kilo de farine, 10°C et 10 heures de fermentation. Mais, encore une fois, cette règle n'est qu'indicative²⁴. L'emploi de la chambre de pousse contrôlée permet de programmer pour le petit matin, une lente réchauffe pour la pousse du produit; par exemple, 5 h. à 18°C ou 10 h. à 12°C. Trente années après les débuts des enceintes climatisées, le décret français de 1993, instituant le pain de tradition sans additif (maturateur rapide; acide ascorbique, E 300 & anti-cloques, datas-esters E 471) et sans congélation, va presque obligatoirement transférer l'identité de la pratique artisanale en boulangerie différée, du froid négatif vers le froid positif²⁵. L'approche technique de l'outil chambre de fermentation contrôlée, est l'occasion d'approfondir le point relatif à l'humidité ambiante et le problème de la transformation de l'humidité rejetée par le pâton, sous forme de cloques après cuisson.



L'hygrométrie est importante dans le processus des chambres à fermentation, puisque le froid sèche²⁶. Une diffusion de vapeur d'eau maintient le taux d'hygrométrie vers les 70° ou plus²⁷ pour empêcher le croûtage et bien régler l'humidité ambiante de l'enceinte, afin d'éviter l'apparition de cloques ou pustules²⁸.

Les nécessaires et inévitables maladies de jeunesse de l'outil feront apparaître une nécessité de réglages au niveau circulation du froid et de l'humidité pour bien qu'ils soient réparti dans la chambre à fermentation. Comme on peut le remarquer dans le schéma qui suit, une chambre à fermentation n'est pas une chambre froide, il ne faut pas d'isolation au sol, un évaporateur sans aspiration direct sur les pâtons, aucune étanchéité en partie haute pour permettre l'aspiration d'air extérieur et une puissance frigorifique plus forte²⁹.

Principe de fonctionnement d'une enceinte pour pousse contrôlée



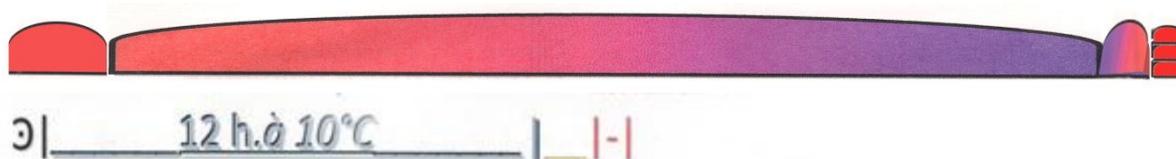
Extrait de A.CHARLÈGELEGUE, R.GUINET, O.NEVERNEUF, B.ONNO et B.POITRENAUD, La fermentation, publié dans La panification française, éd. Lavoisier 1994

L'outil qu'est cette enceinte permet toutes les variantes possibles. Au début, lorsque la pousse a froid s'appelait encore, l'apprêt longue durée, c'est le froid ralentissant la fermentation qu'était la prérogative plutôt que le blocage³⁰, et c'est ce qui sied le mieux à la fermentation au levain si on la souhaite naturelle. Le blocage au froid qui fera descendre les températures de 10°C plus froide, induit souvent une plus longue durée de stockage au froid et plus de craintes de cloquage et de difficultés de maintien des forces de développement.

La performance de l'outil fera que ce sera les conditions les plus difficiles (long stockage, pâte complète, pâte fort hydratée,...) qui devraient bénéficier de l'espace de stockage que permet le meuble. Car l'enceinte permettant le contrôle des paramètres a un prix d'achat³¹ que les budgets ne permettent toujours d'agrandir en espaces, dites cellules, surtout pour les débuts de petites entreprises évitant le surendettement.

3. Pousse lente ou blocage

3.1. La pousse lente en pàton ou en pointage-bac.



La fourchette de température donnée pour la zone de ralentissement dans le schéma précédent peut bien sur être élargie.

De 10° à 12°C est un peu comme l'épi-centre de 5 à 14°C, voire 18°C. A vous d'ajuster³², suivant le point 1.1. de ce texte (relation entre température et durée de fermentation).

Les taux d'hydratation de la pâte sont dans les plus consistantes des pâtes de 55%. A l'inverse certains vont jusqu'à 80% d'hydratation, même plus, grâce à l'apport supplémentaire venant lors d'un bassinage. La forte hydratation étant souvent liée à une recherche importante d'alvéolage, plus propre aux pains plus riches en croûte qu'en mie, mais dans ce cas, l'attitude de ne pas allonger trop le durée du pousse lente est souvent préférée³³.

La dose d'ensemencement est plus rarement débattue que la durée qui devrait être d'au moins 12 h. suivant la température³⁴.

Signalons aussi que si ce le levain est liquide, il est aussi plus sensible aux attaques de bactériophages³⁵ (virus détruisant les bactéries acidifiantes). Cas peu recensé, (voire difficilement diagnostiquable) mais plausible, à envisager lors de diagnostic de levain ne réagissant plus, puisqu'il faut alors repartir sur de nouvelles bases (refaire -5 jours- et/ou "emprunter" un levain-chef à un confrère dans l'immédiat).

Avant l'entrée au four le pàton ne sera précédé d'un temps de mise à température que pour les pains riche et mie et complet. Par contre la baguette accepte parfois bien ce choc thermique du passage d'un produit froid directement au four et le forçage au coup de lame ouvre ou grigne bien les crans indiqués par la scarification. C'est une méthode de pousse à froid qui permet de faire face avec une bonne réactivité aux grosses demandes expresses.

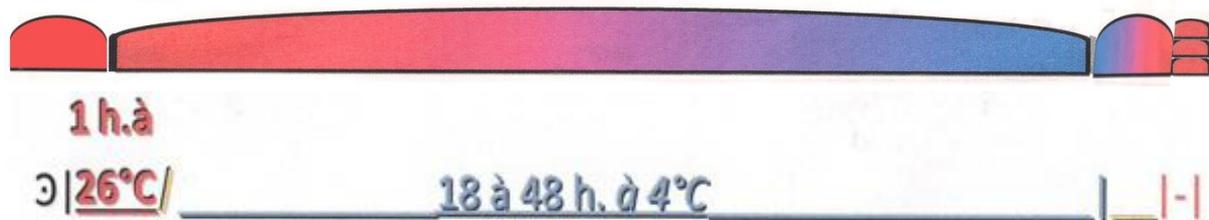
Cette manière de procéder permet comme les autres méthodes de différer la cuisson d'une même pâte et évite une démarche doublée de confection de pâte.

La pousse lente peut s'effectuer en pointage sur la masse de pâte, puis être divisée.

C'est toutefois la meilleure méthode par rapport au blocage pour produire des pâtons en pousse à froid.

Pour éviter le croûtage des pâtons dans le froid sec d'un simple frigo par exemple, la couverture d'une toile doublée par un plastique aidera pour éviter la formation d'une pellicule plus sèche sur la surface supérieure de la pâte.

3.2. La pousse bloquée ou retardée ou pointage-bac bloqué



On est ici avec des zones de pousse à froid qui bloquent la fermentation, dans une zone qui peut aller de 0 °C à 4°C et semble plus appropriée au pointage-bac, c'est à dire au blocage lors du pointage de la pâte. Pour certains professionnels, le blocage jumelé à la pousse lente en pâtons donne aussi la possibilité d'étalonner en début de journée et de rationaliser la cuisson sur la journée voire la fabrication sur la semaine des pains spéciaux qui se vendent en petites quantités et permettent d'étaler une offre en frais plus importante.

