Glossaire des savoirs et pratiques de la fermentation au levain en panification française

---

Approche de la diversité et du fonctionnement dôun écosystème agro-alimentaire « Blé/Homme/Microbiome» à faible intrant »

(Contrat de recherche « Bakery », ANR 13-Alid-005)

(document de travail en cours de relecture et en attente de publication)

Rédacteurs : Roussel P. (Triptolème), Onno B. (ONIRIS), Michel E., Sicard D (INRA)

Introduction au glossaire des savoirs et pratiques de la fermentation au levain en panification française

---

Ce glossaire a été construit dans le cadre dôun projet de recherche participative appelé « Bakery » financé par lôAgence Nationale de la recherche (référence ANR-13-ALID-005) et intitulé : « Approche de la diversité et du fonctionnement dôun écosystème agro-alimentaire, Blé/Homme/Microbiome, à faible intrant : vers une meilleure compréhension de la durabilité de la filière boulangerie ». Ce projet incluait 8 partenaires : 5 unités de recherche, UMR-SPO, CIRM-Levures, CIRM-BIA, UR-SAD-paysage, GQE-Le Moulon, de lôInstitut National de la Recherche Agronomique (INRA), une équipe dôenseignant-chercheur de lôécole Nationale Vétérinaire, agroalimentaire et de lôalimentation (ONIRIS), une équipe de lôuniversité de Brest Occidentale (UBO), lôInstitut Technique dôAgriculture Biologique (ITAB), et deux associations de paysans et paysan-boulangers, le « Réseau Semences paysannes » et « Triptolème ». Au total 38 chercheurs académiques de disciplines variées (génétique évolutive, agronomie, microbiologie, bio-mathématiques, socio-psychologie) et 43 artisans boulangers « bio » au levain/ paysan-boulangers ont participé à la réalisation de ce projet. Ce glossaire est le fruit dôune co-construction par certains membres du groupe.

Participants à la réunion de restitution du projet Bakery le 8 janvier 2018

Le contexte de lôétude
Le projet de recherche sôintégrait pleinement dans une recherche de systèmes alimentaires durables.
Par définition (FAO, 2010), un système alimentaire durable doit contribuer à préserver la diversité biologique et culturelle et conduire à une meilleure utilisation des fonctions écologiques des écosystèmes, tout en prenant en compte la dimension sociale et économique.
En caractérisant la biodiversité et la qualité du pain dans des circuits traditionnels courts et locaux attachés à maintenir des pratiques agro-écologiques (variétés de blé anciennes, agriculture biologique, levain naturel, paysan/boulanger, vente directe), le projet a permis de réfléchir à la durabilité de la filière boulangerie en France dans sa dimension environnementale et sociale et à son renforcement.

Si lôapproche conceptuelle du développement durable prend en compte les trois dimensions, environnementale, économique et sociale, elle intègre aussi quatre principes dôaction dans la mise en î uvre des actions pour un développement durable :
- la solidarité ;
- la précaution ;
- la participation ;
- la responsabilité.

Durant le projet et en réflexion collective, les acteurs, boulangers et chercheurs, se sont posé les questions du transfert, de lôutilisation et de lôappropriation des connaissances par la filière boulangère.

Démarche de co-construction de connaissances
Si, dans le projet Bakery, lôexpression du besoin a été davantage formulée par les chercheurs, dans la définition du projet, que par les boulangers, le questionnement et la compréhension de ce que lôon fait est un besoin de nature universelle. Lôorganisation participative et ouverte des expérimentations et des restitutions à générer des besoins chez les boulangers dôune meilleure compréhension des connaissances scientifiques et technologiques en vue de leur utilisation pour une meilleure maitrise des pratiques professionnelles. Pour les chercheurs, la connaissance plus concrète des savoirs et des pratiques professionnelles a été une source dôenrichissement pour évaluer la pertinence de leurs résultats en vue dôune meilleure compréhension de la durabilité de la filière boulangerie.

La co-construction sôest faîte à la fois :
- dans lôélaboration dôun langage commun défini de manière compréhensible par lôensemble des acteurs pour communiquer sur les pratiques et savoirs des acteurs (boulangers, chercheurs) en intégrant les connaissances nouvelles issues de « Bakery » ;
- dans le partage des connaissances et des questionnements scientifiques dans un cadre académique mais aussi dans un cadre professionnel boulanger. Ainsi, deux rencontres ont été organisées avec pour chacune 5 boulangers et 5 chercheurs et un thème dôapprofondissement plus spécifique, dans la cadre de mise en î uvre de fabrication de pains.
Pour illustrer notre démarche, nous souhaiterions citer en référence Paulo Freire (1968) dans la pédagogie des opprimés *« Personne nôéduque personne, personne ne sôéduque seul, les hommes sôéduquent ensemble par lôintermédiaire du monde »* où lôexpression collective du besoin est un point important de la recherche de la connaissance.

Cette démarche se devait donc dôidentifier les besoins de connaissances, de bien se comprendre entre acteurs et ainsi de pouvoir échanger, recueillir, comprendre la connaissance

existante du domaine et intégrer des nouvelles connaissances. Elle avait pour objectif de répondre aux questions suivantes :
- comment croiser les savoirs sensibles, empiriques, académiques autour de la boulangerie au levain ?
- comment transférer des connaissances issues de méthodes expérimentales basées sur la mesure à un milieu et des acteurs qui travaillent par lôobservation ?
- comment les connaissances nouvelles acquises pendant le projet permettent de renforcer la durabilité de cette filière boulangerie (aspects réglementaires, intégration de données dans les pratiques boulangères pour une meilleure maîtrise des fabricationsé) ?
- comment ces connaissances permettent aux boulangers de mieux comprendre leur métier (par exemple : impact des facteurs technologiques, environnementaux, rôle du microbiote...) et aux chercheurs de mieux cibler les questions de recherche ?

Méthodologie de conception et rédaction du glossaire
Le glossaire présenté ici est un des moyens que nous avons développé pour co-construire des connaissances et les questionner. Lôapproche pédagogique sôest appuyée sur les objectifs suivants :
- favoriser lôappropriation et lôintégration des connaissances dans la pratique de la boulangerie au levain ;
- définir, expliquer la terminologie des différents acteurs du contrat « Bakery » ;
- identifier les termes synonymes ;
- faire des liens entre les mesures, les analyses dôune part et les observations pratiques dôautre part.

Pour faciliter la compréhension et lôappropriation, différentes approches ont été utilisés :
- relevé de vocabulaire utilisé par les acteurs de la filière dans le cadre du contrat de recherche ;
- écriture et relecture des définitions par plusieurs acteurs du programme de recherche ;
- utilisation de schémas et photos pour illustrer certaines définitions ;
- renvois vers des définitions complémentaires des termes marqués en caractère gras qui doivent permettre de naviguer dans lôensemble de cette terminologie et dôavoir une vision globale du système étudié.

Diffusion du glossaire
Au-delà de partager les savoirs parmi les acteurs du projet BAKERY, nous voulions partager ce travail avec tous ceux qui sôimpliquent dans le développement dôune filière de la boulangerie au levain durable à travers leur activité professionnelle ou associative et plus généralement à tous ceux qui pourraient sôy intéresser de près ou de loin.

Références bibliographiques
- FAO (2010). http://www.cbd.int/decision/cop/?id=11037
- Paulo Freire (1968). Pedagogy of the oppressed (trad. wikiquote), ed. Continuum International Publishing Group, 2001 (ISBN 0-8264-1276-9), p. 80

Glossaire des savoirs et pratiques de la fermentation au levain en panification française

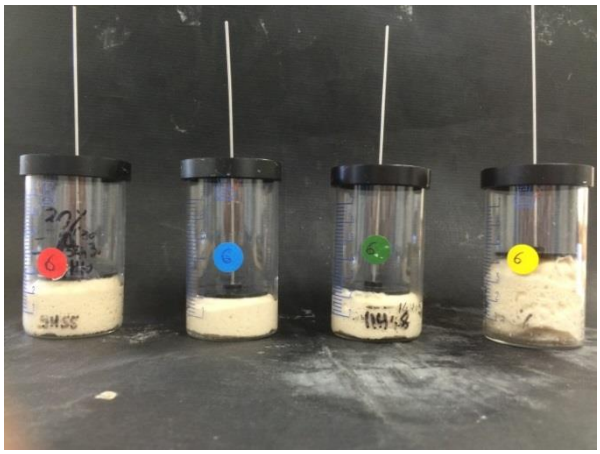
---

Acides organiques
Acides formés par des organismes vivants. Les acides se caractérisent par la présence dôau moins une fonction COOH dans leur formule chimique. La **dissociation**, en milieu hydraté, du groupement acide (COOH), en COO^- et H^+ contribue à augmenter la concentration en ions H+ dans le milieu et à diminuer la valeur du **pH** (**p**otentiel **H**ydrogène) du milieu (plus la concentration en ions H+ est élevée plus le pH du milieu est bas : relation inversement proportionnelle). Cette capacité de dissociation est variable selon les acides et traduit la force dôun acide. Les acides organiques sont considérés comme des acides faibles côest-à-dire quôils se dissocient plus difficilement quôun acide fort comme lôacide chlorhydrique ou sulfurique. Ils font donc moins diminuer le pH. Dans les **levains**, on retrouve principalement de lôacide lactique et de lôacide acétique produits par les microorganismes du levain. Lôacide lactique se dissocie plus que lôacide acétique, lôacide lactique est donc un acide plus fort que lôacide acétique. Par ailleurs, chaque acide possède des caractéristiques sensorielles propres.

Acidité
Mesure de la concentration en **acides** dôun milieu. Elle est le résultat dôune titration par une base (sôexprime en ml de soude N/10 / 10g de produit). Elle traduit le caractère plus ou moins acide dôun milieu. Elle est à distinguer de la mesure du **pH**, qui lui représente un potentiel dôacidité.
Lôacidité titrable totale (ATT ou TTA en anglais) consiste à neutraliser l'acidité totale d'une quantité de produit (10g de levain ou de pain, en solution dans de lôeau) par un volume de soude (N/10 dans le cas du levain et du pain au levain). La mesure de lôacidité titrable va donc refléter la concentration réelle en acides du produit, indépendamment des caractéristiques des acides et du milieu. La simple mesure du pH ne permet pas, quant à elle, dôavoir une lecture de lôacidité totale du levain ou du pain. La mesure du pH dépend, en effet, de la **dissociation** des **acides organiques** et de la présence dans le milieu de quantités variables de composés pouvant interagir avec les ions H+ (notion de pouvoir tampon des protéines).
Le goût acide est une perception par les papilles gustatives de la langue des molécules dôacides dissoutes et dissociées par la salive. Ce sont les ions H^+ qui vont être transportés dans les canaux ioniques et qui envoient des signaux au système nerveux.

Activité
Le terme dôactivité est associé à une action (activité de la **levure**) ou a une somme dôactions (**activités microbiennes**, **activités de fermentation**). Elle peut se mesurer soit par lôintensité au cours du temps, de lôaction ou du travail (notion de puissance comme la prise de force des pâtes), soit, par une concentration obtenue ou une vitesse de production (production de CO_2, dôacides, **dénombrement** de microorganismesé)

Activité dôun levain
- par lôobservation
En France, lôactivité du **levain** est principalement associée à la production gazeuse liée à lôactivité **microbienne**. Lorsque le levain est « ferme et pâteux », par opposition à « liquide », elle sôapprécie par la vitesse et le niveau de **développement** de la pâte, avant quôelle ne devienne poreuse, et dans des conditions de **températures**, dôhydratation et de **consistance** constantes.
Lorsque le levain est liquide, lôactivité sôapprécie par la quantité de bulles de gaz qui se forme en partie supérieure de la pâte


Doc 1: Différence dôactivité de levains (contrat Bakery) au mesureur de pousse

- par la mesure
La mesure de la **pousse** est un indicateur pertinent de lôactivité dôun levain mais non suffisant. En effet, elle est aussi fonction de lôhydratation et de la capacité de la pâte à retenir le gaz. Il est souhaitable pour une évaluation plus objective de lôactivité, de quantifier **lôactivité microbienne** par le dénombrement des **levures** et des **bactéries lactiques**, par des mesures de **pH** et dôacidité titrable et encore mieux de suivre les cinétiques dôactivité au cours du temps, par un suivi du pH et de la production gazeuse.

Doc 2 : Mesureur de dégagement de gaz carbonique Ankom

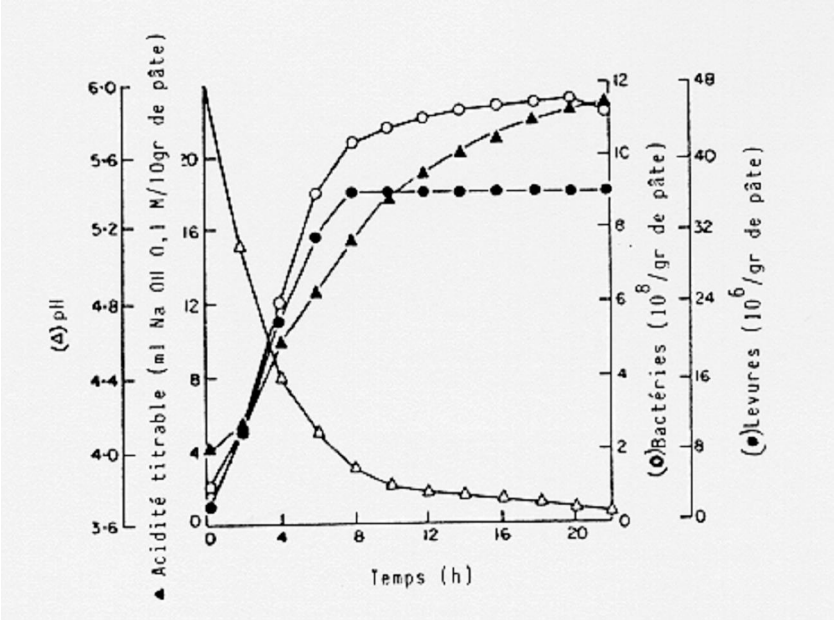


Figure 1 : Biocinétiques dans une pâte ensemencée avec un levain (Rohrlich, 1959)
(æ pH, ƶ acidité,ʒ N bactéries lactiques, Ålevures)

Activité de fermentation ou fermentative, fermentaire

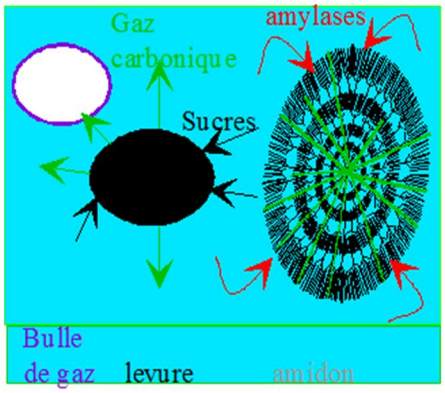
Processus de transformation des substrats carbonés (**sucres fermentescibles**) par les microorganismes qui produit de lôénergie. Cette activité conduit à la libération de composés de dégradation comme le gaz carbonique (nécessaire pour assurer la levée de la pâte), des alcools (dont lôéthanol), des acides (lactique, acétiqueé) et des composés secondaires comme des composés volatils aromatiques.

Lôactivité fermentaire augmente avec :

- la quantité et la viabilité des microorganismes ;
- la température, optimum vers 25 -30 °C ;
- lôactivité **amylasique** de la farine qui libère des substrats (maltose et glucose) fermentescibles ;
- la proportion **dôamidons « endommagés »** ;
- la présence de **sucres** préexistants de la farine ou ajoutés (dans les fabrications enrichies, on considère que lôactivité augmente jusquôà 5 % de sucre incorporé par rapport à la farine) ;
- lôhydratation des pâtes ;
- lorsque que le **pH** est optimal pour les levures et les bactéries, entre 5 et 6.

Lôactivité fermentaire diminue avec :

- la **pression osmotique** due à lôajout de sel et sucre ;
- un **pH** acide : fort ralentissement à pH < 4 ;
- la baisse de la **température** : ralentissement < 20°C, arrêt < 4°C ;
- une température au-delà de 46°C.



