

QUALITE BOULANGERE D'UNE FARINE

QUALITE BOULANGERE D'UNE FARINE.. 1

QUOI LITE ?..... 1

LE GLUTEN..... 2

1. GLUTEN = ETYMOLOGIQUEMENT : COLLE ! ... 2

2. FAUT QUE ÇA COLLE AVEC LE « PROGRES »... 4

ET LE TENDRE EN DEVIENT DUR 4

3. FAUT QUE ÇA COLLE PAS TROP QUAND MEME. 5

4. VOTRE PAIN, VOUS LE VOULEZ AVEC

BEAUCOUP OU PAS DU TOUT DE GLUTEN ?..... 7

5. LES INTOLERANTS OU « SANS GLUTEN » 7

6. LES ADEPTES DU PAIN « AU GLUTEN » OU A

MOINS DE GLUCIDES..... 8

7. L'AJOUT DE POUDRE DE GLUTEN VITAL ;

CORRECTIF OU ADDITIF ?..... 9

8. LA VIE DU GLUTEN AU PETRISSAGE.....10

9. LE CHOIX DE FERMENTATION ET LE GLUTEN..11

10. LA VIE DU GLUTEN LORS DE LA

FERMENTATION.11

11. LA VIE APRES LA VIE DU GLUTEN LORS DE LA

FERMENTATION.12

BIBLIOGRAPHIE DOSSIER GLUTEN.....14

Quoi lité ?

La qualité ! Mais, quelle qualité ? Vous risquer d'être déçu, si vous chercher dans ce chapitre des arguments pour détromper le discours « marketing » de votre vendeur de farine, qui ne peut qu'être infaillible. Autant c'est vrai que celui qui hypocritement se prétend infaillible, doit être démasqué, autant les difficultés de cerner une qualité sont énormes. Et, c'est à chacun a le reconnaître. Bien sûr, il faut y tendre à la qualité, mais c'est trop facile d'accuser son meunier ou l'agriculteur comme source de toutes ces difficultés. Il suffit de lire une revue consacrée à l'état de la récolte de l'année pour constater que les variantes en qualité de froment, par exemple, se déclinent d'abord par choix variétales, ensuite celles-ci sont vues par régions, puis par conditions atmosphériques subies lors de la culture et

parfois par méthodes culturales ¹. Comment composer avec toutes ces variantes une qualité constante et performante d'une farine non rectifiée par additifs ou mieux par méthode de panification ? Je ne pense pas que cela soit possible. Les célèbres millésimes du vin n'existent que par des périodes creuses par rapport aux périodes plus favorables. Le grain panifiable, comme tout produit de la terre a droit aussi à ses bonnes et mauvaises années. Et puis quel type de pain voulons-nous produire ? Au froment ou au seigle, en direct à la levure ou au levain, riche en mie ou riche en croûte, bien alvéolé ou bien ferme. Combien d'écrits de spécialistes ne précisent-ils pas qu'une farine déclarée panifiable dans leur pays est déclassée dans d'autres, et l'inverse est vrai aussi.² Pourtant, même si l'éclairage de la science céréalière ne peut tout définir, le marché du froment s'internationalisant et dépassant ce que la « garantie scientifique » peut apporter, on est prié de suivre une nomenclature commerciale ou standardisation (anglo-saxonne), faisant fi des différences citées plus haut ³. Alors la qualité panifiable du grain c'est quoi pour le marché global ? Comme on l'a dit plus haut, quelques points ont été décrit :

¹ La revue *Industries des céréales* d'octobre, novembre, décembre reprend les différents exposés des *jours techniques des industries céréalières* présentées en Novembre de chaque année à Paris. Ceux-ci cernent la récolte de l'année en termes de bilan qualitatif et quantitatif, de son comportement en panification française et de sa correction. Une bonne vingtaine de pages où il y a de quoi se perdre en conjonctures et se dire qu'il faut des connaissances, si pas un métier.

² Jean BURE, p.65, décrit « Les exemples sont nombreux : lorsque nous adressions à notre collègue anglais Kent - Jones, des échantillons de farine des meilleurs moulins français, il nous répondait souvent « farines impanifiables ». La réciprocité était vraie également et les artisans boulangers français n'arrivaient pas à produire un produit présentable avec les farines extra-fortes de Grande-Bretagne ».

³ J.ABECASSIS, , p.11 et p.17.