Le blocage au froid est parfois précédé d'un court pointage à température et peut nécessiter une courte durée nécessaire à la détente (10') après division et avant l'allongement. Principalement pour des pièces de boulangerie de poids un peu plus conséquent (de 800 grammes et plus...) dans le cas du blocage sous forme de pâtons une durée de remise à température sera bénéfique.

Pour les pièces de très petites tailles (en dessous de 200 gr.) comme le froid sèche, ce n'est pas la méthode indiquée. Lors de passage au froid bloquant, on conseille également de ne pas faire excéder le poids du pâton à diviser de 5 à 6 Kgs. Plus lourd, il faut tenir compte lors de la mise au frigo d'un temps supérieur pour refroidir la masse à coeur avec pour conséquence une fermentation qui se prolonge le temps de la plus longue descente de la température. Lors de réchauffement à la sortie du froid, le même handicap d'homogénéité de température recommande plus de durée pour la remise à l'apprêt et la détente nécessaire.

Un couvercle sur les bacs permet d'éviter le croûtage que le froid plus intense que la pousse lente apporte d'autant plus.

NOTES POUR APPROFONDIR LA VIE DES MICROORGANISMES DU LEVAIN DE PANIFICATION

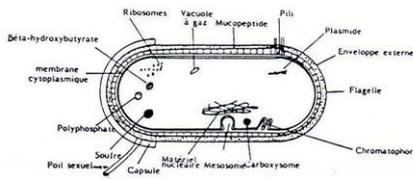
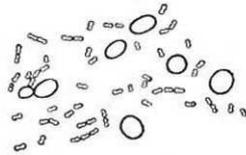


Schéma d'une Bactérie Lactique



Bactéries lactiques d'après Pasteur. Pour donner une idée de la grosseur des bactéries, quelques cellules de levure ont été dessinées dans la figure.

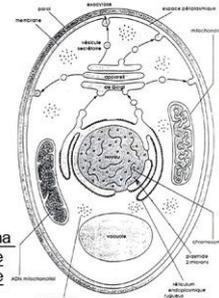


Schéma d'une levure

¹ Antoine Augustin PARMENTIER, en 1778, qui de la page 281 à la page 283 s'interroge sur cette nécessité de rafraîchir trois fois et sur la contrainte infligée. Il se soumet toutefois à l'avis de son conseil en la matière J.B.BROCQ (intendant de la boulangerie aux "Invalides").

LES DEBUTS DE LA CHAMBRE DE POUSSE CONTRÔLÉE

² Roland GUINET, p.100 et *La révolution de la boulangerie française au XX^e siècle par le créateur de la fermentation contrôlée*, Michel BOUTON. On peut grâce au dernier auteur cité, M.BOUTON, faire l'historique de la pousse à froid.

En 1957, un peu par hasard, oubliant d'enfourner une dizaine de pains, les entrant dans le four 3 h.30' par après sans dommage, il lui vient l'idée de pouvoir éliminer le travail de nuit en diminuant la levure pour un long apprêt à 20°C, il l'appelle d'abord "l'apprêt longue durée" en "chambre à fermentation conditionnée" à 16-18°C. En 1969, la programmation électronique arrive avec l'appellation "chambre de fermentation contrôlée". En 1970, Norbert COSMAO (frigoriste de Niort) lance le blocage à 0°C dans ses armoires "Panem". Le "parisien réfrigéré" suivra sous l'appellation Climapat chez Bouton et Briquet. De 1974 à 1988, l'humidité relative, la régulation de la température et le programmeur électronique avec microprocesseur, amélioreront toujours plus l'outil.

LA "FERMENTATION CONDITIONNÉE"
régulateur de la panification
permet la **SUPPRESSION**
du **TRAVAIL DE NUIT**

Gomme très étendue d'accolades démontables adaptables à tous les fournils

- 1 ... En toutes saisons (et par tous les temps) Régularité de fermentation
- 2 Réserve de pâte façonnée toujours prête
- 3 Conduite de travail très souple
- 4 Plus de travail de nuit.

Une meilleure organisation du travail
Une vie plus équilibrée

Écrivez-moi vous recevrez vos pâtes qui, immédiatement façonnées, seront aussitôt revenues dans la CHAMBRE DE FERMENTATION CONDITIONNÉE. Plus et surtout que le traditionnel pour "cuiser" directement au four, une heure avant l'ouverture du magasin.

RENSIÉONNEZ-VOUS

Organisation Méthodique des Fournils

BOUTON & BRIQUET
27, Bd MALESHERBES - PARIS-8^e
TELEPHONE : ANJOU 36-47 - 83-96

Première publicité 1965



1969

Et maintenant, ils dorment ensemble !

Extrait de Michel BOUTON *La révolution de la boulangerie française au XX^e siècle*, par le créateur de la fermentation contrôlée, éd. PSG Publishing, 2005.

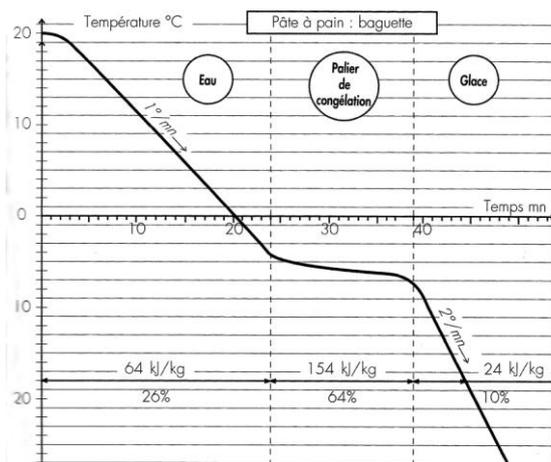
³ Dominique SAIBRON, p.48.

LE DECRET DU PAIN DE TRADITION REVISITE LA POUSSE CONTROLEE

⁴ Dans l'article de la revue Industries de Céréales, *La pousse contrôlée dans la fabrication du pain de tradition française*, P.WIRSTA, et coll. en 1994, p.22 à 27, on écrit clairement que pour la pousse lente, "il faut raisonner ensemble, dose de levure, température et durée". A la lecture de cette recherche on interprétera avec plus de modération "mathématique", en termes de nombres de microorganismes, le levain par levure.

⁵ Les études sur la surgélation des pâtes précise que le passage de l'eau en glace s'effectue non pas à 0 °C mais à -2°C ou proche de -3°C et que cette phase nécessite un temps nécessaire (± ¼ d'heure), appelé; palier de congélation. Olivier NEYERNEUF, p. 21.

CINÉTIQUE ET BILAN DE CONGÉLATION

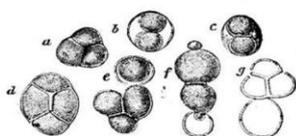


Extrait de Roland GUINET, Technologie du pain français, éd. BPI, 1992

LA SPORULATION OU L'HIBERNATION DE LA LEVURE

⁶ Sur ce sujet, voir J.J.MILLER *Sporulation in Saccharomyces Cerevisiae*, p. 491 à 543. La sporulation est une attitude de défense qu'ont les microorganismes du levain (avec la formation de tréhalose vue note 20) face aux difficultés qu'ils rencontrent dans leur vie. La première personne qui a su isolé les cultures pures de levures, est le danois Christian HANSEN (il travaillait pour la brasserie Carlsberg, avant de créer sa propre firme de ferments qui existe toujours). Il signalait déjà en 1902 que les levures sporulaient lorsque des températures étaient inférieures à 3°C et supérieures à 35°C. Par après les chercheurs proposeront une fourchette de 10°C à 37°C. Mais il faut des jours (5 à 7) pour que se vivent le cycle d'entrée et de sortie la sporulation. Et toutes les souches de microorganismes du levain n'auront pas la même faculté de sporuler, c'est le cas de la levure de panification livré par les levureries. Est-ce que la levure (la plus étudiée dans la documentation que je possède) va se "recroqueviller" en sporulant lors de cette vie au froid positif. C'est à vérifier, mais l'étude tient plus de la curiosité et de la compréhension que de la pratique boulangère. La sortie de sporulation (germination) prend moins de temps que l'entrée et me semble plus concerner la conservation du levain que la pâte au levain.