Doc 3 : Représentation schématique des actions en cours de fermentation (les Pains Français, 2002)

Activité de lôeau
Lôeau intervient dans de nombreuses transformations physico-chimiques (réactions enzymatiques, coloration, cristallisation, **cuisson**, dessiccation, viscosité), et biologiques (germination, activité et multiplication des bactéries, levures et moisissures...).
Il ne suffit pas que lôeau soit présente dans le milieu, il faut que sa disponibilité soit effective. On distingue lôeau chimiquement liée ou adsorbée sur certaines molécules polaires (sucres, protéines...) de lôeau non directement liée sur ces molécules. Cette eau libre est disponible pour des réactions physico-chimiques ou biologiques, elle est donc « active ». Plus lôeau est liée fortement et plus sa disponibilité est limitée, son activité (a_w ou activity water) est donc faible. Cette activité sôexprime sur une échelle de 0 à 1.
Pour un produit donné, à une température donnée, à chaque teneur en eau, correspond une activité de lôeau.

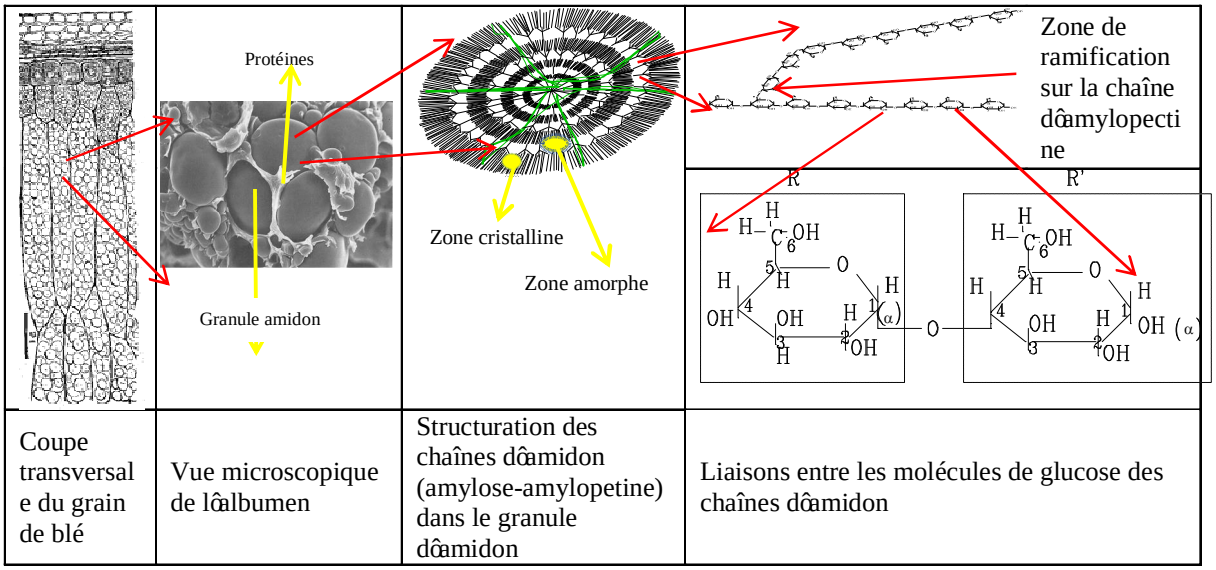
Activité enzymatique
(voir **Enzymes**)

Activité microbienne dôun levain
Elle se définit à la fois par la multiplication et par les fonctions des microorganismes. Cela se traduit par une modification des caractéristiques du **levain** (acidification, gonflement, bulles, odeur, textureé) qui peuvent être mesurées par le **pH**, la concentration en **acides organiques**, la pousseé Cette activité dépend de facteurs microbiologiques comme la densité microbienne, les **espèces** ou **souches** microbiennes présentes et de paramètres technologiques tels la **température**, le **type de farine**, lô**hydratation**é

Albumen
Partie intérieure du grain de blé entourée par les enveloppes de la graine et du fruit.

Amidon
Lôamidon est une réserve de sucre (glucose) généré par la photosynthèse qui se trouve en excès par rapport aux besoins de la plante.
il est formé de nombreuses chaînes de molécules de glucose par des liaisons Ŭ1-4 (entre le carbone 4 dôune molécule de glucose et le carbone 1 dôune autre molécule). Une chaine dôamidon peut être constituée de quelques centaines dôunités glucose.
La chaine peut être linéaire (amylose) ou ramifiée (amylopectine). Dans le cas de la ramification, il se crée une liaison Ŭ1-6.
Lôamylose (100 à 300 unités glucose) et lôamylopectine (1000 à 5000 unités glucose) sont associées, dans la graine, le tubercule ou le bulbe, sous forme dôun granule appelé granule

dôamidon ou grain dôamidon, dont les dimensions, suivant les végétaux, se situent entre quelques micromètres (µm) et cent micromètre (100µm).
La juxtaposition des chaînes lui donne une structure rigide, de type **cristalline** ; cette caractéristique ne permet pas à lôeau de rentrer, lôamidon nôest donc pas soluble à froid. Cette solubilisation ou dispersion ne peut se faire quôà une certaine température par le processus de **gélatinisation**



Coupe transversale du grain de blé	Vue microscopique de lôalbumen	Structuration des chaînes dôamidon (amylose-amylopetine) dans le granule dôamidon	Liaisons entre les molécules de glucose des chaînes dôamidon

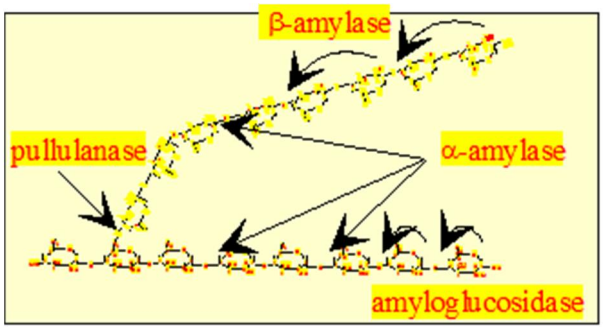
Doc 4 : Représentation de lôamidon à différentes échelles

Amidons endommagés
Granules dôamidon de lôalbumen, modifiés physiquement par les opérations de mouture (coupé par les effets de cisaillement, écrasés et fissurées par les effets de compression). Cet endommagement physique facilite la pénétration et la fixation de lôeau dans le granule, de ce fait, la consistance ou fermeté augmente, le boulanger corrige cet état par un ajout dôeau. La proportion dôamidons endommagés augmente lorsque la **dureté** de lôalbumen est plus élevée. Lôendommagement de lôamidon facilite lôactivité enzymatique des **amylases** qui conduit à la libération de **sucres** fermentescibles (glucose, maltose).
Le taux dôamidons endommagés peut être évalué par analyse chimique.

Amorphe
État dôassociation condensé désordonné de molécules de natures différentes ou identiques donnant des structures rigides vitreuses, déformables ou liquides. Lors du changement dôétat de lôamidon pendant la **gélatinisation**, le passage dôun état cristallisé à un état amorphe va faciliter la fixation de lôeau et lôaction des **amylases**.

Amylases, amylasique
Type dôenzymes dont le rôle est lôhydrolyse des chaînes dôamidon. Parmi les principales amylases, on distingue les Ŭ amylases dont lôaction est considérée comme assez irrégulière dans les chaînes (endo-amylases) pour former des fractions de chaînes appelées dextrines et les ƀ amylases dont lôaction démarre des extrémités de chaînes (exo-amylases) et qui produit de manière méthodique une hydrolyse tous les deux glucoses ce qui conduit à libérer une molécule appelée maltose.

Lôactivité amylasique augmente avec lôavancée du processus de germination, elle peut être appréciée par lôanalyse au **temps de chute de Hagberg,** dont le principe est la mesure de la résistance de lôempoi dôamidon pendant la gélatinisation.



Doc 5 : représentation des actions des différentes amylases (les Pains Français, 2002)

Amylolyse
Processus de coupure des chaînes dôamidon par lôaction des **amylases**. Elle nécessite pour chaque réaction, lôutilisation dôune molécule dôeau.

Apprêt
Etape de la **fermentation panaire** pour les pâtons façonnés se situant entre le façonnage ou la **tourne** et la mise au four. Synonyme : deuxième fermentation.

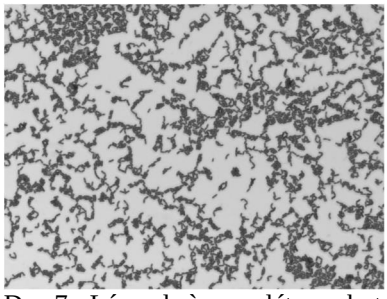
Doc 6 : Aspect des pâtons sur couche à la fin du temps dôapprêt (Triptolème, 2014)

Artisan, artisanal
Un artisan est un chef d'entreprise indépendant qui assure, seul ou avec son conjoint, la responsabilité de l'entreprise. Qualifié dans son métier, il est le dépositaire de nombreux savoir-faire transmis essentiellement par le biais de lôapprentissage. La qualité d'artisan, y compris celle dôartisan **boulanger**, est reconnue aux personnes physiques qui justifient soit d'un certificat d'aptitudes professionnelles ou d'un brevet d'études professionnelles ou d'un titre homologué ou encore d'une immatriculation dans le métier depuis six années au moins
En France, l'artisan est inscrit au répertoire des métiers et exerce une activité manuelle professionnelle à titre principal ou secondaire, à son propre compte n'employant pas plus de dix salariés. Il est souvent aidé de sa famille et d'apprentis qu'il forme.
C'est la loi 96-603 du 5 juillet 1996 qui définit l'entreprise artisanale indépendamment de l'artisan qui, lui, est défini par le décret 98-247 du 2 avril 1998. Ainsi l'entreprise artisanale n'emploie pas plus de dix salariés (mais il existe un « droit de suite » qui permet à une entreprise de rester artisanale en dépassant ce nombre) et couvre les activités de « production, de transformation, de réparation ou de prestation de service relevant de l'artisanat et figurant sur une liste.... » .

Artisan boulanger
Personne qui exerce le métier de **boulanger** dans le cadre dôune structure **artisanale** inscrite à la chambre des métiers. Cette reconnaissance est attribuée à une personne qui justifie, par des diplômes, des compétences pour exercer ce métier. Le CAP (Certificat dôAptitude Professionnelle) et le BEP (Brevet dôEnseignement Professionnel) atteste de cette compétence notamment dans un cadre conventionnel où la pratique de la fermentation se fait principalement à la levure (*Saccharomyces cerevisae*).
Il existe aussi des certifications spécifiques délivrées par des écoles professionnelles privées notamment celle délivrées par lôEcole Internationale de Boulangerie pour la panification au levain de farines issues de lôAgriculture Biologique.
Nous avons qualifié les artisans participant au contrat Bakery dôArtisans boulangers « bio » au levain.

ATP
Abréviation de Adénosine-TriPhosphate, lôATP est une molécule qui assure le stockage une énergie chimique potentielle au sein des cellules et qui permet dôassurer des activités biologiques comme les activités enzymatiques. Elle est produite principalement dans les phases de la respiration cellulaire.

Bactéries lactiques
Micro-organismes unicellulaires qui font partie des **espèces de bactéries** (règne des procaryotes, cellules sans noyau) et qui se caractérisent par la production dôacide lactique. Dans les **levains,** elles sont responsables, selon les espèces, de la fermentation dite **homofermentaire** (acide lactique) et **hétérofermentaire** (acide lactique + acide acétique + CO_2) et vont acidifier le **levain**. Elles sont en général présentes jusquôà 1 milliard (10^9) /g de levain. Elles sont 10 à 100 fois plus nombreuses que les levures (eucaryotes, cellules avec noyau), mais leurs cellules sont aussi beaucoup plus petites (~ 10 à 50 fois plus petites). Les bactéries lactiques se développent en absence dôoxygène, elles sont généralement anaérobies. Il existe de nombreux genres et espèces de bactéries lactiques, le principal étant le genre *Lactobacillus*. Lôespèce majoritaire des **bactéries lactiques** du **levain** est *Lactobacillus sanfranciscensis*.

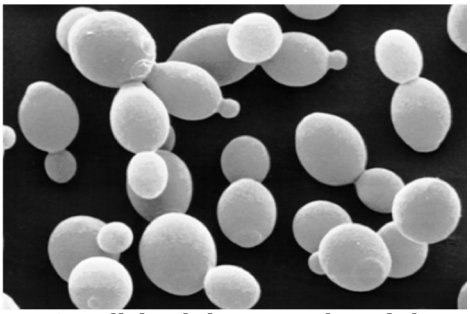

Doc 7 : Légende à compléter ; photo extraite du doc Cartel diversité flore V4 + échelle ou grossissement

Biodiversité
Terme qui désigne la diversité du monde vivant à 3 niveaux :
- diversité **génétique** : elle est expliquée par la diversité des génomes des individus au sein dôune même espèce. Syn. diversité intra-spécifique ;
- diversité des **espèces** : elle est expliquée par la diversité des espèces à lôéchelle dôun écosystème comme le **levain**. Syn. diversité inter-spécifique ;
- diversité des **écosystèmes** : diversité dôun ensemble dôespèces ou de groupes fonctionnels dôespèces entre différents écosystèmes.

Boulanger
Personne qui fabrique ou vend des produits de **boulangerie** ; personne qui a les compétences et capacité pour exercer le métier de boulanger soit comme **artisan boulanger** ou **paysan boulanger**.

Boulangerie
Peut seul prétendre à l'appellation et avoir l'enseigne de boulangerie (décret du 12/12/1995) l'établissement tenu par un professionnel assurant lui-même, à partir de farines choisies, les différentes phases de fabrication de pains et assimilés (viennoiseries, pâtisseries boulangèresé) : pétrissage, façonnage de la pâte, **fermentation** et cuisson sur le lieu de vente au consommateur final. Toutefois, cette dénomination peut également être utilisée lorsque le pain est vendu au consommateur final, de façon itinérante, par le professionnel **boulanger** qui a assuré sur le même lieu les opérations de **panification**, de **pétrissage**, de **fermentation**, de **façonnage** et de cuisson. Cette définition ne précise pas le type de structure, celle-ci peut être industrielle, artisanale, boulangerie de grande surface. Historiquement, à la campagne, la boulangerie correspondait au lieu ou à lôatelier de fabrication et/ou de cuisson du pain, ce qui est le cas encore pour les « boulangeries de ferme ».

Bourgeonnement des levures
Une grande partie des espèces de levure se multiplie par bourgeonnement. Une cellule mère bourgeonne pour donner une cellule fille. Une cellule mère peut donner plusieurs cellules filles. Chaque bourgeonnement laisse une cicatrice sur la paroi de la cellule mère. On peut compter le nombre de fille quôune mère a eu en comptant le nombre de cicatrices.


Doc 8 : cellules de levure en phase de bourgeonnement

Coagulation (protéines)
Phénomène de rigidification de la structure protéique par modification des liaisons entre **protéines** (déplacement de lôeau, oxydationé), sous lôeffet de la chaleur

Compétition
En écologie, on appelle compétition une forme d'interaction négative où deux espèces souffrent de la présence l'une de l'autre, en terme de taille de population. En général, côest à cause d'une compétition pour les ressources nutritives (les deux **espèces** « mangent » la même chose) ou pour l'habitat (les deux **espèce**s essayent d'occuper le même espace).

Consistance
Résistance de la pâte à la déformation. Elle sôapprécie principalement au cours de pétrissage. Si la pâte résiste à lôenfoncement des doigts dans la pâte, elle peut être qualifiée de ferme, dure ou résistante. Inversement, on la qualifie de molle, peu résistante, elle sôécoule facilement. Par extension, une pâte qui **relâche** ou qui sôécoule facilement et donc manque de **tenue** ou de stabilité peut être qualifiée de molle.

Lôévolution de cette consistance en cours de pétrissage peut être différente suivant les farines ; elle sera jugée à nouveau en fin de pétrissage. En effet une consistance non conforme en fin de pétrissage nôest pas uniquement attribuable à une erreur dôhydratation.
Un ajustement est éventuellement réalisé en ajoutant quelques pour-cent dôeau si nécessaire.
Au cours de la cuisson, le changement dôétat de lôamidon par lôempesage ou **gélatinisation de lôamidon** conduit, avec le phénomène de **coagulation des protéines** du **gluten**, conduit à une augmentation de la consistance ; ils assurent ainsi la stabilité de la pâte.
Avec la baisse de la température du pain après cuisson, lôaugmentation de la résistance à la déformation de la mie est associée à une augmentation de consistance et dôélasticité. Elle a notamment pour origine le phénomène de **gélification de lôamidon**.
Synonyme : « fermeté »

Doc 9 : Appréciation manuelle de la consistance en fin de pétrissage (Triptolème, 2014)

Consistance dôun levain
Par convention on définit la consistance au moment de la préparation ou du pétrissage du levain. Lôéchelle de consistance peut-être dure/ferme/mou ou pâteux/crémeux/liquide pour une hydratation de la farine du levain de 45%/60%/ 80%/100% /200%. La consistance de départ nôest pas celle observée après fermentation, celle-ci diminue en fonction du degré dôhydrolyse des constituants.