La teneur en protéines insolubles dans l'eau repéré dans les blés tendres (froments panifiables), surtout les résistants ou « hards ». Cependant, quantité de ces protéines doit être corollaire à la qualité de ces protéines pour apporter la plasticité au milieu pâteux. Ce sont les tests de déformation de la pâte qui tentent de cerner leurs qualités.

La teneur en pentosanes dans les autres céréales panifiables que le froment a expliqué, voire déjoué lors du manque de protéines, l'effet technologique attribué autrefois à celles-ci. C'est sur le pouvoir absorbant et de gonflement que repose le développement de la mie. Ce sont les tests de viscosité du milieu pâteux qui tentent de cerner leurs valeurs.

La trop forte activité des enzymes, trace de l'incidence climatique, décline parfois l'ensemble des grains panifiables d'une région vers le fourrager. Elle engendre collant et pâte qui relâche, lorsque protéines et amidon seront, par la germination sur pied déjà enclenchée, plus vite dégradés (ou poursuivie) par la fermentation. Aux climats du nord de l'Europe, cette pré-disposition à la re-germination de l'épi, sanctionne parfois les contrats locaux de traçabilité et solidarité entre agriculteurs et boulangers. Et cela malgré l'accord sur les choix variétaux, car les mauvaises conditions atmosphériques peuvent rendre les céréales impanifiables.

Examinons ces trois aspects qualitatifs de manière plus approfondie.

LE GLUTEN

1. Gluten = étymologiquement : Colle !

Eh, oui ! Autrefois, il arrivait qu'on collait les papiers peints aux murs à l'aide de farine. Les allemands appellent des fois le gluten ; « Kleberstoffe », ce qui traduit textuellement veut dire ; substance collante. Et pour rester dans la linguistique, c'est du latin « colle » que provient le mot gluten. Ce n'est que dans

le froment qu'on sait l'extraire par lixiviation (lavage de la pâte sous un filet d'eau), comme l'a fait dès 1745, le médecin de Bologne (I), Jacopo Beccari ⁴. Pour nous boulangers, c'est cette matière viscoélastique qui donne un « nerf » ou une consistance à la pâte, le pâton ne s'affaisse pas et permet de présenter une mie bien développée. Les bulles de gaz carbonique issues de la fermentation de la pâte pourront restées prisonnières de cette structure mi-solide mi-liquide et ne pas éclater grâce à l'élasticité du milieu pâteux qui l'entourent. En général, le gluten, issu du collectif des gliadines et gluténines, recouvre 85% des protéines ⁵ du froment panifiable, qui elles représentent environ 10 à 12 % de celui-ci, soit sur 1 kilo de farine, 85 à 100 grammes⁶. Les 15% restants des protéines du froment sont dites « solubles » dans l'eau. Ces protéines, appelées albumines⁷ et globulines, sont

⁴ O.DARDE, p. 4. L'extraction du gluten est un exercice que je manque rarement d'expliquer aux stagiaires. Comme le gluten est la fraction insoluble dans l'eau, on mélange de manière assez ferme 100 gr. de farine et ½ l. d'eau dans un plat, on peut finir la pâte à la main et arrêter quand elle n'adhère plus à la main. Après on la passe sous un filet d'eau froide en la comprimant légèrement entre les doigts, avec un tamis recueillant le gluten qui se soude à lui-même par le malaxage, le plat en dessous du tamis recueillant l'eau et l'amidon. Mélangez encore dans le tamis pour extraire tout à fait l'amidon du gluten, et vous aurez au bout de cette simple expérience la substance glutineuse seule.

⁵ L'azote est une composante de l'air pour 4/5, sous sa forme minérale on en trouve dans l'engrais nitraté (NO⁴), sous sa forme végétale on l'appellera protéines lorsqu'il est lié ou groupé en plusieurs molécules, peptides lorsqu'il est groupé en quelques molécules et enfin acides aminés sous leurs aspects moléculaires qui est aussi la forme nutritive.

⁶ Jean BURE, p.15.

⁷ Attention à la traduction de l'allemand vers le français, par exemple dans les livres suisses alémaniques, où trop souvent le mot « Eiweiß » se traduit par albumine alors qu'il doit être traduit par le mot plus générique de protéines.