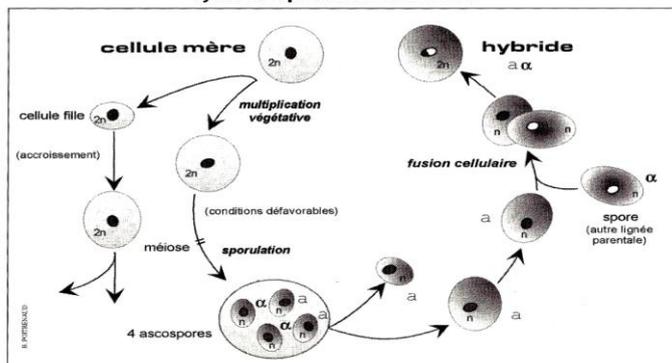
Sporulation d'après Christian HANSEN



Spores du *Saccharomyces cerevisiae* I commençant à germer, d'après Hansen. a, d, e et g montre la formation des cloisons. Dans e, f et g, les parois de la cellule-mère sont rompues. g nous montre un corps de spores divisé en plusieurs loges, dont la paroi est rompue en trois endroits.

Extrait d'Alfred JOERGENSEN, Les microorganismes de la fermentation, Société gladiolus scientifiques, 1959

Cycles de reproduction de la levure



Extrait de Bernard POITRENAUD, La levure, publié dans La panification française, éd. Lavoisier 1994

⁷ Les interventions des membres du forum boulangerie seront accessibles grâce aux liens hypertextes mis en bibliographie.

En six phases la multiplication des levures par bourgeonnement

1 Très rapide en milieu aéré, nettement moins rapide en milieu fermé comme la pâte 2 3 4 5 6

⁸ Voir M.GÄNZLE, communication au groupe de discussion nord -américain Sourdough en 1998 et 2006, p.156 & 157, plus B.POITRENAUD, p.281.

LE FROID UN DES ELEMENTS DE LA "MICROFLORE MAISON"

⁹ En plus du paramètre température, les autres éléments repérés sont le temps de veille sans rafraîchis, le substrat farine, l'ambiance du fournil, la durée de conservation, l'âge de la souche. La température de conservation fera donc partie d'un des ces éléments de la "House microbiota" -microbiote locale ou microflore maison- de chaque levain naturel.

AU XVIII^{ème} SIECLE, A.A.PARMENTIER EST DEJA POUR LE LEVAIN A L'EAU FROIDE

¹⁰ C'est toujours un plaisir de pouvoir relever la clairvoyance et la justesse des propos d'Antoine Augustin PARMENTIER, déjà cité, p.267, relevant sa préférence sur «l'eau froide...», même si des boulangers...prétendent qu'on ne doit jamais employer l'eau au sortir du puits ou de la fontaine, parce que dans cet état, elle saisit le levain et empêche l'effet ?». «Cependant plusieurs ont eu le courage de s'écarter de cet opinion. L'eau froide donne à la pâte de la consistance en procurant à la matière glutineuse encore plus de fermeté et d'élasticité, d'où il suit que la pâte même la plus molle se raffermi à mesure qu'elle s'apprête». Un peu avant dans son traité A.A.Parmentier avait précisé que ; «Trois choses me paraissent déterminer la température que l'eau doit avoir pour être employée dans la fabrication de cet aliment (le pain). La saison, la qualité de la farine et l'espèce de pain que l'on a l'intention de préparer. Mais en général, on établit qu'il faut prendre l'eau, 1^{er} -telle qu'elle est (sortant du puits), 2^{ème} tiède en hiver, 3^{ème} chaude dans les grandes gelées. Il faut donc autant qu'il est possible n'employer l'eau que dans l'état le moins chaud, puisque le pain qui a été pétri à l'eau froide ou tiède est constamment meilleur, plus blanc et plus savoureux que celui fait à l'eau chaude».

LES BACTERIES LACTIQUES PRODUISENT AUTANT DE GAZ POUR LES ALVEOLES QUE LES LEVURES

¹¹ Voir M.J.DESMAZEAUD et H. de ROISSART, p.175 à 177. Autre point, peu noté et dont on devrait tenir compte, c' est que la production de CO² (les alvéoles de la mie) ne sont pas une production exclusive des levures, mais que les bactéries lactiques hétérofermentaires en produisent aussi. Une étude de Markus BRANDT en 2004 sur le levain de San Francisco (couple, Lactobacille San Franciscensis & Candida Humilis) montre que la population des lactobacilles produit plus de gaz -CO²- que les levures, voir Markus BRANDT et Michael GÄNZLE, p.166. En production de CO²,

- à 35°C; 183 Lact.Bac. / 101 Candida;
- à 32°C; 187 Lact.Bac. / 178 Candida;
- à 21°C; 157 Lact.Bac. / 121 Candida.

Pour évaluer la production de CO² de la microflore du levain, il faut tenir compte:

- 1- / que la bactérie produit 1 molécule de CO² pour 2 molécules de CO² pour la levure.
- 2- / que les bactéries lactiques sont beaucoup plus nombreuses que les levures.

Production de CO² par une culture pure commune de Lactobacille San Franciscensis et Candida Humilis dans un levain de seigle. (enquête de BRANDT et coll. en 2004)

CO ² (mmol au Kg. de farine	% de levain-chef						Température en °C	gram. NaCl / 100gr.farine		pH au démarrage				
	Ref. ^{a)}	0,1	1	50	21	32		35	0	1	4	5,0	4,5	4,0
CO ² venant de L. sanfranciscensis	167	204	202	111	157	187	183	221	205	136	134	154	90	63
CO ² venant de C. humilis	219	156	242	143	121	178	101	302	219	261	194	163	171	180
Gesamt CO ²	386	361	444	254	278	365	284	523	424	397	328	318	260	234
Contribution en % de L. sanfranciscensis	43	57	46	44	56	51	64	42	48	34	41	49	35	23

^{a)} Conditions de référence (5% de levain-chef, 28°C, 2% NaCl, pH de départ de 5,5)

Extrait de Markus BRANDT et Michael GÄNZLE, Handbuch Sauerteig, 6ème éd. Behr, 2006, p. 166

LE LEVAIN DE PÂTE BLANCHE N'EST PAS SI ACIDE PARCE QU'IL FERMENTE MOINS VITE

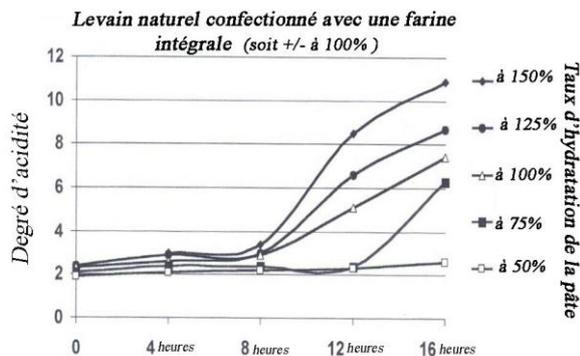
¹² Encore un point qui est peu relevé et que B.ONNO et P.ROUSSEL soulèvent dans *Technologie & Microbiologie de la panification au levain*, p.306. Ils tempèrent les chiffres abondamment recensés sur pâte de farine de seigle en Allemagne qui mesure la quantité d'acides. "Quelques données pour les pains sur farine de blé, semble indiquer une plus grande dispersion de valeur", en termes de degré d'acidité par exemple. Les teneurs en acide lactique sont de 0,8 à 0,97 % produit sur seigle, sur froment panifié (plus blanche) la teneur est de 0,25 à 0,30% , soit \pm 3 fois moins. Pour l'acide acétique, 0,4 à 0,8 % sur seigle et 0,1 à 0,4 % sur froment, soit \pm 2 fois moins. Ces résultats seront pratiquement confirmés dans *Etude de variabilité des pains (29) au levain*, analyse publiée sous forme de poster présenté dans la revue Industries des Céréales d' août 2010.