Cristallisé
État dôassociation condensé ordonné entre des molécules de même nature sous forme dôune structure rigide (exemple la structure du sucre ou de la matière grasse cristallisé). Cette structure peut-être désorganisée (état **amorphe)**, sous lôeffet de lôagitation moléculaire provoqué par une augmentation de la température.

Croissance cellulaire ou microbienne
Développement par **multiplication** des microorganismes. La croissance microbienne comporte plusieurs phases : une phase de latence + ou ï longue (adaptation au milieu et aux conditions environnementales), une phase exponentielle + ou ï rapide (selon les conditions du milieu), une phase stationnaire (arrêt de la multiplication du à des facteurs limitants : pH, indisponibilité de nutriments,é) et éventuellement une phase de déclin (diminution du nombre des cellules par lyse cellulaire). Chaque phase peut être caractérisée par une variable : temps de latence, vitesse de croissance ou taux de croissance, nombre final de microorganismes (Figure 2). Cette croissance sôaccompagne de la production de métabolites (acides, alcools, gazé) en quantité variable selon les microorganismes et les conditions du milieu.

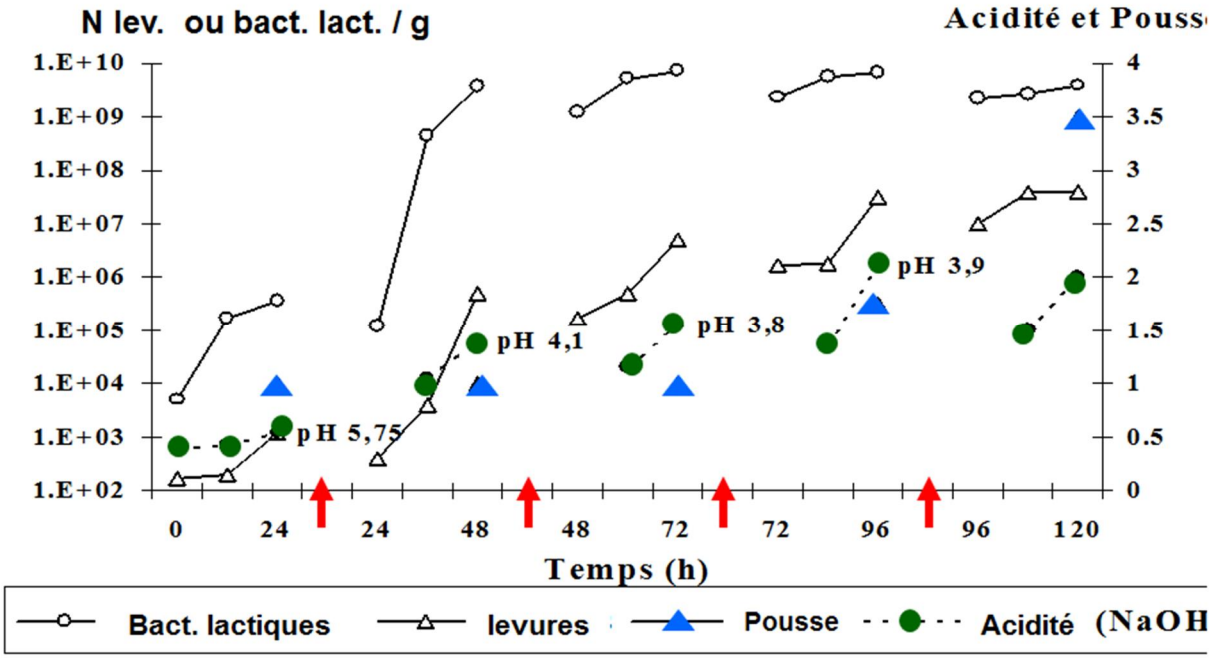
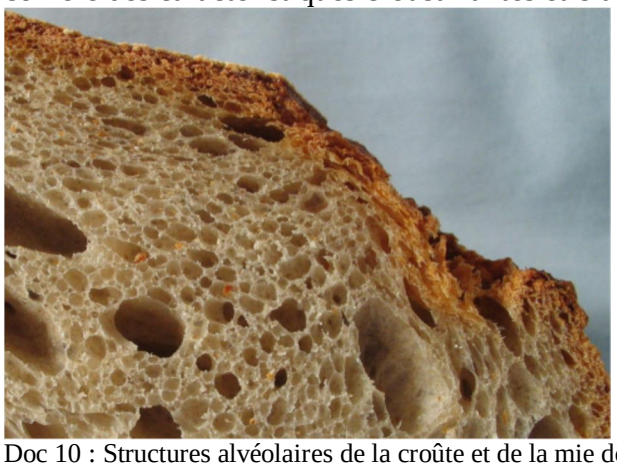


Figure 2 : Biocinétiques et élaboration dôun levain ñnaturelò (Ragot L. et Onno B. 1988)
*Les flèches de couleur rouge indiquent les moments de rafraîchis. Les valeurs de pH à chaque rafraîchi sont mentionnés dans le graphe. Les cinétiques dépendent des paramètres environnementaux T°C, H%, etc.

Croûte

Partie extérieure du pain qui se caractérise par une teneur en eau faible après **cuisson** qui la rend peu déformable et donc propre à la rupture. Sa structure plus ou moins alvéolée lui confère des caractéristiques croustillantes et craquantes.



Doc 10 : Structures alvéolaires de la croûte et de la mie dôun pain au levain

Cuisson

La cuisson résulte dôun échange de chaleur entre lôatmosphère du four et le produit à cuire. Elle se caractérise par une expansion et des transformations physico-chimiques de la pâte sous lôaction de la chaleur (énergie calorifique ou thermique). Cela se traduit successivement par :

- le développement de la pâte en début de cuisson (expansion des gaz et de la vapeur dôeau)
- la stabilisation de la structure (**gélatinisation de lôamidon** et **coagulation des protéines** du **gluten**)
- lôévaporation
- la coloration (réactions de Maillard et de caramélisation).

Déformation de la pâte
Modification de la forme de la pâte ou des pâtons provoquée par lôintervention manuelle (façonnage, observation des caractéristiques dôextensibilité et dôélasticitéé), les opérations mécaniques (pétrissageé), les transformations biochimiques (fermentationé) et physiques (agitation moléculaire avec la baisse et lôaugmentation de températureé). Les sollicitations mécaniques imposées, compression (façonnageé), cisaillement (pétrissage, façonnageé) ou extension conduisent, en fonction de la vitesse de déformation, à des comportements à la rupture différents. Par exemple, une pâte de seigle peut avoir une bonne aptitude à la déformation en compression mais très limitée en extension (étirement) ; dans ce cas, on peut dire quôen extension la pâte est non ou peu **extensible**.

Dénombrement (voir numération)

Développement de la pâte
Augmentation de surface ou de volume dôune pâte, sous lôaction de la fermentation.
Les facteurs qui influencent le développement dôune pâte sont la production gazeuse, la rétention gazeuse et lôaptitude à la **déformation de la pâte.**
Synonyme : pousse, levée.

Dissociation chimique ou ionique
En chimie, côest une séparation dôéléments dôune molécule notamment qui affecte les sels, les **acides** et les bases en solution dans lôeau mais aussi les molécules qui peuvent recevoir ou perdre des éléments tels H^+. Ces éléments séparés sont appelés « ions » qui deviennent chargés électriquement en ions positifs (cations) et négatifs (anions), la dissociation est une réaction réversible.
Exemple : le sel de cuisine ou chlorure de potassium NaCl, se dissocie dans lôeau en ions Na^+ et Cl^-. Attention ne pas confondre dissociation et dissolution, le sel de cuisine formé de cristaux de NaCl, dans lôeau va perdre sa structure cristalline les molécules de NaCl vont se disperser dans lôeau et se mélanger ou se dissoudre dans lôeau, après cette étape les molécules peuvent se dissocier. Si lôon diminue la concentration en eau les molécules vont se reformer et recristalliser.

Division cellulaire (voir multiplication cellulaire)

Dureté du blé
Résistance de lô**albumen** du grain de blé aux sollicitations mécaniques (compression, cisaillement) lors de la mouture. Lorsque la dureté augmente le taux dô**amidons endommagés** augmente. Les variétés de blés anciens présentent en général un caractère moins dur « soft » (medium soft, soft ou very soft) que les variétés modernes « hard » (medium hard, hard ou very hard).

Dynamique dôun levain
Cette terminologie peut correspondre à plusieurs notions :
- Au cours dôun rafraîchi, la dynamique dôun **levain** est associée à la croissance microbienne ou **multiplication cellulaire** des microorganismes. Cette croissance va se traduire par une cinétique ou une évolution au cours du temps de la population de cellules, du pH, de lôacidité totaleé , reflet de lôactivité microbienne dôun levain.
- Au cours de la vie dôun levain et des différents **rafraîchis**, la **dynamique** dôun levain peut évoquer lôévolution au cours du temps des **populations** (genres, espèces) constituant le **microbiote** du levain.

- Dôun point de vue technologique, la dynamique dôun levain peut qualifier la réactivité (**temps de latence** court) du levain, sa capacité à se développer (multiplication cellulaire et production $C0_2$).

Dynamique dôune population
Evolution de la taille ou densité (en nombre) dôune population au cours du temps. Dans les **levains**, la densité dôune population de **levures** ou de **bactéries** est mesurée en nombre de cellules / g de pâte.

Ecosystème
Système formé par un environnement (le biotope) et par lôensemble des organismes vivants (la biocénose) occupant cet environnement.

Elasticité, élastique
Elle peut se définir comme la capacité dôun corps à reprendre totalement ou partiellement sa forme après une déformation (extension, compression) donnée et lôarrêt de cette **déformation**. Lôintensité de la **résistance** pour une déformation donnée permet ce retour total ou partiel à lôétat initial.

Enzymes
Une enzyme est une molécule **protéique** de taille importante, de structure généralement globulaire et capable de catalyser une réaction biochimique. Le nombre dôenzymes existantes dans la nature est très important, chacune dôentre elles ne pouvant conduire quôà un seul type de réaction sans être consommée dans la réaction, elles peuvent donc agir en permanence si les conditions favorables sont réunies.
Parmi les classes dôenzymes, deux interviennent principalement dans la technologie boulangère :
- les hydrolases (**amylases**, lipases, protéases, hémicellulases, pentosanases...), ces enzymes permettent la coupure des chaines ou de grosses molécules dôamidon, lipides, protéines, hémicelluloses... ; chaque réaction dôhydrolyse consomme une molécule dôeau ;
- les oxydo-réductases (lipoxygénases, peroxydases, glucose-oxydase....) : elles catalysent les réactions d'oxydoréduction entre composés en transférant les ions H^+ et des électrons, modifiant ainsi leurs propriétés.

Facteurs influençant lôactivité enzymatique :
- *la concentration* en enzymes du milieu ;
- *la quantité de substrat* sur lequel agit lôenzyme ;
- *la quantité dôéléments* entrant dans la réaction (oxygène pour les réactions dôoxydation, lôeau pour lôhydrolyse, les minéraux, ...) ;
- lôacidité ou le pH du milieu : La modification des liaisons ioniques change la structure de la protéine, ce qui influe sur son potentiel dôaction. Ainsi les protéases ont un optimum dôactivité en général à pH = 5 ;
- la température : son élévation favorise **lôactivité enzymatique** jusquôau point de début de dénaturation ou de coagulation de cette protéine. Sa sensibilité à la dénaturation thermique baisse lorsque la teneur en eau du milieu diminue ;
- lôactivité de lôeau : lôenzyme est plus active à forte Aw (eau solvante) à cause dôun meilleur contact enzyme-substrat, dôune meilleure mobilité, ceci est encore plus vrai lorsque les enzymes sont hydrosolubles.

Certaines enzymes comme les lipases, lipoxygénase, de nature hydrophobe sont plus actives lorsque lôactivité de lôeau diminue ; ces deux enzymes sont présentes dans les farines et contribuent à des modifications qualitatives associées au temps de plancher ;
- la force **ionique (voir dissociation)** : en panification, elle est influencée par la présence de sel (chlorure de sodium) dont la dissociation ionique modifie lôéquilibre électrique de lôenzyme et donc sa structure. Généralement lorsque la force ionique augmente lô**activité enzymatique** diminue ;
- le potentiel dôoxydo-réduction : la structure tertiaire protéique de lôenzyme est aussi fonction des liaisons disulfures formées par **oxydation**. La modification du potentiel dôoxydo-réduction modifie lôéquilibre des liaisons et donc les possibilités dôaction de lôenzyme.

Espèce
Chez les micro-organismes, une espèce est un ensemble d'individus liés par des liens de parenté proches : ils ont donc un **génome** (ADN) et des caractéristiques morphologiques et physiologiques très similaires. Chez les **bactéries** il nôy a pas de reproduction sexuée. Chez les **levures**, cela dépend des espèces. Quand il y a de la reproduction sexuée, les individus dôune même espèce sont capables de se reproduire entre eux et donner des descendants eux même fertiles.

Espèces de bactéries
Les différentes **espèces** de bactéries lactiques sont classées comme soit **homofermentaires**, soit **hétérofermentaires** obligatoires et soit hétérofermentaires facultatives (capacité à adopter les deux types métaboliques selon les substrats). Il existe plusieurs genres de bactéries lactiques parmi lesquels : *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*é Le principal genre des bactéries lactiques des levains est *Lactobacillus*. Au sein de ce genre les principales espèces sont parmi les hétérofermentaires obligatoires *L.sanfranciscensis*, *L. brevis*é , les hétérofermentaires facultatives *L plantarum* et les homofermentaires, tel *L. sakei*é , (Tableau I).
Lôidentification des bactéries fait appel à des méthodes de biologie moléculaire (séquençage de région de lôADN, elles ont permis depuis les années 2000, lôidentification de nouvelles espèces. Au sein dôune espèce, il existe une diversité intra-spécifique, càd que les caractéristiques peuvent varier dôune souche à lôautre au sein dôune même espèce.

Tableau I : Espèces et pourcentage de Bactéries Lactiques isolées de différents levains français (L. : Lactobacillus ; Ln : Leuconostoc)

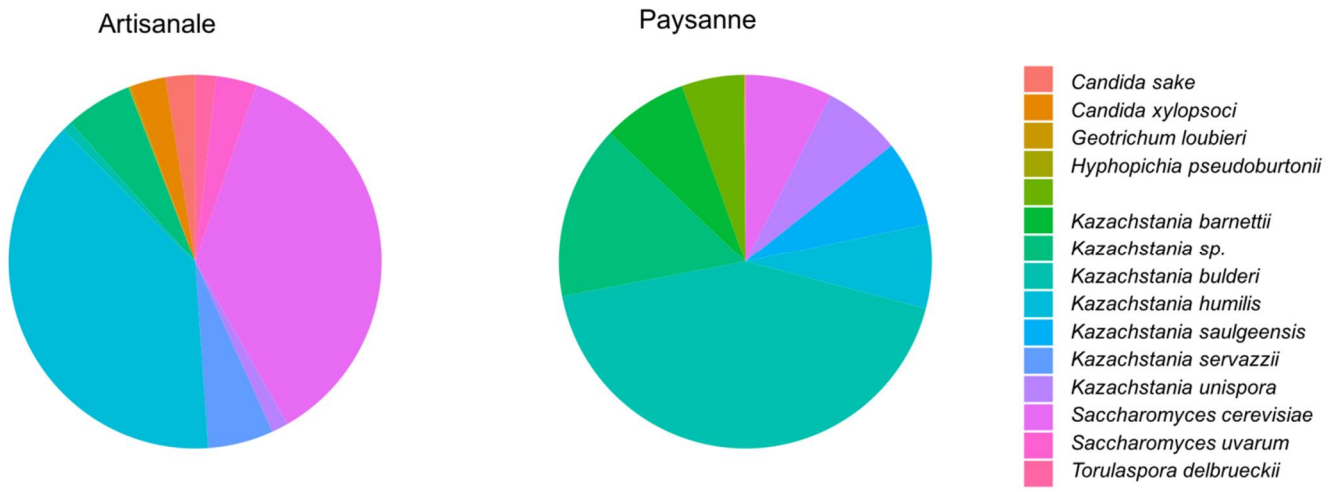
Levain	Hétérofermentaire	Hétéofermentaire facultatif	Homofermentaire
1	*L.sanfranciscensis (100%),*		
2	*L.sanfranciscensis (100%)*		
3	*L.sanfranciscensis (91%)*	*L. plantarum (9%)*	
4	*L.sanfranciscensis (46%)*		*L.sakei (54%)*
5	*L.sanfranciscensis (30%),L.kimchii (34%), L.hammessii (30%)*	*L.pentosus (6%)*	
6	*L.sanfranciscensis (100%)*		
7	*L.sanfranciscensis (100%)*		
8	*L.sanfranciscensis (100%)*		
9	*L.sanfranciscensis (100%)*		
10	*L.sanfranciscensis (100%)*		
11	*L.sanfranciscensis (100%)*		