Classement d'après OSBORNE	CLASSEMENT DES PROTEINES DU FROMENT			
	Protéines solubles		Protéines insolubles	
Non protéine	Albumines	Globulines	Gliadines	
Solubilité	dans l'eau		dans l'éthanol aqueux	
% dans protéines blé	15 à 20 %		35 %	
Fonction naturelle	Protéines pour le métabolisme de la graine		Protéines de réserve (pour la future plante)	
Poids moléculaire Voir note 9	+/- 5.000 à 90.000 daltons		+/- 25.000 à 75.000 daltons	
Teneur en LYS	4,2	7,5	1,7	
Teneur en THR	3,8	4,2	0,4	
D'après nouveau classement			Oméga gliadine HPM**	Alpha & Gamma gliadine
			Gluténine à FPM*	
			Gluténine à HPM	
			Prolamine pauvre en Soufre	
			Prolamine riches en Soufre	
			Prolamine à HPM	

Les teneurs en LYS (lysine) et THR (thréonine) indique une certaine valeur alimentaire dans le sens où ce sont ces deux acides aminés essentiels qui agissent sur le facteur limitant l'assimilation des autres. Ce sont respectivement les facteurs limitant primaire et secondaire.
* FPM = Faible Poids Moléculaire ** HPM = Haut Poids moléculaire

notamment les composantes des enzymes et sont dites aussi biologiquement fonctionnelle. Ces protéines solubles⁸ ont une meilleure valeur nutritionnelle que les protéines non solubles qui constituent le gluten.

Il faut bien dire que si on ne peut contester que le gluten revêt une qualité technologique, sa proportion en quantité n'est pas toujours un critère fiable. Il faut la quantité mais aussi la qualité. C'est pourquoi les recherches se sont affinées en ciblant, le rapport gliadine / gluténine, puis la teneur en gluténines « insolubles » à haut poids moléculaires⁹, mais sans résultat vraiment probant du moins pour déterminer quel type précis de protéines

apportait l'élasticité. Les interactions avec les autres protéines (celles qui contiennent plus d'acides aminés soufrés¹⁰), les lipides et les pentosanes¹¹, orientent aussi la recherche vers la présence nécessaire d'un ensemble, plutôt que la « préciosité » d'une protéine bien spécifique. A ce niveau, la recherche...cherche encore¹². Le choix variétal du semis est l'indicateur le plus sûr de la qualité technologique et de la présence du gluten dans la farine de froment, déclarée alors; panifiable¹³. La

⁸ Le vieux classement de T.B.Osborne (de 1907) qui classe d'après la solubilité, d'abord dans l'eau, puis l'eau salée, dans l'alcool et dans des solutions acides ou basiques. Actuellement le classement de J.M.Field, P.R.Shewry & B.J.Mifflin (de 1983) regroupe les gliadines et certaines gluténines (dites parfois glutélines) à faible poids moléculaires sous le nom de prolamines riches en soufre et le reste des gluténines est appelé prolanines à haut poids moléculaires. Voir DACOSTA, p. 19 à 21.

⁹ Les albumines et les globulines ont des poids moléculaires de 5.000 à 90.000 daltons , les alpha - , bêta - β -, gamma- γ - & oméga- ω - gliadines de 25.000 à 75.000, les gluténines 18.000 à plusieurs millions. Voir : MELAS p.3.

¹⁰ P.JOUDRIER, p.13, signale que les PPRC (abrégé de Petites Protéines Riches en Cystéine-acide aminés soufrés) issus des protéines solubles jouent sans doute un rôle déterminant.

¹¹ Y.DACOSTA, consacre les pages 25 à 28 aux interactions entre les protéines , les glucides et les lipides.

¹² G.MARTIN, 1994, signale « Malheureusement, il faut reconnaître que nous ne disposons pas encore de moyens d'investigation suffisamment précis pour expliquer la variabilité de la qualité des protéines en fonction de la récolte » P.FEILLET, p.5, écrit « les nombreux modèles qui ont pu être proposés pour expliquer le caractère viscoélastique du gluten demeurent de simples hypothèses de travail dont l'affinement méritera encore de longues études . »

¹³ G.BRANLARD, septembre 1999, signale que pour être inscrites au catalogue, « les variétés atteignant 14 à 15 % de protéines dans les

culture peut influencer aussi. Par exemple; si c'est du froment de printemps, il contient plus de gluten que le froment d'hiver¹⁴, si la méthode de culture est bien adaptée à la variété¹⁵, si la région est bien appropriée à la variété¹⁶ et encore si la saison a été propice au bon moment¹⁷. Après le constat de l'état de la récolte, le meunier apportera son professionnalisme par le mélange de variétés en recherchant la complémentarité entre elles¹⁸

conditions habituelles ne peuvent que difficilement dépasser un rendement en grain de 90% des témoins». Ce qui implique une compensation financière à l'achat. Les Variétés de froments Recommandés par la Meunerie française (VRM) sont classées en BPF (Blé Panifiable de Force), BPS (Blé Panifiable Supérieur), BPC (Blé Panifiable Courant) et BAU (Blé pour Autres Usages - Fourrager).