En lisant les tableaux que donne Walter FREUND de l'université de Hanovre, p. 355 et 356. On remarque bien que l'acidité évolue différemment suivant le taux d'extraction. Avec une farine de froment type 55, on arrive au bout de 4 et 8 heures à un degré d'acidité environnant 2, vers 12 heures de fermentation à un degré de 2,1. Avec une farine intégrale de froment à 4 et 8 heures cela tourne autour de 2,5 et vers 12 heures cela reste à ce taux de 2.5. C'est après les 12 heures de fermentation que le levain change de mécanisme de réponses au froid. On passe de la réponse rapide au froid à la réponse tardive au froid, suivant les recherches de l'université de Bologne, Elisabetta GUERNOZI et coll., p.164. Pour revenir à l'approche de W.FREUND, c'est alors (après les 12 heures) que le degré d'acidité augmente pour les levains à 75 % d'hydratation avec la farine Type 55 et 16 heures, on passe à 2,5 tandis qu'avec la farine intégrale on arrive à 6,2.

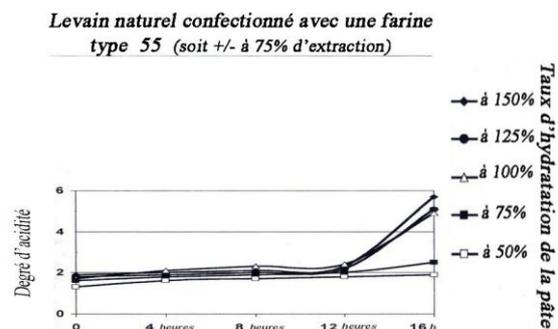
La même comparaison avec un taux d'hydratation de 100 % (\pm l'hydratation des levains liquides de fermenteurs) avec la farine type 55 on arrive à 12 heures à 2,5 et après 16 heures à 4,8, tandis que ce même levain liquide sur farine intégrale donne 5 (après 12 h.) et 7,2 après 16 heures.

Ce "décorticage scientifique" permet de remarquer que la moindre teneur nutritive d'une farine type 55 par rapport à une farine intégrale de froment ne procure pas autant de fermentation naturelle et spontanée. Il est souvent difficile d'expliquer ce fait lorsque l'on se contente d'observer au fournil le volume des pains type 55 nettement supérieur que les pains de farine intégrale, cela est dû simplement à la plus grande explosivité d'une pâte blanche retenant facilement le gaz et l'expansion des alvéoles au four, tandis que l'enveloppe des alvéoles d'une pâte de farine intégrale conservant de faibles pigments de son, vont créer des points de ruptures et faire éclater les bulles de gaz dès qu'une expansion plus importante se manifeste.

Fermentation de la pâte (évaluée par l'acidification) et levée-aération dépendant de la capacité à agrandir la bulle de gaz carbonique ne sont pas équivalents.



Tableaux de Walter Freund



publiés dans le Handbuch Sauerteig de 2006

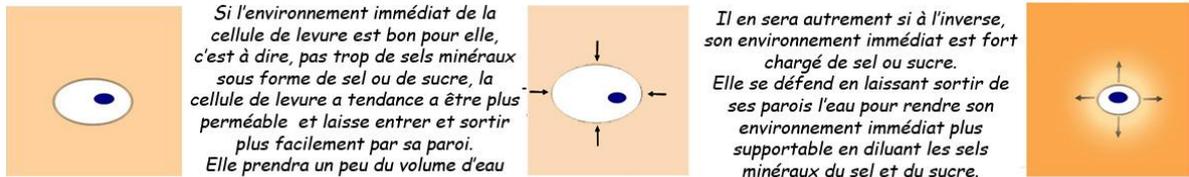
LA PHYTASE EST-ELLE A L'AISE AU FROID

¹³ L'optimum d'activité de l'enzyme phytase se situe à 55°C, pour le seigle et le froment, pour l'épeautre se serait à 45°C d'après Markus BRANDT, p.51. L'initiateur du *Handbuch Sauerteig*, précité, soit le manuel allemand du levain, Gottfried SPICHER, 3^{ème} éd., écrivait p. 48, écrit que pour "le pain complet, l'acide phytique est hydrolysé en 4 heures avec un pH de 4,5 et une température de 30°C. " "La meilleure réduction des phytates se produit avec des pains où on a utilisé 10% de levain (pH 4,6)". Pour l'action de dégradation enzymatique, la durée est là mais pas la température. Aucune étude sur les enzymes ne cerne cette problématique de la pousse à froid. Notons bien, que la problématique de l'acide phytique ne concerne que les pains plus complets, pas les pains blancs.

¹⁴ En termes d'ensemencement de ferment il faut préciser le pourcentage de farine dans le levain (liquide ou dur), puisque c'est la farine qui est le substrat fermentant, pas le % de mélange eau/farine.

DANS LE MILIEU PLUS LIQUIDE LES PAROIS DES CELLULES DE MICROORGANISMES SONT PLUS PERMEABLE

¹⁵ Encore un schéma pour faciliter cette compréhension à avoir pour saisir comment le milieu plus liquide met à l'aise la levure par exemple.



AVANT LE PASSAGE AU FROID, IL FAUT MULTIPLIER LES MICROORGANISMES PAR LES RAFRAÎCHIS

¹⁶ S'il faut débattre entre levain liquide et dur, encore une fois, la facilité organisationnel de l'outil qu'est le fermenteur sera à mettre dans la balance des choix face à la difficulté que pourrait connaître les microorganismes en changeant de milieu de vie (de liquide, moins anaérobie, à solide, plus anaérobie).

Le passage au froid est un "stress" de plus. Faut-il cumuler deux stress (hydrique et thermique) ? On peut éviter ce cumul en ensemençant par un levain conservé au froid dans le fermenteur. Mais alors se pose la question des rafraîchis faisant passer le levain de garde (le chef) à levain tout-point (maintien d'activité durant ± 8 heures), qui doit générer assez de microorganismes que pour faire lever le pâte grâce à la génération d'une nombre suffisant de microorganismes (notamment les levures). Le temps de génération optimum des microorganismes du levain se situe dans un milieu aérobie vers de hautes températures. De nouveau pour les bactéries lactiques homofermentaires cela se situera plus haut (vers 37° C à 40 °C) que pour le couple bactéries lactiques hétérofermentaires et levures du levain qui ont des optimum de générations entre 27°C et 32°C. Le temps de génération des lactobacilles sera diminué par 2 vers le 20°C, par 4 vers les 15°C et nul à 4°C. Pour les levures, la fourchette est plus courte, c'est à 34°C qu'on est à des optimum de croissance, à 32°C on multiplie par 2 le temps de génération, à 28°C on multiplie celui-ci par 4 et il est nul à 8°C (communication de M.GÄNZLE sur le forum rec.food.sourdough en réponse à Daniel WING, co-auteur de Bread Builder; <https://groups.google.com/forum/#!msg/rec.food.sourdough/IPBXFOaX2K4/MopGgivC9vYJ>, le 25-05-1998).