12	*L.sanfranciscensis (100%)*		
13	*L.sanfranciscensis (78%), L.curvatus (22%)*		
14	*L.sanfranciscensis (100%)*		
15	*L. sanfranciscensis (86%)*	*L. plantarum (14%)*	
16	*L. curvatus (90%),*	*L. plantarum (10%)*	
17	*L.sanfranciscensis (100%)*		
18	*L.sanfranciscensis (100%)*		
19	*L.sanfranciscensis (100%)*		
20	*L.sanfranciscensis (100%)*		
21	*L.sanfranciscensis (54%), L. xiangfangensis (15%), L. brevis (23%)*	*L. plantarum (8%),*	
22	*L.sanfranciscensis (100%)*		
23	*L. heilongjiangensis (37.5%), L. koreensis (25%), , L. curvatus (12.5%),*	*L. plantarum (25%)*	
24	*L. sanfranciscensis (100%)*		
25	*L. brevis (69%), L. plantarum (15%), L. sanfranciscensis (8%), L. paralimentarius (8%)*	*L. plantarum (25%)*	
26	*L.sanfranciscensis (75%),*	*L. plantarum (25%)*	
27	*L.sanfranciscensis (100%)*		
28	*L. sanfranciscensis (40%), L.pontis (33%), L.diolivorans (13%), L. parabuchneri (7%)*	*L. paracasei (7%)*	
29	*L. plantarum (9%) , L. xiangfangensis (55%), Ln. citreum (36%)*		
30	*P. pentosaceus (55%), Weisella confusa (27%), L. sanfranciscensis (18%)*	*L. paracasei (7%)*	

Espèces de levure

Trente espèces de levure ont été isolées de levains et sont listées sur le tableau ci-dessous. Elles appartiennent principalement aux genres *Candida*, *Kazachstania*, *Pichia*, *Saccharomyces*. Toutes les espèces isolées sauf deux (appartenant au genre *Rhodotorula*) sont capables de fermenter le glucose et de le transformer en dioxyde de carbone. Ces espèces sont parfois aussi capables de fermenter dôautres sucres comme le maltose, le sucrose, le galactose,é . Pour chaque espèce de levure, une souche, dite souche type, représente lôespèce de levure pour tous les scientifiques du monde. Cette souche sert de référence. Les capacités fermentaires des souches types sont présentées dans le tableau ci-dessous. Attention les souches que nous avons isolées de levain peuvent avoir dôautres capacités à consommer les sucres que les souches type. Les deux espèces de *Rhodotorula* qui ne fermentent pas, sont très éloignées des autres espèces de levure génétiquement. Elles forment des colonies pigmentées orange/rouge que lôon voit parfois sur les toiles des bannetons

Tableau II : Espèces et pourcentage de levures isolées de différents levains français provenant de boulanger aux pratiques paysannes ou artisanales



Etapes de fermentation

Tableau III : rôles des étapes de fermentation

Préparation du **levain tout point**	Première fermentation après pétrissage : « **pointage** »	Deuxième fermentation après façonnage : « **apprêt** »
↗ de la quantité de levain pour les besoins de la fabrication du pain ↗ activité des microorganismes	↗ de la **prise de force** ↗ du développement du réseau de **gluten** ↗ activité des microorganismes	↗ le volume des pâtons avant enfournement, assure la production favorable au développement du pain
↗ les composés aromatiques et de l'acidité	↗ des composés aromatiques	↗ des composés aromatiques
La durée de fermentation déterminée en fonction de l'activité du levain et de l'état d'**hydrolyse** ou de la porosité de la pâte	Déformation irrégulière de la structure alvéolaire formée au **pétrissage**	Déformation irrégulière de la structure alvéolaire formée au pétrissage si la fermentation est longue

Extensibilité, extensible

Il s'agit de l'appréciation des capacités d'allongement ou de **déformation** de la pâte**,** généralement jusqu'à un stade de rupture.

Cette aptitude à la déformation ou extensibilité est corrélée avec les propriétés visqueuses (**consistance** ou fermeté) et **élastiques** de la pâte. Elle dépend aussi du type de sollicitation (étirement, compression, cisaillement) que l'on effectue et de la vitesse de cette déformation.
L'extensibilité se mesure par étirement continu (mouvement rectiligne, uniforme et vertical) de la pâte jusqu'à sa rupture (extension dans un seul axe de déformation appelée extension uniaxiale).

Malgré des difficultés de jugement dues en particulier au type de pétrissage (mécanique, manuelé), on peut considérer que le caractère normal est défini pour une rupture

correspondant à un étirement de 20 à 30 cm pour du pain français. Pour des longueurs dôétirement inférieures à 20 cm, le défaut est noté « insuffisant ». Inversement, il est noté en « excès » pour des longueurs supérieures à 30 cm. La quantité de pâte étirée et la vitesse dôétirement peuvent modifier le jugement. Il est nécessaire de standardiser cette opération, en soulevant une quantité de pâte sensiblement constante avec le bout des doigts. Lôappréciation de lôextensibilité peut être complétée par lôappréciation du niveau dôépaisseur et de la régularité dôun film de pâte (extension sur plusieurs axes appelée extension bi-axiale).

Doc 11 : Mesure de lôextensibilité par étirement de la pâte (extension uniaxiale) (Triptolème, 2014)	Doc 12 : Appréciation de lôextensibilité par la formation dôun film (extension biaxiale) (Triptolème, 2014)

Facilitation

C'est une forme d'interaction positive où une espèce facilite, par sa présence, la vie d'une autre **espèce** :

- soit parce que la première modifie l'environnement physico-chimique d'une façon qui est favorable à la seconde ;
- soit par la libération de nutriments dans l'environnement comme c'est souvent le cas entre micro-organismes.

Mais un arbre qui permet grâce à son ombre à une autre espèce de vivre à son pied est aussi une forme de facilitation.

Façonnage

Terme utilisé pour décrire la mise en forme (formage) des pâtons de forme longue. Il comprend une succession dôopération de compression, pliage, étirement, allongement pour donner la forme définitive au pâton.

Doc 13 : Façonnage de pâtons en forme boule

Farine céréalière (PR)

Produit fin ou grossier, généralement inférieur à 300 µm, provenant de la mouture des grains de blé et d'autres céréales. Certaines farines sont classées réglementairement par « **types** », définis sur la base de **teneurs en cendres** (blé et seigle) en lien avec leurs taux dôextraction par rapport au grain entier avant mouture.

Farine de blé

Tableau IV : Composition dôune farine (% sur matière sèche)

Composants	T55	T65	T80	T110	T150
Amidon	84	81	80	78	73
Glucides simples (glucose, maltoseé)	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0
Fibres	2,7-3,5	3,7-4,5	4,7-5,5	6-7	10-12
Protides	9-13	9-13	9,5-13,5	10-14	10-14
Lipides	1-1,5	1-1,5	1,5-2,0	1,9-2,2	2,0-2,5
Minéraux (cendres)	0,55-0,6	0,62-0,75	0,75-0,90	1,00-1,20	> 1,4

Ferment

Littéralement ce qui provoque une **fermentation**. Un ferment est ajouté intentionnellement pour réaliser la fermentation. Il peut sôagir dôune préparation commerciale à partir de souches sélectionnées (ex : **levure** de boulangerie), dôun **levain** actif préparé localement composé dôune flore qui sôest développée « naturellement ». Le terme de **starter** est aussi employé pour désigner une préparation commerciale stabilisée contenant des microorganismes permettant de démarrer une fermentation.

Fermentation alcoolique

Transformation du glucose principalement en gaz carbonique, éthanol, par les levures :

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\,CO_2 + 2\,C_2H_5OH + 2\,ATP$$

Glucose gaz carbonique éthanol énergie

Dôautres **métabolites** secondaires sont formés : glycérol, acide acétique, composés volatils.

Fermentation lactique

Les bactéries dites lactiques sont dénommées ainsi en raison de la production dôacide lactique au cours de leur multiplication. Les **bactéries lactiques** sont anaérobies ou anaérobies facultatives. A partir de substrats carbonés (hexoses : glucose, maltoseé ou pentoses : xyloseé), les bactéries lactiques produisent, soit essentiellement de lôacide lactique par la voie **homofermentaire**, soit un mélange dôacide lactique (CH_2CHOH-$COOH$), dôacide acétique (CH_3COOH)- ou dôéthanol - et de dioxyde de carbone (CO_2) par la voie **hétérofermentaire**.

Fermentation naturelle

Expression utilisée dans lôarticle 4 du décret pain Français de 1993 pour désigner une fermentation dont les microorganismes sont issus dôune fermentation dôune pâte formée de farines, dôeau et éventuellement de sel, avant une incorporation éventuelle de 0,2 % de levure dans la **pétrissée**.

Les précisions du BID (n°12/1992) sur les allégations dans le secteur alimentaire (ref 92.483 étiquetage, DG 716) concernant l'utilisation du terme naturel précise que le terme "naturel" ne peut être appliqué qu'à un produit que l'on trouve dans la nature ou 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. Cette définition ne permettrait donc pas dôappeler une fermentation du **levain**, initiée par des microorganismes (**levures** et/ou **bactéries**) volontairement ajoutés, comme fermentation naturelle.

Fermentation panaire

Mécanismes de **fermentation alcoolique** et **lactique** qui se produisent dans une pâte céréalière destinée à la fabrication du pain et qui conduisent à la levée de la pâte.

Fermeté
Côest lôétat de **consistance** de la pâte.
En boulangerie conventionnelle, à titre indicatif, quelles que soient les capacités d'absorption d'eau de la farine, est considérée comme ferme, une pâte **hydratée** avec une quantité d'eau entre 56-60 %, et raide pour des valeurs < à 56 %. De 60 à 64 %, on est dans un qualificatif qui n'est pas facile à traduire, à savoir, "pâte bâtarde", au-delà on emploiera les qualificatifs "douces" de 64 à 68 % et molles pour des valeurs > 68 %. Si l'on veut aller plus loin, "très molles" et "liquides" (dans la zone 100 %).
Synonyme : « viscosité »

Fibres
Les fibres des céréales sont composées de chaînes glucidiques de type cellulose, β-glucanes, pentosanes solubles et insolubles. Parmi ces fibres, les pentosanes ont une forte affinité avec lôeau et contribuent à environ 1/4 à 1/3 de lôeau dô**hydratation** de la pâte.

Force de la farine
Aptitude des farines à sô**hydrater**, puis des pâtes à se développer tout en retenant le gaz carbonique formé pendant la fermentation. On la mesure à lôAlvéographe Chopin par lôindicateur W qualifié de force boulangère. Un blé est dit « de force » lorsque le W est élevé souvent supérieur à 300 ; les blés meuniers actuels ont souvent des valeurs comprises entre 160 et 240 ; les variétés anciennes ont souvent des valeurs de W inférieures à 150.

Force de la pâte
Caractéristiques physiques dôune pâte à un moment donné pendant la panification. Cet état de la pâte est fonction de son **élasticité**, de sa **tenue** et de son **extensibilité**. Ces caractéristiques physiques sont souvent associées à la **force fermentative** (pousse, rapidité de la levée, **activité de la fermentation**).

Force fermentative ou fermentaire
Elle est le résultat de lôactivité et de la croissance microbienne. Elle se traduit par une cinétique de **fermentation** qui peut être caractérisée par une vitesse, une concentration en **métabolites** (acides, CO_2), mesurée par le **pH**, lôacidité, la pousse qui vont traduire la « force fermentaire ».

Force (manque de)
Excès dô**extensibilité**, manque de **résistance élastique** et de **tenue**. La conséquence associée est une moins bonne stabilisation de lôeau par le réseau qui apporte une humidité de surface souvent qualifiée de « suintement » et quelque fois de « pâte verte ».

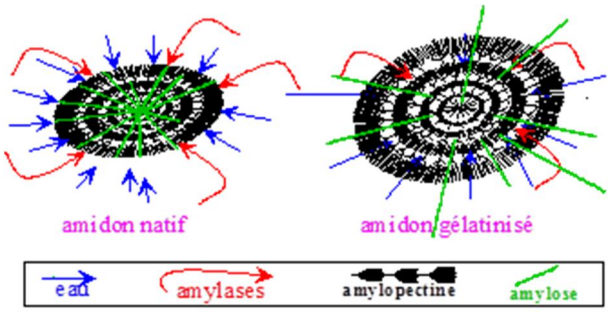
Force (prise de)
Evolution des caractéristiques physiques de la pâte au cours de la panification se manifestant par une perte de souplesse et dô**extensibilité**, et par une augmentation dô**élasticité** et de **tenue** (phénomène dô**oxydation** du gluten). Dans les diagrammes de fermentation au levain ou avec de faibles doses de levure, la prise de force semble associée avec lô**activité fermentative** de la pâte. Lôhypothèse avancée est que les réactions dôoxydation assurant lôaugmentation de la résistance élastique du gluten ne peuvent se produire que si la pâte est en mouvement. La mise en mouvement est directement est liée à la **force fermentative** ; une pâte (biscuitière ou pâtissière) sans levure ne prend pas de force. Cette association du manque de **pousse** et de force a donné des qualificatifs comme « creux », « pâte maigre ».

Force (trop de)
Excès dôélasticité et de tenue au détriment de la souplesse et de lôe**xtensibilité**. Le boulanger emploi aussi lôexpression « trop de corps », « coriace ». La conséquence associée est une meilleure stabilisation de lôeau dans le réseau qui rend la pâte sensible au dessèchement ou « croûtage ».

Fournée
Quantité de pains fabriqués par **pétrissée** ou par unité de cuisson (fournée).

Frasage
Phase de mélange des ingrédients avant la structuration de la pâte au cours du **pétrissage** qui sôeffectue en vitesse lente à la main ou au pétrin, dont lôobjectif principal est le passage de lôétat pulvérulent de la farine à un état pâteux. L'eau diffuse entre les particules de farine, et les associe. La diffusion de l'eau dans les particules dissocie les granules d'amidon et fait gonfler les agrégats protéiques qui se lient pour former le **gluten**. L'air s'échappe progressivement, mêmes si des inclusions d'air restent piégées dans la pâte.
Pendant cette opération le boulanger détermine la **consistance** de sa pâte et effectue si nécessaire les corrections par ajout dôeau (bassinage) ou de farine.
Les qualificatifs « Barbotter » (pétrir une pâte avec beaucoup trop dôeau) et
« Bloquer » (fraser une pâte avec trop de farine par rapport à lôeau) sont quelque fois utilisés pour désigner une erreur dôh**ydratation**.

Gélatinisation de lôamidon
Modification du grain dôamidon de lôétat **cristallisé** vers un état amorphe sous lôeffet de la température (↗ agitation moléculaire) en milieu hydraté.
Lôeau diffuse dans le granule, celui-ci gonfle, formation de liaisons entre chaînes, le milieu sôépaissit : il gélatinise et forme un empois.



Doc 14 : Modification de lôétat du granule dôamidon en début de gélatinisation (les Pains Français, 2002)

Gélification de lôamidon
Après **gélatinisation**, si lôon refroidit, les chaînes dôamidon dispersées deviennent moins agitées, la viscosité augmente jusquôau refroidissement à température ambiante le milieu prend la forme dôun gel dont la résistance dépendra de lôactivité **amylasique**

Gène
Région déterminée de la séquence dôADN qui code pour une protéine. Les **protéines** sont les « artisans » de la cellule. Elles transforment une molécule en une autre, ou sont impliquées dans le transport dôune molécule dôun endroit à lôautre.

Génétique
Science qui étudie lôhérédité des caractères et les **gènes** et qui sôintéresse donc à la transmission au cours des générations.

Génome
Ensemble de lôinformation **génétique** dôune cellule.

Génomique
Méthode dôanalyse des **génomes**.

Genre
Les espèces sont regroupées en genre. Les espèces qui appartiennent au même genre sont plus proches **génétiquement** que celles qui appartiennent à des genres différents. Le genre est donné par le premier nom dôune espèce. Par exemple lôespèce *Saccharomyces cerevisiae* est du genre *Saccharomyces*. Lôespèce de blé tendre, *Triticum aestivum*, est du genre *Triticum*.