Temps de génération (multiplication) des bactéries lactiques et levures du levain

d'après une communication de Michael GÄNZLE en 1998

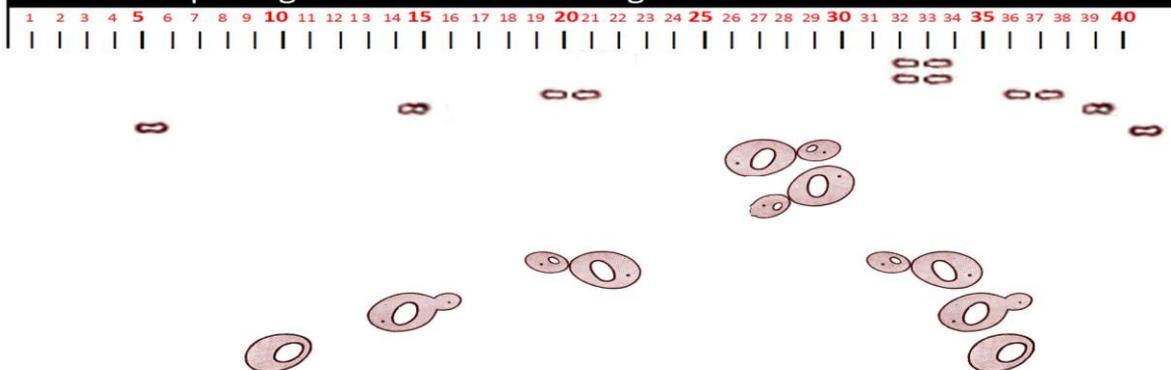
Les **bactéries lactiques** ont un optimum de croissance à

qui décroît (:2) à 15°C et à 20°C et à 33°C
 qui décroît (:4) à 4°C et à 37°C et à 39°C
 qui arrête à 41°C

Les **levures du levain** ont un optimum de croissance à

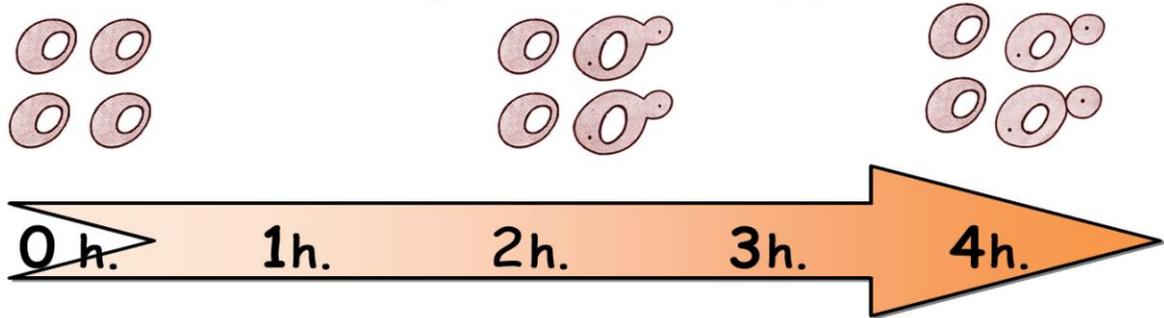
qui décroît (:2) à 14°C et à 20°C et à 28°C et à 32°C et à 34°C
 qui décroît (:4) à 8°C et à 35°C
 qui arrête à 35°C

Temps de génération des microorganismes du levain



Mais n'oublions pas qu'avec la pâte, nous sommes dans une vie sans air et que dès lors l'augmentation du taux de bourgeonnement des levures dans la pâte n'est que 40 à 50 % après 4 heures de fermentation (dénomination populaire et boulangère de la vie en anaérobie), voir POITRENAUD, p. 174.

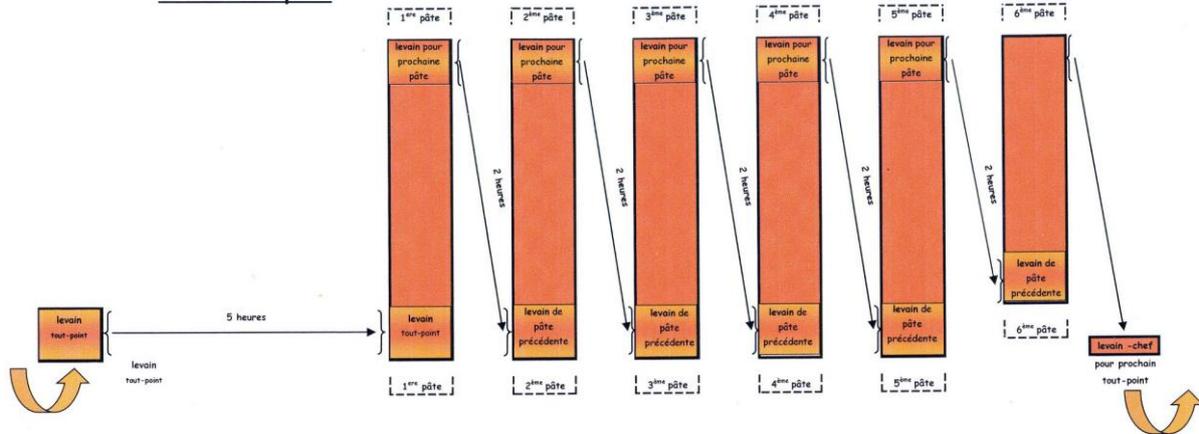
D'après une communication de Bernard POITRENAUD en 1994 (La levure dans La panification française)
Du fait de la vie sans air (anaérobie), la levure arrive au bout de 4 heures à seulement bourgeonner dans 40 à 50 % de sa population.



LE LEVAIN ET SES MICROORGANISMES SONT FATIGUES A LA LONGUE

¹⁷ La "fatigue du levain" du aux rafraîchis successifs est bien connue dans la méthode de travail dite sur pâte. C'est à dire, on reprend une portion de la pâte précédente au levain (sans levure ajoutée) pour ensemer la pâte de la journée suivante. Cette opération se répétant après chaque fournées de la journée de travail, lorsque l'on arrivait à la 5^{ème} ou 6^{ème} pâte, le levain perdait de sa force, ce qui est renseigné par R.CALVEL, p.34 en 1980, et P.J.MALOUIN en 1767, p. 255 à 258.

Travail sur pâte



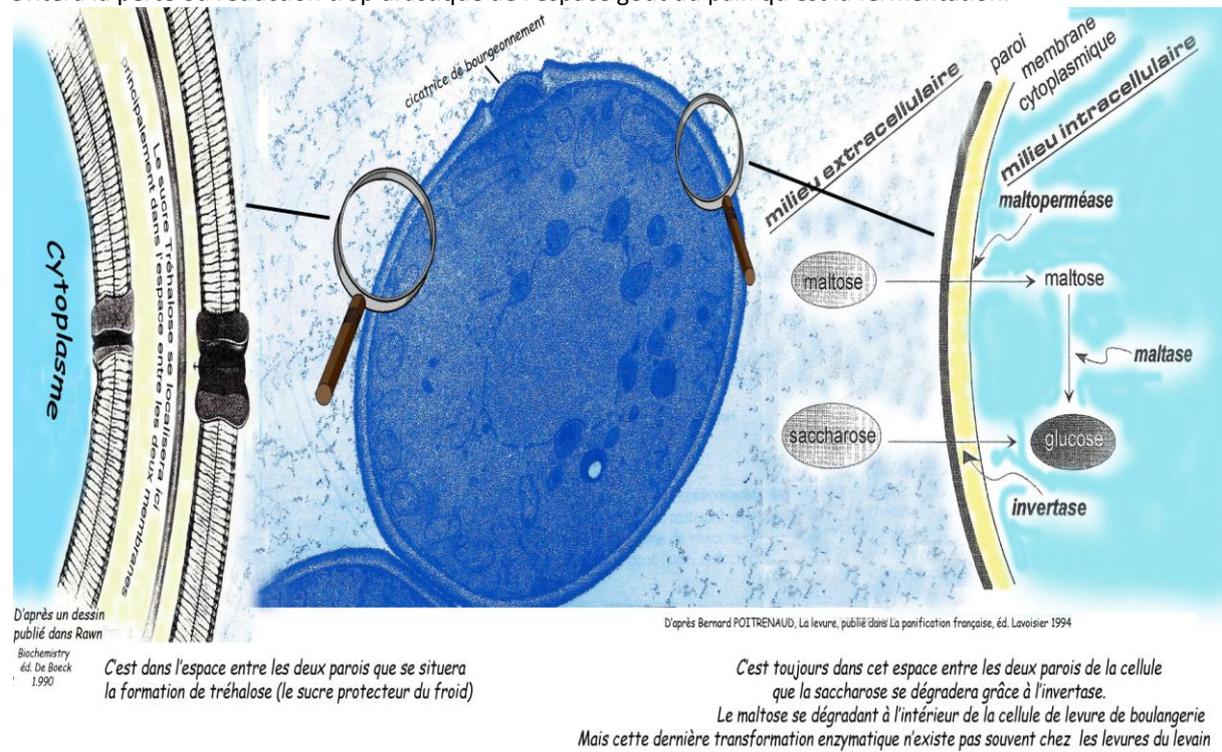
¹⁸ C'est ce que relevait dans son inventaire des avantages nutritionnels du levain, Martine CHAMP.

¹⁹ C.POURCEL, p.7

LE TREHALOSE, LA REPONSE DE LA LEVURE FACE AU FROID

²⁰ En situation de stress (le froid en est un léger pour la levure), il y a formation de tréhalose (sucre composé de molécules d'hexoses) qui a une propriété de résistance au froid. Ce type de sucre s'installe entre les deux parois de la cellule de levure lui procurant une sorte de zone tampon ou résistance au froid (dit propriété cryogène). Les cellules de levures commerciales françaises courantes ont cette propriété, mais dès le moment où on mélange de l'eau et la farine à 28°C, 85 % de ce sucre est dégradé en à peine une demi-heure de fermentation. C'est une des raisons pour laquelle la congélation de pâtes ayant eu une amorce de fermentation subit plus de perte de levures et risque de manquer la levée après décongélation. La production d'alcool fragilisant les membranes de la cellule et la concentration des minéraux par le gel sont d'autres raisons, (voir: A.CHARLGELEGUE et coll., p. 316 & 317) . Les meilleurs résultats en congélation pour sauvegarder un bon volume se réalisent en pâte crues pour cette raison (mais font alors l'impasse sur le pointage). C'est pour cette

raison que la congélation de pâtons pré-cuits (après gélification de l'amidon et coagulation des protéines) évitera la perte ou réduction trop drastique de l'espace goût du pain qu'est la fermentation.



²¹ B.POITRENAUD, p. 285 et 302

LE LEVAIN DE CAVE

²² Le levain "de cave" nécessite de la part des professionnels de mettre aux normes la pièce du sous-sol et de posséder une bonne cave, ce qui devient rare. C'est souvent en panification ménagère, non soumise aux contrôles sanitaires, que les expériences ont été recensées.

LE SURDOSAGE DU A L'ÉPREUVE DE LA CONGÉLATION N'EXISTE PAS DANS LE FROID POSITIF

²³ Cette dose de 4% serait clairement un surdosage, c'est intentionnel du fait que les conditions de congélation et décongélation entraîne souvent une perte de population de levures qui se compense par le nombre en prévision. Gérard BROCHOIRE, et coll. en 1997 signale que la levure freeze-tolerant est souvent inutile en France du fait que la levure courante supporte bien la congélation.

LA REGLE DE TROIS , POUR LES ENSEMENCEMENTS LEVURE EN POUSSE LENTE

²⁴ Le terme; règle de trois, peut prêter à confusion. Par exemple; 12°C, 12 gr. & 12 h. et 8°C, 8 gr. & 8h. ne sont pas cohérent, puisqu'en augmentant la température on devrait diminuer la dose de levure et le temps de pousse, en diminuant la température, cela nécessite d'augmenter le % de levure au kilo de farine..

LA POUSSE A FROID REVISITEE PAR LE DECRET DE TRADITION EN 1993

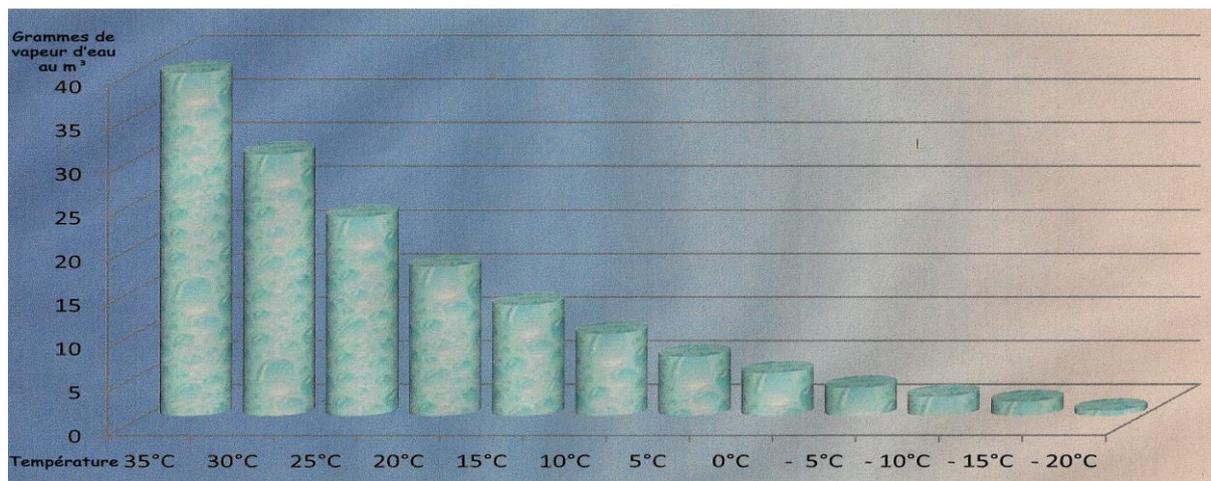
²⁵ Dans un article intitulé, *La pousse contrôlée dans la fabrication du pain de tradition française*, P.WIRSTA, et coll., on parle clairement de devoir encore "raisonner sur les diagrammes" et que "la pousse lente a demandé de nombreux essais pour définir les limites d'utilisation de ces techniques et les adapter aux fabrications sans acide ascorbique". Acide ascorbique qui a très faible dose permet une maturité plus rapide et que dès le moment où l'on s'en passe nécessite un plus long temps de maturation (oxydation) qu'apporte par exemple la longue et naturelle fermentation au levain.

LE FROID SECHE ET FAIT CROÛTER

²⁶ Le froid sèche, c'est surtout connu avec la congélation. Plus l'atmosphère est chaude, plus elle peut contenir de la vapeur d'eau, si vous avez déjà été dans les pays tropicaux, vous l'aurez déjà constaté, mais pas besoin de voyager pour les boulangers, il suffit de bien fermer les portes et la ventilation pour se trouver dans cette ambiance chaude et humide.