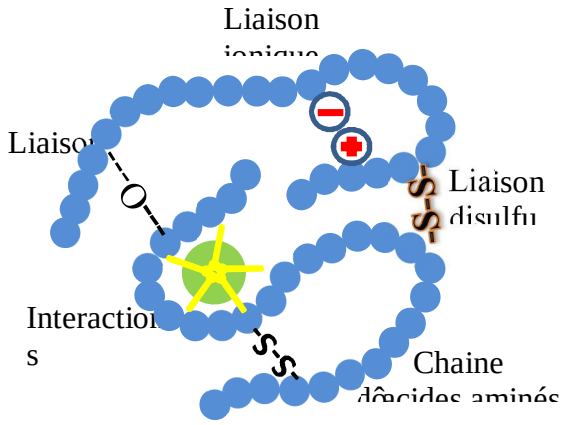
Génotype et phénotype
Le génotype est lôensemble ou une partie de lôinformation **génétique** dôun individu. Toutes les cellules dôun même individu ont en général le même génotype. Le phénotype correspond à lôexpression du génotype. Le phénotype est caractérisé par les caractéristiques quôon observe ou mesure, comme la taille dôune cellule, la vitesse de production de CO_2, la capacité à produire une vitamine, ou un arôme.

Gluten
Le terme « gluten » tient son origine du latin « glutinum » qui signifie lien, ou colle et, seules les **protéines** du blé ont cette propriété de sôassocier ou de se coller ensemble fortement en présence dôeau. Le gluten nôexiste pas en tant que tel dans la farine, il se forme en présence dôeau dans la pâte. Le gluten du blé assure ainsi la formation dôune structure continue protéique qui est capable de retenir des gaz de **fermentation** permettant la **levée** de la pâte dans la fabrication du pain. Cette propriété donne au blé le qualificatif de panifiable.

Le gluten de blé est une association complexe, élastique et variable de **protéines** de hauts poids moléculaires en milieu hydraté, par des :
- liaisons polaires ou hydrophiles (avec lôeau) ;
- interactions hydrophobes (avec les matières grasses) ;
- liaisons **ioniques**, certains atomes sont chargés électriquement + et ï (liaisons avec les éléments chargés comme le sel, les acidesé) ;
- liaisons dôoxydation entre molécules de cystéine (liaisons à forte énergie).

La diversité des types de protéines et des liaisons entre ces protéines contribuent à donner des caractéristiques qualitatives différentes des pâtes boulangères. Le gluten perd son aptitude à la déformation au moment de la coagulation thermique en cours de **cuisson**.

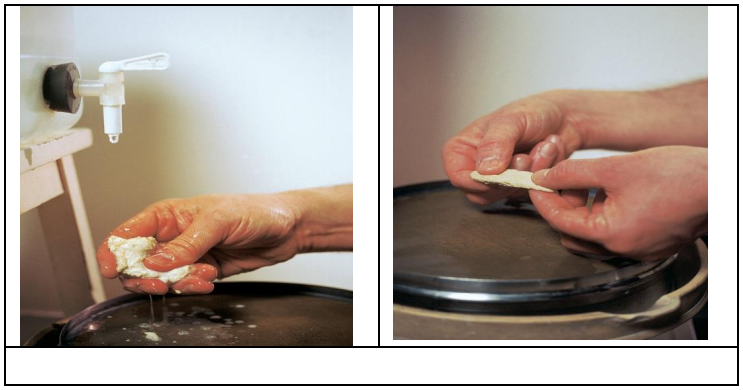
Si le terme « gluten » est historiquement spécifique au blé tendre et au blé dur, dôautres céréales sont aussi concernées : seigle, avoine, orge, triticale, Kamut (blé de Khorasan) notamment lorsque lôon appréhende lôintolérance et lôhypersensibilité à ce composant.



Doc 15 : Représentation schématique des types de liaisons des protéines

Gluten humide

Masse (en grammes) élastique insoluble dans lôeau obtenue après lixiviation dôune pâte de farine de blé sous un filet dôeau. La quantité de gluten humide sôexprime en pourcentage par rapport à la farine utilisée pour la réalisation de la pâte. Attention, cela ne veut pas dire que le **gluten** représente ce pourcentage calculé dans cette farine, cela veut dire que les protéines de la farine sont capables de former une proportion de gluten après **hydratation**. Il est possible de sécher le gluten et ainsi exprimer une proportion réelle par rapport à la farine. Lôappareil « Glutomatic » qui permet de réaliser une extraction du gluten humide sur des farines blanches, comprend un ensemble dôoutils pour mesurer un niveau de résistance du gluten par la valeur du
Gluten Index.


Doc 16 : Extraction manuelle du gluten de la pâte de farine de blé (les Pains Français, 2002)

Gluten index

Passage forcé, par centrifugation du gluten humide à travers un tamis. Lorsque le taux de passage est important, lôindex tend vers la valeur 0. Inversement pour un passage impossible, lôindex prend la valeur 100, il est lié à un fort niveau dôagrégation, signe dôune **résistance élastique** élevée. Avec les blés anciens, le **gluten** est moins résistant, il est qualifié de « plus mou».

Homofermentaire et hétérofermentaire

A partir de substrats carbonés (hexoses : glucose, maltose é ou pentoses : xyloseé), les **bactéries lactiques** produisent soit essentiellement de lôacide lactique par la voie homofermentaire , soit un mélange dôacide lactique, dôacide acétique - ou dôéthanol - et de

dioxyde de carbone (CO_2) par la voie hétérofermentaire. Les différentes espèces de bactéries lactiques sont donc classées soit homofermentaires, soit hétérofermentaires obligatoires et soit hétérofermentaires facultatives (capacité à adopter les deux types métaboliques selon les substrats). Les réactions bilans sôécrit en se basant sur les molécules mises en î uvre. Pour le substrat carboné, il est dôusage de partir du glucose

Bilan des réactions :

Métabolisme homofermentaire :

Glucose ($C_6H_{12}O_6$) $\longrightarrow$ 2 Acide lactique (CH_2CHOH-$COOH$)

Métabolisme hétérofermentaire :

Glucose $\longrightarrow$ 1 Acide lactique + 1 CO_2 + 1 Acide acétique (CH_3COOH) + Ethanol (C_2H_5OH)

Cette diversité **métabolique** impact le **Quotient Fermentaire.**

HPLC-SE

Méthode chromatographique de séparation par tamisage moléculaire de composés biochimiques appliquée aux **protéines**.

La solubilisation et la sonication permettent de séparer les protéines en fonction de leurs poids moléculaires par dissociation des liaisons inter-chaînes à faible énergie (polaire, interactions hydrophobes, ioniques), excepté les liaisons inter-chaînes covalentes.

Cinq fractions protéiques sont identifiées :

- F1 et F2, agrégats protéiques de haut et faible poids moléculaire de type gluténines (glutélines);
- F3 et F4, gliadines (prolamine) de hauts et bas poids moléculaires ;
- F5, plus petites les albumines et les globulines.

Lôallure de la courbe et lôanalyse des proportions de ces différentes fractions apportent des éléments pour la différenciation de la valeur dôutilisation des variétés de blé.

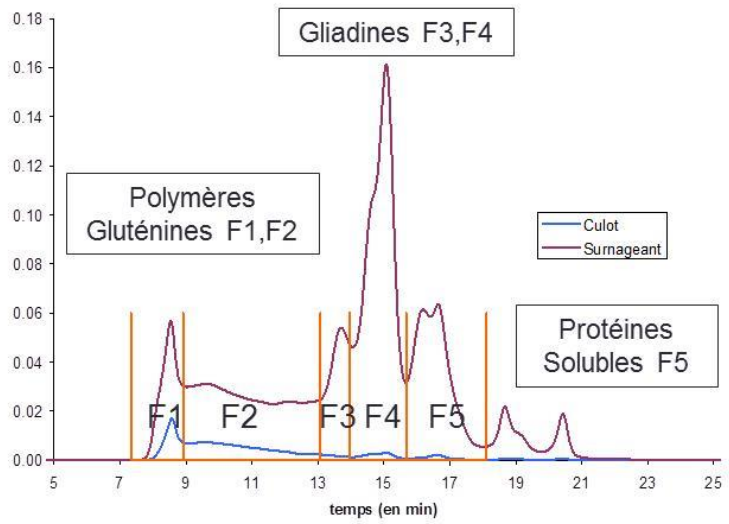


Figure 3 : Exemple de courbe dôextraction des fractions protéiques en HPLC

Hydratation, hydrater

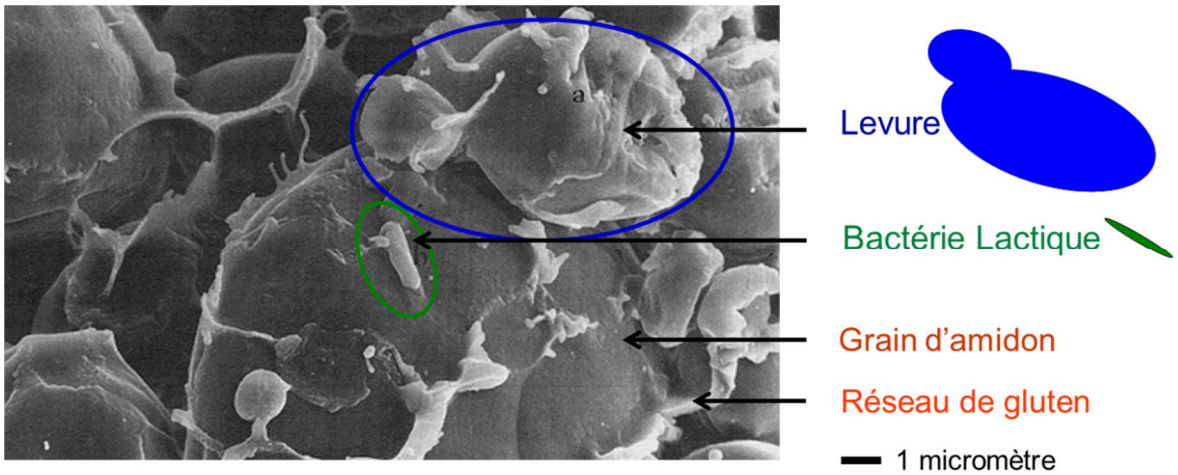
Incorporation de lôeau dans le pétrin avant ou sur la farine, au début du **pétrissage** à la période du **frasage**. Lôeau dôhydratation est appelée aussi eau de coulage, elle est déterminée en fonction de la consistance de la pâte recherchée par le boulanger, permet la dissolution de sucres et leur transfert vers les microorganismes, la mobilité des constituants dont les **enzymes**.

Hydratation (capacité)
Capacité dôabsorption dôeau dôune farine pour une consistance souhaitée. Elle est fonction principalement du pourcentage de **protéines,** de **fibres** et de la fraction dô**amidons endommagés**.

Hydrolyse
Résultat de lôaction dôune **enzyme** de type hydrolase dont lôaction est de scinder ou de couper (lyse) des chaines complexes de glucides, protides ou lipides en utilisant les molécules dôeau.

Interactions (microbiennes)
Le **levain** est le siège de fortes interactions entre les microorganismes le constituant. Différents formes dôinteractions existent entre microorganismes dans la nature : symbiose, synergie, coopération, mutualisme, compétition, ... Dans le cas du levain naturel, des phénomènes de coopération ont été décrits entre **levures** et **bactéries lactiques** (travaux de Sughihara et Kline dans les années 1970) expliquant la stabilité dôun levain dans le temps, à condition de maintenir les facteurs environnementaux relativement stables.

Levain
Ecosystème composé de bactéries lactiques et de levures en interaction dans un milieu de farine, dôeau et parfois de sel. Il est aussi le siège dô**activités enzymatiques** complexes.



Doc 17 : Ecosystème levures/bactéries dans une pâte de farine de blé

- Terme générique utilisé dans différents secteurs dôactivité (panification, brasserie, produits laitiers fermentésé) pour dénommer un milieu pré-fermenté servant à ensemencer une fabrication. En panification, côest une pâte pré-fermentée pouvant être décrite comme un écosystème microbien céréalier complexe constitué de levures et de bactéries lactiques sur un milieu à base de farine et dôeau.
- Le Recueil des Usages des **Pains** en France, indique pour levain : « Pâte en fermentation à réaction acide, provenant au départ dôun mélange de farine et eau, sans apport de volontaire de levures et perpétuée à partir de ce mélange, une fois quôil a subi une fermentation spontanée, par des additions conduites de façon méthodique. Ces « **rafraîchissements** » successifs provoquent la multiplication et la sélection de la flore microbienne des levains ». La fréquence et la mise en î uvre (température, hydratationé) des rafraîchis influent sur les caractéristiques microbiologiques du levain.

- Dans les pratiques boulangères françaises, le démarrage du levain peut être initié avec la farine de blé, de farines céréalières, des sons ou remoulages et une proportion de jus de fruits en mélange ou non avec de lôeau. On recherche une fermentation levurienne pour assurer la levée des pâtes. En Allemagne, le levain est généralement avec élaboré avec une farine de seigle avec un objectif dôacidification recherché pour la panification du seigle. En Italie, le célèbre panettone est fabriqué avec un levain dont les microorganismes se sont développés en milieu sucré.
Synonymes : Sourdough (GB, US), Sauerteig (D), Masa Madre (Esp., It.), pâte mère ou mère (Québec, Afrique de lôOuest),

Dans la littérature européenne les levains sont classés par rapport à leur mode de production.
Type I : Correspond aux levains traditionnels entretenus par rafraichis successifs
Type II : Levain en général issu dôune fermentation unique avec utilisation de starters
Type II : Levain déshydraté obtenu par sèchage dôun levain de type I ou II

Levain (caractérisation sensorielle de lôactivité du levain)
Tableau V : Descriptions de lôactivité à partir de la perception gustative et aromatique des produits de fermentation

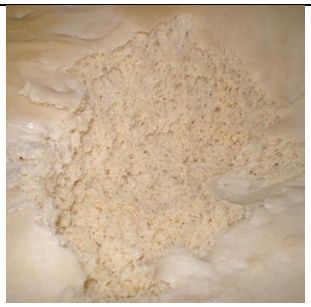
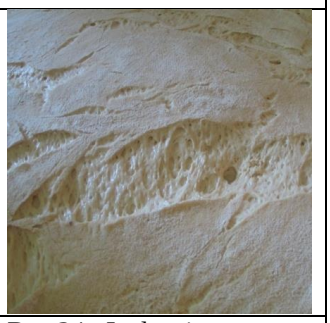
Levain aigre, sur ou tourné : odeur piquante et désagréable, goût **acide** et amer
Levain doux : levain dont le goût est peu acide de fermentation plutôt alcoolique, pouvant sôapprocher de fermentations en brasserie
Levain jeune : peu acide
Levain passé : plus que vieux mais récupérable
Levain sec : préparation commerciale aromatique obtenue par déshydratation dôun levain préparé sur différentes bases de farine avec, majoritairement, un ensemencement de bactéries et/ou de levures. Côest un ingrédient aromatique utilisé dans une pâte boulangère pour lôapport dôarômes. Le type de farine et le procédé de préparation permet de typer le levain, du point de vue profil aromatique. Il est en général inactif, mais contient dans certains cas des ferments sélectionnés ajoutés après séchage.
Levain stabilisé : Levain dont lôactivité a été équilibrée à un niveau dôactivité considéré comme normal par le boulanger, odeur vineuse agréable
Levain vieux : trop acide

Levain (caractérisation sensorielle de la pousse de la pâte)
Description de lôactivité à partir des caractéristiques dôaspect et de forme de la pâte

La force de pousse (Dewalque, xxxx) sôapprécie par :
- sa forme concave (descendante), synonyme de manque ou diminution de la force
- sa forme convexe (ascendante), synonyme de force ou dôaugmentation de force (Le levain rondine "le levain fait le téton")

Doc 18 : Force de la pousse descendante et ascendante

Phase ascendante	
Doc 19 : Le levain bulle (levain liquide en phase montante)	Doc 20 : Le levain moutonne (levain crémeux en phase montante) et lorsqu'il est plus actif « le levain bouillonne »

Phase descendante			
			
Doc 21 : Le levain sédimente (levain liquide)	Doc 22 : Le levain s'évente (levain crémeux)	Doc 23 : Le levain craque (levain pâteux)	Doc 24 : Le levain gerce (levain pâteux)

Levain chef

Portion de pâte prélevée issue du **levain** ou sur la pétrissée du jour qui sert de base de départ à la préparation du levain tout point utilisé comme agent fermentaire La partie restante du levain est conservée, son activité est maintenue régulièrement par des rafraîchis.