Dans la fermentation courante en atelier, vers les 26°C généralement conseillé, 1m³ peut contenir 24 grammes d'eau sous forme de vapeur, la pousse lente se situant vers les 10°C, le m³ peut contenir ± 9 grammes et à 2°C on se situe vers 5 grammes. En surgélation à -20°C, l'air ne peut contenir que 0,6 gramme, c'est pourquoi on préconise d'emballer les produits avant congélation et que les chambres de pousse contrôlée rectifie l'hygrométrie en introduisant de la vapeur d'eau dès que l'hygrométrie baisse afin d'éviter le croutage.

Poids de vapeur d'eau contenue dans 1 m³ d'air saturé en fonction de la température



²⁷ A.CHARGELEGUE et coll., p.303. On conseille de moduler l'hygrométrie en fonction de la durée du séjour dans la chambre de fermentation contrôlée de 70 à 80% d'humidité pour des stockages courts (inférieurs à 24 heures) et d'augmenter à 80-90 % pour des durées supérieures à une journée.

LES CLOQUES APRES CUISSON, SIGNATURE DU PASSAGE AU FROID

²⁸ Les cloques ou pustules apparaissant à la cuisson feront l'objet de critique, puisqu'elles étaient un peu la révélation d'un travail différé, qui comme toute nouveauté passe lentement auprès de la clientèle et par conséquent auprès des professionnels. Elles impliqueront la venue sur le marché d'un nouvel agent améliorant; l'anti-cloque composé d'émulsifiants notamment. La technique sera d'au moins couvrir les pâtes et pâtons. Le réglage fin de l'hygrométrie par ajout de vapeur d'eau dans la chambre de fermentation sera utile pour que le pâton ne croûte pas (trop peu d'hygrométrie) ou ne suinte pas (trop d'hygrométrie). Si l'on peut éviter de freiner ou bloquer au froid des pâtes déjà fermentées, se sera aussi une des précautions que prendront les professionnels. Dans WIRSTA et coll. on signale que les pâtes ayant eu 1 heure de pointage présente un risque de cloquage et que l'on aurait avantage à pratiquer la réchauffe modérée dans lors de l'usage de la chambre à fermentation contrôlée, les pâtes chaudes seront à éviter, le choc thermique n'en serait que plus important. La pâte trop hydratée aura également plus de chance de "pustuler", voir notamment Gérard BROCHOIRE et coll. dans le Supplément technique INBP, n°60 de février 1998. Ce que le professeur Calvel appelait "le travesti farineux" peut aussi masquer les cloques par le saupoudrage (que l'on souhaite léger) de farine sur le pain, c'est un choix que d'aucuns considèrent pénalisant pour le goût de la croûte.

²⁹ M.BOUTON, p.45. La qualité de la puissance du froid est importante (encore plus pour la congélation), ceux qui veulent pousser la réflexion plus loin, liront avec intérêt P.ROUSSEL et H.CHIRON, p. 239 à 243.

QUAND LA DEMANDE FAIT EVOLUER L'OFFRE

³⁰ M.BOUTON, p.42 à 45, commente les évolutions de sa *chambre à fermentation conditionnée*, suite à la demande de la clientèle professionnelle. En 1960, on passe lors des premières installations d'un *apprêt prolongé* de 12 heures à 18°C à 85% d'hygrométrie à, en 1966, des demandes excluant le travail l'après-midi ce qui donne 18 heures de fermentation et 10°C avec une pâte plus froide et plus de levure. La demande passera

en 1972 à un maintien au froid de 40-48 heures, impliquant le blocage à 0°C pour permettre aux boulangers prenant deux jours de repos la semaine, de vraiment "chômer" ces deux jours.

L'INVESTISSEMENT CHAMBRE A POUSSE CONTROLEE

³¹ Début 2014, la chambre de fermentation contrôlée coûte ± 6.900,00 € pour des cellules de 800 X 957 mm. Le prix est évidemment indicatif, les suppléments par les options le changera. Ce coût comprend le contrôle programmable de deux paramètres qui doivent être bien réparti sur toute la surface de l'enceinte. L'éclaté du plan donné dans le texte permet de comprendre quelque peu son fonctionnement minutieusement mis au point. L'ajout de cellules est une possibilité évidente et il est même préférable d'avoir dans ce cas la potentialité de séparer ce qui doit être bloqué à froid de ce qui doit être poussé à froid par exemple, de programmer de multiples façon votre aménagement du travail.

PRECAUTIONS DE CONSERVATION DES FERMENTS EN BOULANGERIE

³² Les premières installations de fermentation de levain en continu renseigne le levain stocké en cuve à une température de 10°C dans A.VOLLMAR et F.MEUSER, en novembre 1991. Actuellement ces systèmes sont plutôt au blocage à 5°C., mais peut-être avec des starters de ferments plus spécifiques au froid. La conservation de la levure est souhaitée par les firmes à ces 10°C aussi. Toujours dans les températures de conservation indiquée, afin de pouvoir la garder intact 6 à 8 semaines, la crème de levain commercialisée doit se conserver de 0° à 6°C maximum.

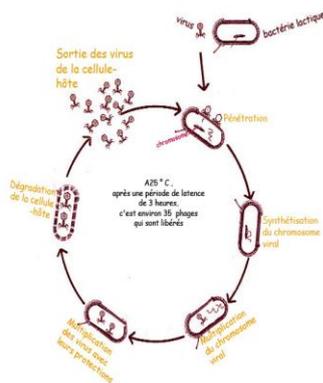
³³ Le taux d'hydratation des pâtes est généralement réglé suivant la durée, puisqu'on considère que pour les pâtes fortement hydratée la courte durée de passage au froid est préférable, surtout s'il s'agit des pâtons plutôt que la pâte en bac.

³⁴ M. BOUTON signale p.53, que "*Personnellement, même en utilisant la fonction blocage, j'ai toujours conseillé 10 à 12 heures de fermentation...*" Même au début de l'application de travail en direct, A.BROSSON signale que pour la fermentation à la levure, 4 à 5 heures sont nécessaires et 6 h. préférables (R.GUINET, 1979, Le pain, CNRS, J.BURE, p.113)

LES BACTERIOPHAGES (VIRUS) PEUVENT FAIRE ECHEC A LA FERMENTATION

³⁵ Ci dessous grâce à un schéma et puis une traduction succincte , la page que Michael GÄNZLE consacre sur les bactériophages du levain dans *La microbiologie des levains* (extrait du *Handbuch Sauerteig*, 2006, p.101).

Cycle d'infection et de croissance bactériophage



Les bactériophages sont des virus qui utilisent les bactéries pour leur croissance. En règle général , les bactériophages ont une grande spécificité d'hôte et infectent seulement certaines souches d'une espèce.

Les phages lytiques (qui dégradent) injectent des acides nucléiques ADN ou d'ARN dans la cellule hôte , qui a ensuite transposé à l'intérieur de son métabolisme dans une période de latence entre 20 minutes et une heure qui sont libérés par la lyse suivant les dispositions spécifiques de la cellule hôte .

Le bactériophage lytique va généralement se multiplier plus vite que sa souche hôte , il peut entraîner l'infection de phage dans les process de fermentation , et ainsi retarder ou faire échouer complètement une production .

Une multiplication du phage est lié à la limite de certains paramètres, principalement par la consistance de la pâte . en pâte solide , cela limite la diffusion des particules de phage dans la pâte . Un chercheur italien en 2005 n'a observé dans levain dur de froment (Taux d'hydratation de 60%) aucune amplification de phage, tandis qu'à 220% d'hydratation (levain liquide et pompable) , le phage pourrait se multiplier.

Cela peut être une cause possible d'échec de l'acidification.

Extrait traduit du Markus BRANDT dans le Handbuch Sauerteig, 6ème éd. Behr, 2006

BIBLIOGRAPHIE:

Michel BOUTON, *La révolution de la boulangerie française au XX^e siècle par le créateur de la fermentation contrôlée*, éd. PSG Publishing, 2005

Markus BRAND, *Bedeutung von Rohwaren-komponenten - Importance des composants venant des matières premières*, publié dans Markus BRAND et Michael GÄNZLE, *Handbuch Sauerteig*, 6^{ème} éd. Behr, 2006

Gérard BROCHOIRE, Patrick CASTAGNA, Thomas JOSSE, Catherine STEPHAN, *Les fabrications différées*, Supplément technique de l'INBP, n° 58 d'octobre 1997.
<http://www.cannelle.com/BILIOTHEQUE/revuetec/PDF/SUPSTn58.pdf>

Gérard BROCHOIRE, André FERRY, Fabrice GUERMONPREZ, Frédéric LANDGRAF, Jean-Claude MISLANGHE, Alain NETTER et Catherine STEPHAN, *Cloquage des pains en pousse contrôlée*, dans le Supplément technique INBP, n°60 de février 1998. <http://www.cannelle.com/BILIOTHEQUE/revuetec/PDF/SUPSTn60.pdf>

Raymond CALVEL, *Fermentation et panification au levain naturel*, publié en plusieurs mensuels dans la revue "Le boulanger-Pâtissier" de l'année 1980.

Martine CHAMP, *Bénéfices nutritionnels d'une fermentation au levain*, exposé à la table ronde *Levain du futur, futur des levains*, Association Internationale du Pain Français lors de l'expo EUROPAIN, 11 mars 2014.

A.CHARLGELEGUE, R.GUINET, O.NEYERNEUF, B.ONNO et B.POITRENAUD, *La fermentation*, publié dans *La panification française*, éd. Lavoisier 1994

M.J.DESMAZEAUD et H. de ROISSART, *Métabolisme général des bactéries lactiques*, publié dans le Tome 1 de *Bactéries lactiques*, éd. Loriga, 1994

Walter FREUND, *Starterkultur und Sauerteigprodukte*, publié dans Markus BRANDT et Michael GÄNZLE, *Handbuch Sauerteig*, 6^{ème} éd. Behr, 2006

Michael GÄNZLE, *Mikrobiologie des Sauerteiges et Physiologie und Biochemie der Mikroflora des Sauerteiges*, publié dans Markus BRAND et Michael GÄNZLE, *Handbuch Sauerteig*, 6^{ème} éd. Behr, 2006

Elisabetta GUERNOZI, Diana SERRAZANETTI, Pamela VERNOCCHI et Andrea GIANOTTI, *Physiology and Biochemistry of Sourdough Yeasts*, publié dans *Handbook of Sourdough Biotechnology*, coord.par Marco GOBETTI et Michael GÄNZLE, Springer, 2013

Roland GUINET, *Evolution de la qualité du pain*, Actes du colloque du CNERNA de novembre 1977, publié dans *Le pain, J. BURE (sous la direction de...)*, éd. CNRS, 1979

Roland GUINET, *Au four et au moulin*, éd. Jérôme Villette, 2010

Paul-Jacques MALOUIN, *L'art de la boulangerie ou description de toutes les méthodes de pétrir*, Paris réédition de Saillant & Noyon, 1779 de la première édition de 1767

J.J.MILLER *Sporulation in Saccharomyces Cerevisae*, publié dans *The Yeasts*, édité par Anthony H.ROSE et J.Stuart HARRISON, volume 3, Seconde édition *Metabolism and Physiology of Yeasts*, Academic Press 1989

F.MEUSER, T.ZENSE, A.VOLLMAR, P.WECKBECKER et C.FABER, *Bau und Einsatz eines neuartigen Fermentationssystemes zur Herstellung verschiedener Sauerteige mit variabler Abnahmemenge soit - Construction d'un nouveau type de système de fermentation pour la production de divers quantité de levains*, dans la revue *Getreide, Mehl und Brot* d'octobre 1991

Olivier NEYERNEUF, *La fermentation des pâtes crues surgelées*, publié dans la revue *Industries des céréales*, n°82, 2^{ème} trimestre 1993

B.ONNO et P.ROUSSEL, *Technologie & Microbiologie de la panification au levain*, paru dans *Bactéries lactiques*, Tome II, éd. Lorica 1994

Antoine Augustin PARMENTIER, *Le parfait boulanger*, réédition chez Jeanne Laffitte en 1981 de l'édition de Paris en 1778

Bernard POITRENAUD, *La levure*, publié dans *La panification française*, éd. Lavoisier 1994

Christian POURCEL, *Synthèse comparative de panification au levain, 1996, 2003 et 2006* publié par l'auteur et distribué à la demande sur le site Boulangerie.net, contacter Chris.

Philippe ROUSSEL & Hubert CHIRON, *Les pains français*, Maé-Erti Editeurs, 2002

Dominique SAIBRON, *Voyage du pain de Paris à Tokyo*, Agnès Vienet édition 2010.

Gottfried SPICHER et Hans STEPHAN, *Handbuch Sauerteig*, 4^{ème} éd. Behr, 1993

P.WIRSTA, G.BROCHOIRE, D.MOREAU, F.GUERY et C.LECORNU, *La pousse contrôlée dans la fabrication du pain de tradition française* publié dans la revue *Industries de Céréales*, n°87, du 2^{ème} trimestre 1994

Les adresses des topics de www.boulangerie.net où la pousse à froid à été commentée.

<http://www.boulangerie.net/pointage-bac-levain-t39040.html>

<http://www.boulangerie.net/post214013.html#p214013>

<http://www.boulangerie.net/post241291.html#p241291>

<http://www.boulangerie.net/post243207.html#p243207>

<http://www.boulangerie.net/post251557.html#p251557>

<http://www.boulangerie.net/post233994.html#p233994>

<http://www.boulangerie.net/post252271.html#p252271>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t18874.html>

<http://www.boulangerie.net/post257504.html#p257504>

<http://www.boulangerie.net/post258803.html#p258803>

<http://www.boulangerie.net/post263413.html#p263413>

<http://www.boulangerie.net/post263497.html#p263497>

<http://www.boulangerie.net/post265063.html#p265063>

<http://www.boulangerie.net/post275506.html#p275506>

<http://www.boulangerie.net/post278816.html#p278816>

<http://www.boulangerie.net/post284418.html#p284418>

<http://www.boulangerie.net/post285380.html#p285380>

<http://www.boulangerie.net/post286385.html#p286385>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t27381.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t24111.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t54505.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t31759.html>

<http://www.boulangerie.net/pointage-bac-puis-pousse-lente-t60728.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-controlee-pousse-lente-t55956.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-pousse-controler-t50588.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-sur-couches-bacs-t57271.html>

<http://www.boulangerie.net/baguettes-pointage-pousse-lente-possible-t55895.html>

<http://www.boulangerie.net/pain-courant-pousse-lente-t23306.html>

<http://www.boulangerie.net/croissant-pousse-lente-t31959.html>

<http://www.boulangerie.net/baguette-tradition-pousse-lente-t14209.html>

<http://www.boulangerie.net/post287801.html#p287801>

<http://www.boulangerie.net/post293197.html#p293197>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t18874.html>

<http://www.boulangerie.net/pousse-lente-t31759-10.html>