Synonyme : chef, la mère, « madre »

Levain de pâte

Fraction de pâte boulangère salée, pétrie et conservée pour être introduite dans une **pétrissée** ultérieure afin d'en assurer la fermentation.

*NB : Dans le langage courant de la boulangerie conventionnelle, il contient généralement de la **levure** de boulangerie (Saccharomyces cerevisiae) ajoutée au stade pétrissage de la pâte boulangère et ne peut donc être utilisé dans une panification au « levain naturel ». L'activité de ce levain diminue lorsque les pétries se succèdent, la tentation d'ajouter un peu de levure pour maintenir son activité s'est faîte très tôt et s'est généralisée au 20ème s. On parle aussi de « vieille pâte » ou « pâte de la veille».*

Levain de première
Il résulte de la **fermentation** obtenue en incorporant des doses judicieuses de farine et dôeau au **levain chef.**

Levain de seconde
Il résulte de la **fermentation** obtenue en incorporant des doses judicieuses de farine et dôeau au **levain de première.**

Levain tout point
Levain préparé pour assurer la fermentation dôune **pétrissée**. Par une succession de **rafraîchis**, on augmente progressivement la quantité de levain à partir dôun **levain chef** tout en maintenant son activité microbienne.
Lorsque le levain tout point est obtenu :
- après un seul rafraîchi à partir du levain chef, on parle dôun travail sur un levain. Pratique que lôon rencontre chez les paysans boulangers adaptée pour une fournée journalière ;
- après deux rafraîchis à partir du levain chef, on parle dôun travail sur deux levains, le rafraîchi intermédiaire est appelé levain de première (forme de travail qui sôest développée avec une fermentation levain/levure et au levain, que lôon trouve chez les paysans boulangers) ;
- après trois rafraîchis à partir du levain chef, on parle dôun travail sur trois levains, les rafraîchis intermédiaires sont appelés levain de première et levain de seconde. Forme de travail souvent retenue pour un nombre de 2 à 3 fournées par jour.
Le travail sur deux ou trois levains donne un état de pâte moins **hydrolysé** que sur un levain ce qui peut compenser une activité microbienne plus faible des levains, sur le développement du pain.

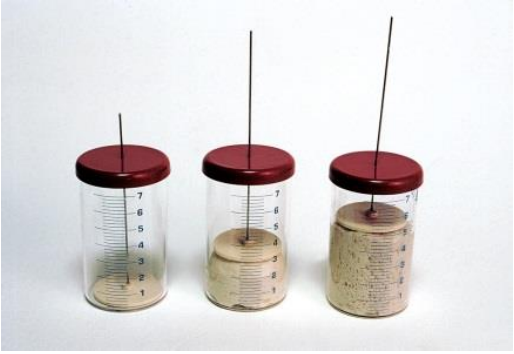
Levée (voir pousse)

Levure
Micro-organismes unicellulaires qui font partie des champignons. Il en existe de nombreuses **espèces (Tableau II)**. Dans les levains, elles sont principalement responsables de la **fermentation** alcoolique qui transforme certains sucres (glucose, maltose, saccharose) en alcool tout en dégageant le CO_2, qui permet au levain puis à la pâte de lever ; elles produisent aussi une diversité de composés aromatiques et un peu dô**acide** acétique mais pas dô**acide** lactique.

Levure de boulangerie
La **levure** de boulangerie correspond à lôespèce *Saccharomyces cerevisiae* obtenue par multiplication en levurerie sur mélasse sucrière. Son **métabolisme** est légèrement différent des espèces qui se sont multipliées dans un levain issu dôune **fermentation naturelle**. Elle est sélectionnée, notamment, sur le critère de production gazeuse.

Mesureur de pousse
Verre cylindrique gradué généralement en cm, recouvert dans sa partie supérieure ; le diamètre de ce récipient est souvent déterminé de façon à obtenir une valeur de 20 cm^3 pour une hauteur de 1 cm. Il comprend un disque cylindrique sur lequel est soudée une tige souple, les deux éléments ayant une masse déterminée et qui doit être constante, si lôon utilise plusieurs mesureurs. La levée de la pâte ou la **pousse** déplace le disque qui permet de visualiser de manière plus précise le niveau de développement.

Le développement de la pâte est fonction de la production gazeuse (**activité du levain** ou de la levure de boulangerie) mais aussi de la rétention gazeuse (**porosité** de la pâte) et de la **résistance élastique** de la pâte.



Doc 25 : Appréciation au mesureur de pousse du niveau de développement de la pâte entre le début et la fin de lôapprêt (les Pains Français, 2002)

Métabolisme, Métabolique, Métabolite
Ensemble des réactions chimiques dans une cellule ou un organisme vivant et qui peuvent conduire soit à la production de nouveaux composants (métabolite), soit à la dégradation de composants.

Métagénomique
Méthode **culture indépendante** dôanalyse des génomes directement à partir dôun échantillon de lôenvironnement, sans passer par la mise en culture et lôisolement de chaque organisme vivant. Côest une méthode dite semi quantitative car elle ne permet pas de connaitre précisément les proportions de chaque **espèce** mais donne une idée des espèces dominantes et des espèces rares.

Métagénétique
La méta-génétique est une méthode culture indépendante pour caractériser la diversité des **espèces** microbiennes dôun **écosystème**. On dit quôelle est culture indépendante car elle ne nécessite pas dôisoler des souches de **bactéries** ou de **levures** une à une du levain. LôADN est extrait directement du levain et donc de toutes les espèces microbiennes du levain en même temps. Un gène ou une région dôun gène est ensuite amplifié et séquencé à partir de cet ADN. On obtient ainsi un grand nombre de séquence qui proviennent des différentes espèces microbiennes du **levain**. Ces séquences sont assignées à des espèces sur des bases de données, ce qui permet de connaître la composition en espèce du levain.

Métabarcoding/ Le métabarcoding
Méthode similaire à la méthode de **métagénétique**. A la place dôun gène, côest un barcode qui est séquencée. Le barcode peut-être une région dôun gène ou une région entre les gènes (intergénique).

Microbiome
En anglais, le terme microbiome fait référence à lôensemble des **génomes** du **microbiote**. En français il est parfois utilisé pour parler de lôensemble des génomes du microbiote mais il peut aussi vouloir dire « le biome » du microbiote côest-à-dire son lieu de vie.

Microbiote
Ensemble des microorganismes dôun environnement donné.

Mie
Partie intérieure du **pain** qui se caractérise par une teneur en eau suffisante, qui garde des aptitudes à la déformation associées aux qualificatifs, élastique, ferme, souple ou moelleux. Sa structure se définit par le nombre dôalvéoles par unité de surface, la régularité alvéolaire et lôépaisseur de ses parois. Lôaptitude à la déformation de la mie est liée, dôune part, à lôépaisseur des parois des alvéoles et à la rigidité de la structure interne des parois liée, à la teneur en eau, à la **gélification de lôamidon** et à la **coagulation des protéines**.

Multiplication cellulaire
Résultat de la division cellulaire dôorganismes vivants. Pour les microorganismes du levain, les **levures** se multiplient par bourgeonnement et les **bactéries** lactiques par scissiparité (division binaire), de manière exponentielle (chaque cellule se multipliant par deux après chaque division).

Mutualisme
C'est une autre forme d'**interaction** positive, au même titre que la **facilitation**. Mais dans le cas du mutualisme, les deux espèces impliquées bénéficient mutuellement de la présence l'une de l'autre alors que la facilitation ne va que dans un sens.

Numération
Méthode de quantification des microorganismes dôun **levain** par mise en culture sur milieu sélectif ou non. Lôéchantillon est dilué puis étalé sur un milieu adapté pour la flore recherchée (**levures**, **bactéries lactiques**) et mis en incubation pour permettre la croissance. Chaque cellule se divise et forme une colonie de cellules. Les colonies formées deviennent visibles et sont comptées.
Le résultat du dénombrement, tenant compte des dilutions effectuées, est exprimé en Unité Formant Colonie (UFC) / g. A noter que :

- les milieux et conditions de culture peuvent influencer le développement des microorganismes et le résultat obtenu correspond aux formes viables des microorganismes ;
- il existe des microorganismes qui sont viables mais non cultivables (VNC), donc non pris en compte dans le résultat de la numération ;
- les résultats de dénombrement sont donc, en général, relativement imprécis et sans doute sous évalués ; notamment pour les bactéries lactiques.

Oxydation, oxygénation, oxygène
Lôair contient de lôoxygène, on associe donc aération dôune pâte à une oxygénation. Lôoxygène apporté va conduire à des réactions dôoxydation, catalysées principalement par des **enzymes**. Parmi les principales réactions qui vont être déterminantes en **panification**, il y a celles qui entrent dans le fonctionnement **respiratoire** des microorganismes et celles qui vont se produire sur des composés de la farine : oxydation des pigments caroténoïdes ayant pour conséquences le blanchiment des pâtes, oxydation des protéines responsable de la **prise de force** des pâtes, oxydation des matières grasses qui conduit au rancissement, oxydation de la vitamine E.

Pain
Pâte issue dôun procédé de **panification** après sa cuisson. Les caractéristiques visqueuses de la pâte ont fait place à une structure rigide élastique. On distingue la **croûte** de la **mie** par la différence de dessèchement, les réactions de coloration et la structure alvéolaire.

Panification française

Panification (processus)

La panification est un processus de mise en î uvre de la fabrication du **pain**, en général dans un même lieu, la **boulangerie**. Elle se fait par des opérations unitaires distinctes mais liées et qui sont ordonnées de manière spécifique en fonction du type de pain (pain courant français, pain de tradition française, pain au **levain**é), de caractéristiques qualitatives attendues, du matériel ou des opérations manuelles, des matières premières, du savoir-faire et des **pratiques boulangères** des **paysans boulangers** ou **artisans boulangers**

Panification (procédé)

Le **pain** français est un aliment issu dôun procédé qui met en î uvre quatre opérations unitaires (**pétrissage**, façonnage, **étapes de fermentation**, cuisson). Il est obtenu par cuisson au four dôune pâte pétrie, fermentée et mise en forme, composée essentiellement de farine (blé ou seigle), dôeau, de sel et dôun agent de fermentation (**levure** ou **levain**). Suivant les appellations réglementaires des pains, il peut ou non contenir certains additifs et/ou auxiliaires technologiques.

Paysan boulanger

La législation permet de disposer dôun atelier de transformation à la ferme pour commercialiser les produits issus de sa production agricole. Le paysan **boulanger** a comme activité complémentaire à lôagriculture de transformer son blé en farine et en pain. Il existe une tolérance de 30% maximum de son activité qui relève de lôutilisation et la transformation de produits provenant de lôextérieur, cette tolérance sôapplique uniquement pour les agriculteurs au réel.

Pétrissage

Le pétrissage correspond principalement au développement, et à lôorientation des protéines du **gluten**, en fonction des types de sollicitations mécaniques (compression, cisaillement, extension) et du régime dôécoulement de la pâte. Il impacte directement la quantité, la répartition et la stabilisation de lôair dans la pâte. Un pétrissage dit intensif conduira, par rapport à un pétrissage avec peu dôénergie dispersée, à une quantité dôair incorporée plus forte et une dispersion plus régulière de lôair dans la pâte. Il préfigurera des structures de mie avec de nombreuses alvéoles, petites et régulières (mie mousseuse et moelleuse) et une **croûte** plus fine et croustillante. En **panification** au levain, le pétrissage, généralement peu intensif, va donner une structure alvéolaire avec moins dôalvéoles, plus irrégulières aux parois plus épaisses, donc une **mie** et une **croûte** plus ferme. Sur la pâte en fin de pétrissage, le gluten moins bien formé, stabilise moins lôeau ce qui provoque du suintement ; lôexpression « morveuse » pour désigner une pâte mal pétrie qui reste suintante et relâche son eau peut-être encore utilisée. Ce phénomène disparaît en cours de **pointage** avec lôévolution de la **force de la pâte**.

A des intensités de pétrissage, des quantités et qualités de gluten et consistance identiques, les différences de structure de mie et de croûte seront impactées par lôa**ctivité de fermentation**.

Pétrissée

Quantité de pâte à pétrir ou pétrie destinée à une fabrication de pains dont la **proportion des ingrédients** est variable suivant les boulangers.

Synonymes : venue (biscotterie et biscuiterie), pétrie.

pH (potentiel Hydrogène)
Indice associé à la concentration et à l'**activité** chimique de l'ion hydrogène H^+ dans une solution ou un milieu hydraté, libéré, par exemple dans la pâte, par les **acides organiques**. Si lôactivité chimique est forte, cela correspond à une **dissociation** importante des ions H^+ et la valeur de pH sur une échelle de 1 à 14, se situera entre 1 et 7, la valeur 7 étant le point neutre entre le caractère acide et basique (pH supérieur à 7). Il existe donc un lien, inversement proportionnel, entre cette activité chimique potentielle de lôhydrogène et la mesure de lô**acidité** totale (TTA) sauf que cette activité peut être réduite si lôhydrogène se lie avec certains constituants, on parle dôeffet tampon. Ainsi dans la fermentation au levain, la présence de protéines en quantité plus forte dans les parties périphériques du grain augmente lôeffet tampon, le pH diminue moins vite que lôaugmentation de lôacidité.

Plancher
Temps de repos des farines entre la mouture et la fabrication du pain. Autrefois, ce temps de repos des farines se réalisait par un entreposage des sacs de farine sur des surfaces de plancher du moulin. Pendant cette durée de repos, la farine sôoxyde : **oxydation** des pigments caroténoïdes (blanchiment de la farine) et oxydation des protéines (prise de force des pâtes). On note une évolution significative dans les 48 h après mouture, moins marquée jusquôà 7 jours et lente, après ce temps. Un temps de plancher dôune semaine est considéré comme satisfaisant.

Pointage
Période de **fermentation** panaire « en masse » ou « en cuve » se situant entre la fin du pétrissage et le premier pain **tourné**. Durant cette étape, le boulanger est très attentif à la **pousse** de la pâte, à la prise de force de la pâte et à la **porosité** de celle-ci. Dans un schéma de panification à la levure, où la densité des levures est forte, la pousse est rapide et importante. En panification au levain, cette pousse est un indicateur visuel de la reprise dôactivité microbienne et permet une prédiction du développement de la pâte pendant lô**apprêt**. Parallèlement, à lôactivité microbienne, la pâte acquière une meilleure stabilité et plus de **résistance élastique** ; ce phénomène de prise de **force**, lié à des phénomènes dô**oxydation** des protéines est dépendant de la poussée gazeuse. A même température, à même durée et à même intensité de pétrissage (importance de lôoxygénation), une pâte prend plus rapidement de la force si lôactivité de **fermentation** est plus forte. Sôil apparaît dans cette étape un déséquilibre entre une fermentation un peu trop rapide et une **prise de force** insuffisante, lôexcès de gaz conduira à des risques de déchirement ou de porosité de la pâte et lôaction de **rabat** de la pâte sôimpose.
Synonyme : piquage.

Doc 26 : Etat de la pâte en fermentation au cours de lôétape de pointage

Poolish
Culture de levure de boulangerie sur un mélange composé généralement de moitié farine et moitié eau, et subissant une **fermentation** de 3 h à 12 h dans les procédés les plus courants, avant introduction dans une **pétrissée**.

Porosité, Poreux
Pâte présentant en surface de multiples petits trous, signes de ruptures dans sa structure ; son aptitude à la rétention gazeuse est mauvaise.

Pousse
La pousse désigne, soit un niveau de développement de la pâte, liée à la production et la rétention gazeuse, à lô**élasticité** et lô**extensibilité** de la pâte, soit une vitesse de développement (pousse rapidement ou lentement), soit une forme que prend la pâte en cours de développement (pousse rond ou plat). La pousse varie aussi en fonction de la **pression atmosphérique**.

Doc 27 : Niveau de développement ou pousse de la pâte en banette en fin dôapprêt (glossaire Triptolème, 2014)

Pousse lente
- Vitesse de fermentation lente
- Technique de fermentation ralentie par le froid, la zone de température peut varier entre 10 °C et 18 °C.

Pousse plat
Aspect plat ou **relâché** de la pâte en **fermentation**, synonyme dôun manque de **force** et de tenue.

Pousse rond
Aspect arrondi de la pâte en cours de fermentation. Pendant le **pointage** en cuve ou en bac, la pâte après **pétrissage** qui se trouve dans un état relâché (plat), acquiert progressivement de la force, cela se traduit pendant cette fermentation par lôapparition dôun aspect arrondi de la partie supérieure, synonyme dôune amélioration de sa tenue ou de sa stabilité et de sa **résistance élastique**. La forme plus ou moins arrondie de la pâte peut être qualifiée de « assez rond », « rond », « très rond », ce qui est associée au degré de prise de force.

Pratiques boulangères
On entend par pratiques boulangères, le choix des matières premières (**types de farines**, issues de blés de **variétés anciennes, modernes ou paysannes**, levain ou levure), et matériels, lôorganisation du travail, les conditions environnementales (espace de fabrication) et sociales, les procédés de panification et les types de pain. Elles impactent la diversité des espèces dans lôélaboration des **levains**.

Pression

- la **pression atmosphérique** correspond au poids quôexerce une colonne dôair de la partie haute de lôatmosphère sur une surface terrestre, la pression atmosphérique est dôautant plus forte que la colonne est haute, ce qui est le cas au niveau de la mer par rapport à un positionnement en montagne.

La pression peut varier de manière horizontale notamment par les variations de températures de lôatmosphère, on observe des zones de basse pression (dépressions) et de haute pression (anticyclones). Ces phénomènes ont une influence sur lôexpansion des gaz notamment en cours de fermentation. Pour une même quantité de gaz dans la pâte si celle-ci se situe en montagne et en période de dépression, comme les temps dôorage, la pâte gonfle beaucoup plus rapidement.

- la **pression osmotique** est déterminée par une force liée à la différence de concentrations en sucre ou en sel, par exemple, de deux solutions A et B séparées par une membrane poreuse. La solution A plus chargée en sucre ou en sel par rapport à la solution B, va exercer une force qui tend à faire passer lôeau ou le solvant de la solution B vers la solution A, côest-à-dire de la solution la moins concentrée vers la solution la plus concentrée. Ce phénomène se produit sur les cellules de microorganismes lorsque la concentration en sel et en sucre est élevée. Il peut conduire à des altérations des structures cellulaires jusquôà la lyse cellulaire.

- Procédé de panification au levain (pratiques de base)

On associe procédé à la conduite de travail et à la manière de faire.

Lôactivité des microorganismes dans un levain étant réduite par rapport à une utilisation directe de levure, il est nécessaire dôoptimiser cette activité tout en favorisant au maximum les capacités de rétention gazeuse et de déformation de la pâte :

⇒ **Rafraîchis** rapprochés pour lôélaboration dôun **levain tout point** moins hydrolysé ;

⇒ Pâte douce (molle), qui pousse plus facilement ;

⇒ Pâte chaude 26-28 °C, pour augmenter lôactivité de fermentation ;

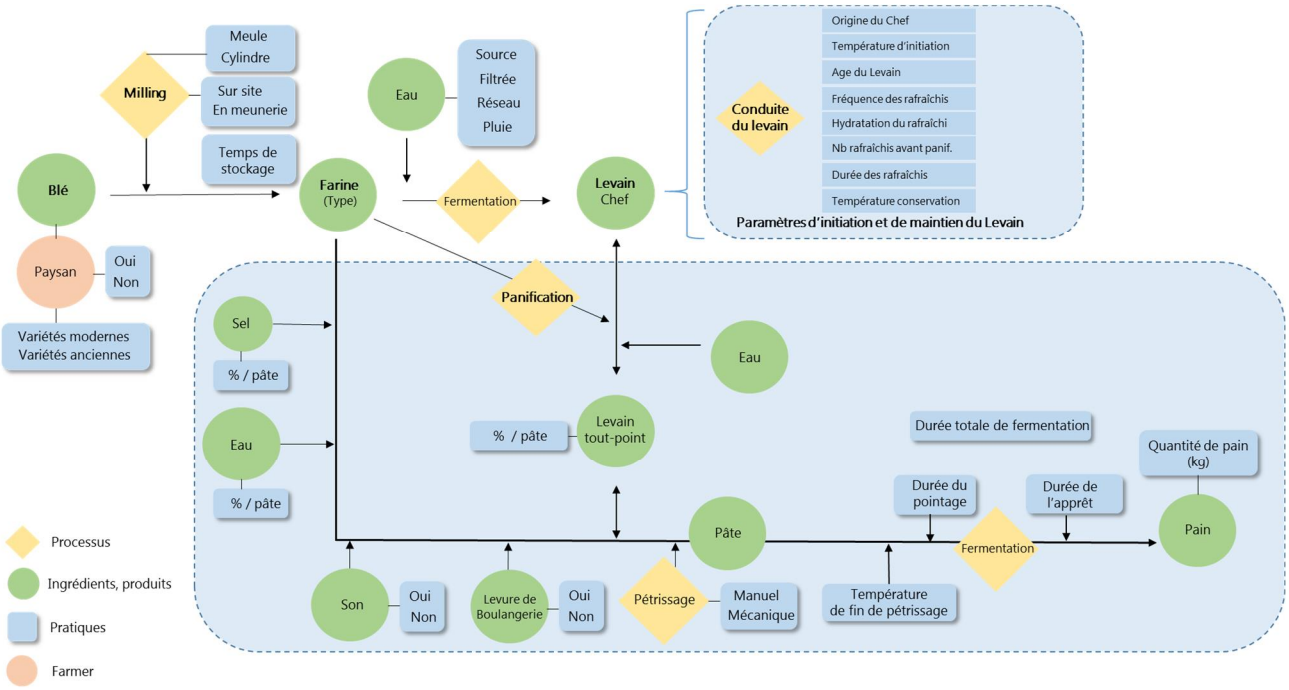
⇒ **Pointage** assez long 1 h 30 à 3 h (volume de pâte sensiblement multiplié par 2) ;

⇒ **Apprêt** 1 h 30 à 3 h (volume de pâte sensiblement multiplié par 3) ;

⇒ **Cuisson** dans un four à sole épaisse pour favoriser lôexpansion des gaz et favoriser le volume du pain.

- Procédé de panification au levain (suivi qualitatif)

La conduite de la fermentation au levain est dépendante des matières premières, du mode de mouture du blé lô**activité**, **microbienne**, **de fermentation**, **des enzymes** et de lôévolution de lôétat de la pâte associée à la notion de **force de la pâte** (**élasticité**, **extensibilité**, **relâchement**é). Les observations se font à différentes étapes du **processus de panification**.



Doc 28 : contrôles aux différents stades de la panification

Processus dôélaboration dôun levain

Tableau VI : Schéma dôélaboration dôun levain (***) chez un paysan boulanger (contrat Bakery)

jours	rafraîchis	farine (g)	T°C farine	eau (ml)	T°C eau	levain (g)	T°C zone stockage levains	hauteur de la pâte (cm)	
								après rafraîchi	après fermentation
J0	démarrage	170	15,9	135	36,1		22		
J1	1	100	15,6	90	34,5		22	1	1,1
J3	2	250	13,8	245	34,5		22	1	1,2
J6	3	500	14	410	35,1		20	1	2,1
J9	4	500	14,6	405	37,1		22	1	2,0
J10	5	1000	19,2	800	33		20	1	2,1
J14	6	600	19,2	500	34,8		20	1	1,9
J14	7	615	19	550	32,5		20	1	2,3
J18	8	400	17,2	350	34,2		18,4	1	1,5
J19	9	800	19,2	670	32,5	**	21	1	NR****
J20	10 *	300	19,2	250	32,3	**	frigos	1	NR****

* On considère quôun levain chef à une stabilité microbienne avec 10 rafraîchis, il peut ensuite être conservé à des températures froides ou fraîches

** dans les derniers rafraîchis on peut multiplier la quantité de levain pour obtenir une quantité de levain chef adaptée aux besoins de la panification

*** la densité microbienne du levain était de 10^7 cellules de levure/g de levain et de 10^9 cellules de bactéries lactiques/g de levain

**** NR Non Renseigné

Processus de fabrication du pain au levain

Tableau VII : Organisation d'une journée de panification (3 fournées en travail à la main) (CNERNA, 1962)

Temps (h)	opérations	**levain chef** (kg)	farine (kg)	eau (L)	total (kg)	% levain/pâte	% levain/farine	**levain de pâte** (kg)	**panification** (kg)
0 h	**levain de première**	2,5	8	4**	14,5	17%	31%		
	Fermentation ralentie (levain frais) repos du boulanger								
8 h	**levain de seconde**	13,5	10,5	8**	32	42%	129%		
	Fermentation activée (levain chaud)								
10 h	**levain tout point**	31	30	16**	77	40%	103%		
12 h	1ère pétrissée	77	62	37***	176	44%	124%*	44	132
14 h	2ème pétrissée	44	76	45***	165	27%	58%*	33	132
16 h	3ème pétrissée	33	64	38***	135	24%	52%*	2,5	132
	pointage	Fabrications						Fermentation du chef	
	tourne								
	apprêt								
	cuisson								
	ressuage								
	nettoyage								
24 h	nettoyage								

* la proportion de levain diminue parce que le potentiel de fermentation et la qualité physique de la pâte augmentent mais lôacidité diminue

** eau non salée

*** eau salée à 30-35 g/L

Proportions des ingrédients dans une pétrissée au levain

La proportion des ingrédients dôune recette est nécessaire pour déterminer la quantité en masse de ces ingrédients en fonction de la mise en î uvre dôune masse de pâte de la **pétrissée** nécessaire pour une **fournée**. Elle permet une analyse plus fine des éléments qui ont une influence sur la qualité de la pâte et du pain (proportions de lôeau, du gluten, des ferments, du selé)

Lôobjectif est ici de présenter un outil de calcul de la proportion des ingrédients par rapport à la farine mise en î uvre et par rapport à la pâte totale pour chaque étape de la fabrication.

Tableau VIII : exemple de présentation dôune formule de fabrication

		% sur farine mise en œuvre	masses (g)	% sur pétrissée	% sur farine totale
Formule du levain chef					
farine		100	311	7	11
eau		55	171	4	
Total levain chef		155	483	10	
Formule du levain tout point					
farine		100	568	12	20
eau		62	349	8	
Levain chef		85	483	10	
Total levain		247	1400	30	
Formule de la pétrissée ou pétrie					
farine		100	2000	43	69
eau		60	1200	26	
eau ajoutée		0	0	0	
sel		2	40	1	
levain tout point		70	1400	30	
Total pétrissée			4640	100	
Formule ingrédients de la pétrissée					
total farine		100	2879	62	100
total eau		71,81	1721	37	
sel		1,67	40	1	
Total ingrédients			4640	100	

- formule de départ
- proportion d'eau par rapport à la farine qui permet d'orienter la consistance du levain
- proportion de farine fermentée par rapport à la farine totale qui donne une indication des risques qualitatifs sur le gluten
- proportion de farine apte à former du gluten pour assurer la rétention gazeuse
- proportion de levain dans la pâte qui donne une indication sur l'activité microbienne de la pâte
- Proportion de farine totale utilisée pour une masse de pâte qui permet d'envisager le besoin journalier, hebdomadaire et annuel
- Quantité de pâte à pétrir en fonction du nombre et du poids des pains fabriques

Protéines

Les protéines sont des molécules organiques composées de carbone, dôoxygène, dôhydrogène, dôazote, auxquelles peuvent sôajouter des éléments minéraux comme le soufre. Elles sont constituées de molécules élémentaires appelées acides aminés. La liaison entre deux acides aminés se fait par condensation entre le groupement amine dôun acide aminé et le groupement acide dôun autre acide aminé pendant la synthèse des protéines. Ce type de liaison appelé liaison peptidique conduit à la formation de protéines ou chaînes polypeptidiques. Cet enchaînement peut atteindre plusieurs centaines dôacides aminés dont lôassociation suit une certaine séquence (ordre de positionnement des acides aminés) dépendant des **gènes** présidant à leur synthèse.

La nature des acides aminés qui composent une protéine, la configuration et les différents types de liaisons existants, donnent aux protéines des propriétés physiques et fonctionnelles très variées, comme notamment la formation du **gluten**.

Protéines (types)

Familles de protéines classées suivant leurs poids moléculaires et leur solubilité.

Traditionnellement, les protéines sont classées par leurs caractéristiques de solubilité.

Osborne au début du XXème siècle proposait une division des protéines en quatre types, les albumines, les globulines, les prolamines, les glutélines.

- *les albumines: (solubles dans lôeau)*
De forme globulaire, elles peuvent être dénaturées par la chaleur (exemple, les protéines ou ovalbumine du blanc dôoeuf).
Les albumines du blé représentent environ 5 à 10 % des protéines totales, elles sont concentrées surtout dans la périphérie du grain et dans le germe

- *les globulines*: (*solubles dans les solutions salines diluées*)
De forme globulaire. Dans le blé, elles représentent 5 à 10 % des protéines totales et se concentrent comme les albumines dans les parties périphériques de la graine.

- *les prolamines ou gliadines*: (*solubles dans les solutions alcooliques*)
Dans le blé, elles représentent 40 à 50 % des protéines totales et se concentrent surtout dans lôamande ou albumen du grain. On les retrouve dans le **gluten** et apportent à ce produit ses caractéristiques visqueuses (fluidité, extensibilité).
Leurs poids moléculaires varient de 35000-40000 (bas poids moléculaires) à 90000 (hauts poids moléculaires).

- *les glutélines ou gluténines*: (*solubles dans les solutions dôacides ou dôalcalis*)
Avec 30 à 40 % des protéines totales, elles assurent au **gluten** ses caractéristiques élastiques, sa cohésion et sa résistance aux déformations. Leurs poids moléculaires peuvent varier de 1 à 3 millions. Comme les gliadines, on les trouve principalement dans lôalbumen du grain.
Actuellement la séparation des classes de protéines se fait surtout par chromatographie de type **HPLC.**

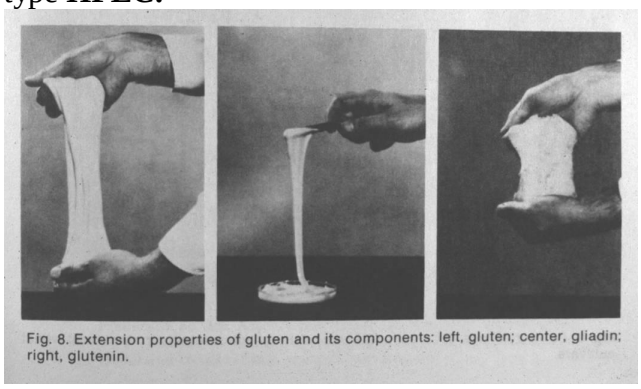


Fig. 8. Extension properties of gluten and its components: left, gluten; center, gliadin; right, glutenin.

Doc 29 : Comportement en extension dôun gluten, de sa fraction gliadines et de sa fraction gluténine (Hoseney, 1986)

Quotient Fermentaire
Dans un **levain** ou un pain au levain, rapport des concentrations exprimées en moles de lôacide lactique (PM : 90) sur lôacide acétique (PM : 60). Plus il est élevé, plus il contient dôacide lactique par rapport à lôacide acétique. Le QF varie en général entre 3 et 7 pour les pains au levain.

Rabat
Action qui consiste au cours du **pointage** à plier une pâte pour la dégazer, sans la déchirer. Cette opération va éviter une extension trop importante de la structure gluténique au cours de la **fermentation** et permettre une reprise de cohésion de la pâte, ce qui se traduit par une augmentation sa **résistance élastique**. On constate aussi une division des alvéoles de gaz qui impacte la structure alvéolaire de la mie du pain. Cette pratique peut signifier pour le boulanger : « redonner de la **force** ». Synonymes : rompre ou donner un tour, si lôopération se fait dans le pétrin.

Doc 30 : Phases de dégazage et de pliage dans lôopération du « Rabat » (Triptolème, 2014)

Rafraîchir, rafraîchis, rafraîchissements

On doit distinguer les rafraîchis nécessaires pour lôélaboration dôun levain de ceux qui consistent à réactiver et/ou à maintenir lô**activité** microbienne dôun levain.

Pour cela, rafraîchir consiste à ajouter au levain de la farine céréalière et de lôeau dans des proportions permettant de redonner ou maintenir la consistance du levain, dôapporter une aération et une ré-**oxygénation** de la pâte et un apport de substrats pour lôactivité des microorganismes.

On considère en moyenne que lôélaboration dôun levain demande une dizaine de rafraîchis pour obtenir un état optimal de lôactivité du levain et sa régularité, liés à la sélection des microorganismes et à la stabilité des populations au cours du temps.

La durée de fermentation nécessaire pour redévelopper et stabiliser lôactivité microbienne dépend de la proportion du **levain** dans le rafraîchi, de la composition de la farine (taux de cendres, é), des températures (ambiance, eau), de la consistance et de la concentration en ions (éléments chargés électriquement comme les minéraux contenus dans lôeau ou le sel ajouté), et de la concentration en alcool et acides du levain rafraîchi qui contribuent à une augmentation du **temps de latence**.

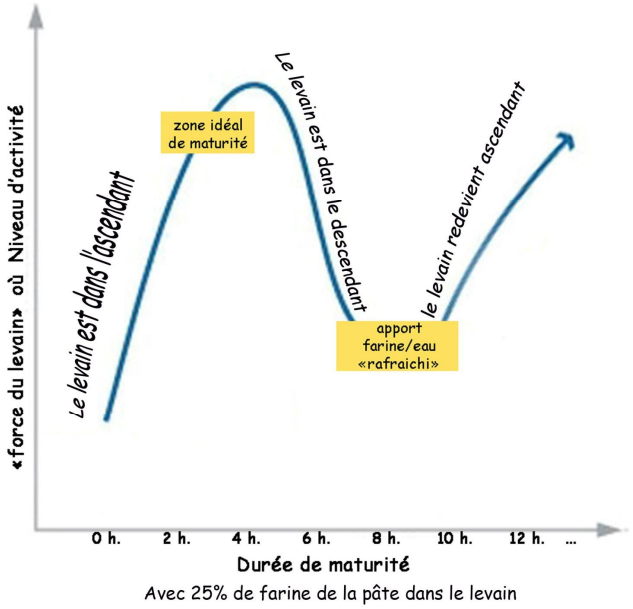


Figure 4 : déclanchement du rafraîchi en fonction de lôétat du levain

Relâchement, relâché
Phénomène dôécoulement de la pâte. Le réseau de gluten nôest pas suffisamment résistant pour maintenir la pâte dans sa forme primitive. Voir : **tenue**.

Doc 31 : Etat de relâchement de la pâte après scarification (glossaire Triptolème, 2014)

Rendements
- le rendement en culture dôun blé est la quantité de blé produit par hectare de surface cultivée ;
- le rendement en farine dôun blé est la quantité de farine extraite du blé pour un **type de farine** déterminé ;
- le rendement en eau dôune farine est lô**hydratation** ou la quantité dôeau absorbée par une quantité de farine au pétrissage pour une **consistance** donnée de pâte boulangère ;
- le rendement en pain dôune farine est la quantité, à une teneur en eau donnée, de pains réellement fabriqués à partir dôune quantité de farine pour une formule et un procédé de fabrication déterminés.

Reproduction cellulaire
La reproduction cellulaire, aussi appelé **division cellulaire**, consiste à faire deux cellules à partir dôune. Chez les **bactéries** elle se fait par simple division en deux de la cellule et partage de lôinformation génétique qui sôest répliqué (ADN). Chez les **levures** des **levains**, elle se fait par **bourgeonnement**, avec aussi partage de lôinformation **génétique** après sa réplication.

Résistance élastique
Elle est associée au niveau de résistance permanent pendant une succession de petites déformations, correspondant à une intensité élastique et elle permet dôen apprécier la capacité de rétraction de la pâte.
Termes ou expressions associés : « ça revient ou pas ».

Doc 32 : Visualisation au pétrissage du retour élastique de la pâte après un étirement (déformation) (glossaire Triptolème, 2014)

Respiration
Transformation complète du glucose en milieu **oxygéné**
Cette voie métabolique est très énergétique et permet aux cellules (levures) de subir une multiplication avec un rendement cellulaire élevé, sous réserve quôil nôy ait pas excès de substrats glucidiques (« sucre ») dans le milieu. Côest cette voie qui est mise à profit pour la production industrielle de **levure de boulangerie**. Le rendement est défini par le quotient de la quantité en matière sèche de cellules fabriquées pour une quantité donnée de substrat glucidique consommé.
En milieu aérobie et sans excès de substrat glucidique, le rendement est dôenviron 1 g de levure pour 2 g de glucose.

$$C_6H_{12}0_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ H_20 + 6\ CO_2 + 36\ ATP$$

Glucose oxygène eau gaz carbonique énergie

En condition anaérobie, sans apport dôoxygène (air), les levures fermentent et le rendement en biomasse est alors dôenviron 1 g de levure pour 20 g de glucose. Parallèlement, il y a production dôéthanol et de CO_2.

$$C_6H_{12}0_6 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ C_2H_5OH + 2\ ATP$$

Glucose gaz carbonique éthanol énergie

Dans une pâte à pain ou un levain, du fait du faible apport dôoxygène et de la teneur relativement élevée en glucides, les levures présentes sont principalement en mode fermentaire.

Ressuage
Période suivant le défournement, pendant laquelle le pain refroidit pour se stabiliser à la température ambiante, et perd une partie de son eau (1 à 3 %) par évaporation.

Réveiller un levain
Réactiver un levain en état de « *dormance* » en jouant sur les facteurs environnementaux (température, hydratation,é .) ou par rafraîchi.

Séquençage
Lôinformation **génétique** (ADN pour Acide Désoxyribonucléotidique) est composée dôune succession (séquence) de nucléotide (A, T, G, ou C). Côest uniquement lôordre et les répétitions de ces quatre nucléotides (A, T, G, C) qui fait la spécificité de lôinformation **génétique**.
Le séquençage consiste à déterminer lôordre de la succession des nucléotides, dôun **gène**, dôune région de gène ou dôun **génome**. Selon les séquences analysées, le séquençage permet ensuite soit dôidentifier un microorganisme soit dôétudier les fonctions codées par le/s gène/s étudié/s présent/s chez tel ou tel microorganisme.

Souche
Au sein d'une **espèce** il existe de la variabilité **génétique**, morphologique ou physiologique entre populations (entre souches). Une souche est une population de cellule qui vient dôune même cellule ancêtre commun par reproduction asexué (bourgeonnement pour les levures, division pour les bactéries). Une souche est donc un ensemble de cellule identique aux mutations près. Chez les micro-organismes, une souche est en quelque sorte l'équivalent d'une "variété homogène" pour les plantes cultivées.

Starters
Préparation commerciale composée de microorganismes actifs, sélectionnés, concentrés et stabilisés (séchage, congélation, lyophilisation), en culture pure (1 souche), mixte (plusieurs souches ou espèces) ou complexe (**levures** et **bactéries** par exemple), destinée à ensemencer un produit à fermenter.

Sucres
Dans le langage courant (cuisine, alimentation, recettes), le terme sucre est composé de saccharose qui possède un fort pouvoir sucrant (100).
Scientifiquement parlant (métabolisme, composition des aliments), les sucres correspondent aux glucides. Ce sont des matières à pouvoir sucrant variable, parmi lesquels des glucides simples comme le glucose (75), maltose (90), fructose (>100), saccharose et en général fermentescibles, alors que les glucides complexes comme lôamidon doivent être hydrolysés pour faire apparaître un pouvoir sucrant et être fermentescibles.

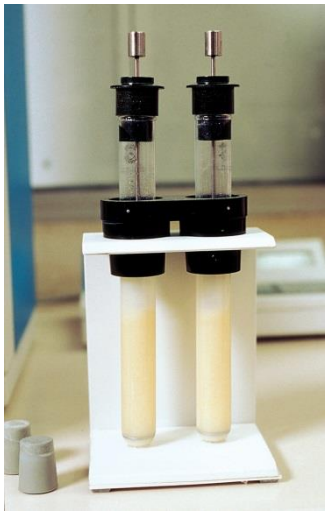
Température
La température est basée sur la variation dôune grandeur physique (longueur, volume, pression) à partir des fluctuations de quantités de chaleur. Avec lôaugmentation de lôintensité des vibrations moléculaires, ces molécules occupent plus de place (effet de dilatation), la pression augmente.
Plus la température sôélève et plus les molécules vibrent, sôaccélèrent ou sôentrechoquent et produisent de la chaleur. Les **activités enzymatiques** augmentent, les milieux sôécoulent plus facilement (perte de la **consistance**), et dé-**cristallisent**.

Doc 33 : Enregistrement de la température dès le début de la panification (Triptolème, 2014)

Température de pâte
La température moyenne ou de référence pour la boulangerie française est entre 24 et 26 °C. On parle, pour des valeurs inférieures de "pâtes froides" et supérieures "pâtes chaudes". Ces indications, ne portent pas un jugement de valeur, à savoir qu'une pâte froide n'est pas considérée comme insuffisante, cela dépend des conditions habituelles de travail du **boulanger**. Pour une **panification** au levain, les températures conseillées sont plutôt dans une zone 26-28 °C, donc chaude, pour favoriser l'activité des microorganismes.

Taxonomie
Branche de la biologie qui a pour objectif de regrouper les organismes vivants et les nommer. Science qui classe et nomme les **espèces**.

Temps de chute de Hagberg (de la farine)
Méthode pour déterminer lôintensité de lôactivité **amylasique** de la farine. Elle est basée sur la mesure de **consistance**, en cours de **gélatinisation**, de la farine. Si lôactivité **amylasique** est forte, lôintensité de lô**hydrolyse** est élevée et la consistance diminue en conséquence.
Une valeur dôactivité élevée pour des farines types 55 est inférieure à 200 secondes et une activité faible se situe à des valeurs supérieures à 350 secondes.

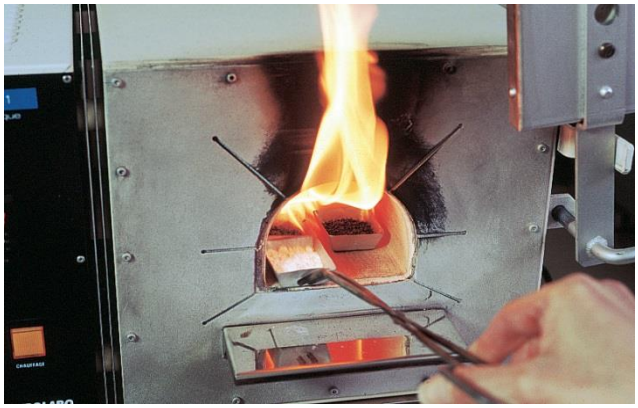

Doc 34 : Etat de gélatinisation de lôamidon dans les tubes de lôappareil de Hagberg (les Pains Français, 2002)

Temps de latence
Temps mis par une population microbienne pour démarrer sa **multiplication** et/ou pour démarrer la **fermentation**. Le temps est fonction des conditions extérieures, milieu, de conservation (stress par des différences de températures, pH, alcoolé). Un temps de latence court correspond à une plus grande réactivité.

Tenue
Il sôagit de lôécoulement ou relâchement de la pâte sous son propre poids, ce qui correspond à une tenue insuffisante de la pâte.
La tenue et la **fermeté** dépendent de la viscosité, mais il nôy a pas de corrélation parfaite entre ces deux mesures, la tenue est très dépendante de la **prise de force de pâte en cours** de **panification**. Les défauts de tenue sont toujours notés en « insuffisance » ; lôabsence de relâchement, prenant en compte un léger affaiblissement après une déformation, est considérée comme le caractère « normal ».

Doc 35 : Relâchement de la pâte en fin de pétrissage (Triptolème, 2014)

Teneur en cendres (de la farine)
Méthode pour déterminer la classification des farines (**types de farine**) dont le principe est lôincinération des farines à des températures élevées (méthodes à 550 °C ou à 900 °C). Le résidu ou cendres est formé de minéraux **oxydés**. La concentration en minéraux étant forte dans les enveloppes du grain, leur dosage permet donc de déterminer le niveau de blancheur de la farine ou de sa proportion dôenveloppes. Du type 45 à 150, on passe de la farine la plus blanche à la plus « piquée » donc plus riche en enveloppes du grain (taux dôextraction en farine, élevé).


Doc 36 : Début de la phase dôincinération de la farine dans un four à cendres (les Pains Français, 2002)

Tolérance dôun levain
Capacité dôun levain à supporter des écarts de conditions de fabrication (température, duréeé) sans modifications significatives de son **activité.**

Tolérance dôune pâte
Capacité dôune pâte à supporter des écarts de conditions de fabrication (température, duréeé) sans modifications significatives de ces caractéristiques physiques (**tenue**, **élasticité**, **extensibilité**, collant).

Tonicité dôune pâte
Lôaspect tonique de la pâte peut-être associé à la vigueur, à lôénergie. Cette énergie non dissipée dans la pâte au cours du pliage pendant lôopération de **rabat** ou de façonnage lôamène à être réactive, ce qui va se traduire par une force de nature élastique qui la conduit à se rétracter partiellement mais de manière instantanée **(élasticité**) et dans un deuxième temps à rester plus stable après pliage (**tenue**).

Tour (donner un tour)
Quand la durée de pointage est longue ou lorsque la pâte manque de **force**, il est opportun de provoquer la rupture de la pâte par un tour de pétrin qui entraîne :
- lôévacuation du gaz carbonique formé au sein de la pâte dont le volume est ramené à son volume initial ;
- lôaugmentation de la **résistance élastique** de la pâte.
Cette opération restitue, pour un temps, à la pâte sa capacité de rétention gazeuse

Tourné, tourne
Mise en forme ronde ou légèrement allongée de la pâte qui ne nécessite pas un **façonnage**. Dans les anciens schémas de panification, au levain notamment, la tourne est lôétape qui se situe entre la division et lôapprêt.

Type de farine de blé
La classification française des farines (types de farine) est basée sur leurs **teneurs en cendres**. Elle est associée à la notion de pureté ou de blancheur (peu dœenveloppes du grain).

Tableau IX : Caractérisation des types de farine

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

UFC (voir dénombrement)

Variétés de blé anciennes, modernes
Une **variété** est un ensemble de plantes présentant des caractéristiques phénotypiques (morphologiques, organoleptiquesé), culturelles et historiques identifiées, et reconnue comme telle depuis le 19ème siècle par les paysan.ne.s ou les sélectionneur.se.s qui la développent et la cultivent. Une **variété ancienne** (ou variété locale, ou variété de pays) a une réalité historique avérée, cette expression est généralement utilisée par les praticiens pour parler des variétés développées avant la création du Catalogue des variétés en 1932. Elle ne présente donc pas les caractères d'homogénéité génétique requis pour y être inscrite. Elle a pu être collectée et mise en conservatoire ou bien a été maintenue à la ferme ou au jardin selon des pratiques de gestion dynamique comme la sélection massale. Elle présente les caractères morphologiques, organoleptiques (phénotypiques) et/ou culturels décrits dans les récits historiques ou connus par les praticiens. Une **variété moderne** est issue d'une sélection mise en î uvre par des sélectionneurs s'appuyant sur les concepts de l'agronomie et de la génétique. Les variétés modernes présentent des caractéristiques de distinctivité, dœhomogénéité, de stabilité qui ont été évaluées et validées (certifiées : attention, on ne certifie pas une variété mais un lot de semence) pour pouvoir être inscrites au catalogue des variétés et commercialisées. Elles doivent en outre répondre à des critères de valeur agronomique, technologique et environnementale.

Semences paysannes
Pour les paysans-boulangers se reconnaissant dans les valeurs du Réseau Semences Paysannes, les semences (i) paysannes sont un commun inscrit dans une co-évolution entre les plantes cultivées, les communautés et les territoires. Elles sont issues de populations dynamiques (ii) reproduites par le cultivateur, au sein dœun collectif ayant un objectif dœautonomie semencière. Elles sont et ont toujours été sélectionnées et multipliées avec des méthodes non transgressives de la cellule végétale et à la portée du cultivateur final, dans les champs, les jardins, les vergers conduits en agriculture paysanne, biologique ou biodynamique. Ces semences sont renouvelées par multiplications successives en pollinisation libre et/ou en sélection massale, sans auto-fécondation forcée sur plusieurs générations. Les semences paysannes, avec les savoirs et savoir-faire qui leur sont associés,

sont librement échangeables dans le respect des droits d'usage définis par les collectifs qui les font vivre.

Bibliographie

- CNERNA (1977). *Le pain. Recueil des Usages des Pains en Fra*nce CNRS, Paris, 243-306.
- Dewalque M. La recherche de la maturité de la pâte
- Hoseney R. C. (1986). *Principles of Cereal, Science and Technology*. Ed AACC, p 77.
- Initiative Gluten (2017) Site internet, http://initiativegluten.com/quest-ce-que-le-gluten/
- Onno B., Ragot L. (1988) Ind. des Céréales, 54, 17.
- Roussel P, Chiron H (2002) *Les Pains Français ; évolution, qualité, production*. Ed Mae-Erti,Vesoul. 433p
- Rohrlich M., Todt F., Ziehmamm G. (1959) cités par Spicher (1963) in Baked Goods Biotechnology.
- Sicard D., Ramsayer J. (2015). Petit glossaire de microbiologie ; document de travail labo UMR 1083 INRA-Montpellier
- TRIPTOLEME (2014). *Glossaire de descripteurs en panification*, Site Internet.