¹⁴ Les froments canadiens - CWRS ; Canadian Western Red Spring- les plus réputés des froments de force ou froments améliorants, sont des froments de printemps ; Voir le chapitre culture pour approfondissement.

¹⁵ Concernant la méthode culturale, voir : G.MARTIN, 1995, p. 15, celui-ci écrit « Il est démontré maintenant que l'expression de la valeur d'utilisation génétiquement programmée d'une variété dépend des conditions de culture ». Propos bien confirmé par Ingo HÄGEL, signale « Malheureusement, on constate que les variétés conventionnelles (sélectionnées pour l'agriculture conventionnelle) cultivées en bio-dynamie ont des teneurs en albumine et globuline encore plus faible que lorsqu'elles sont cultivées en conventionnel avec d'importants apports d'azote ». La déception d'I.Hägel est fondée sur la baisse de la qualité nutritionnelle.

¹⁶ Par exemple les variétés dites de force (à forte teneur en gluten), les variétés Prinqual et Florence-Aurore existant en France, donnent de moins bons résultats au Nord qu'au Sud -Est de la France (provenance de 90% de ce type de collecte de blés de force). Principale cause; le manque d'ensoleillement

¹⁷ En effet pour chaque stade de la culture du blé, un temps idéal est indiqué mais il n'est pas toujours au rendez-vous au niveau météo. Voir chapitre culture qui détaille cet aspect.

¹⁸ Par exemple en rectifiant les défauts de la variété dominante du moment (par exemple : une difficulté

2. Faut que ça colle avec le « progrès »... et le tendre en devient dur

« L'accroissement de la demande en gluten par les branches utilisatrices, notamment par la minoterie et par la boulangerie industrielle, s'est fait en raison non seulement du développement de la consommation de pains spéciaux, mais aussi du renforcement des exigences techniques pour les pains usuels »¹⁹. L'industrialisation de la panification, c'est la mécanisation de plus en plus intensive de la pâte, par le pétrissage chronométré dans un pétrin fermé, le pesage volumétrique compressant la pâte, le raccourcissement de la fermentation en masse (le pointage). La surgélation des pâtes crues devra même éliminer cette première fermentation procurant une maturation de la pâte. C'est en augmentant sa plasticité que la pâte devra répondre à toutes ces contraintes de transformation rapide de la farine en pain. D'où la demande de plus de gluten. Pour avoir plus de gluten dans le froment, dans l'immédiat et dans l'agriculture conventionnelle, on peut gorger la culture d'engrais azotés²⁰, mais à long terme, il est préférable et plus stable de recourir à la

de lissage) en la mélangeant avec d'autres ne comportant les mêmes effets techniques.

¹⁹ Yves DACOSTA, page d' introduction.

Les pains spéciaux de cette époque étaient riches en fibres et recevaient en Belgique jusqu'à 8% de gluten dans les mélanges prêt à l'emploi. ; Voir le sous-chapitre 7 de cette rubrique; l'ajout de poudre de gluten vital

²⁰ En agriculture biologique, c'est le choix d'assolement et un bon précédent au froment du type ; trèfle en engrais vert ou légumineuse fixant l'azote qui sera la méthode fertilisante. En agriculture conventionnelle, Yves DACOSTA, écrit qu'un froment qui titre 11 à 12 % de protéines, peut avoir 14 à 15%, s'il est cultivé sur une terre gorgée d'engrais azotés.

sélection de nouvelles variétés²¹. Ainsi le caractère général des froments cultivés en France était plutôt friable (soft), c.à.d. d'une teneur moindre en gluten. Depuis 1965, elle évolue vers le moyennement résistant (médium hard). En 1990, il n'existe plus que 25% de froments friables (soft) pour 80% dans les années 1960²². « Il apparaît inévitable aujourd'hui de prendre en compte le caractère résistant (hard) dans le froment comme critère de classement » et cela dès la récolte, comme c'est déjà le cas aux Etats-Unis²³.

3. Faut que ça colle pas trop quand même.

Jusqu'où ira-t-on dans ce chemin vers du froment toujours plus compact et dense, des pâtes issues de ce grain toujours plus riche en ténacité, des protéines toujours plus lourdes²⁴, des croûtes et mies toujours

²¹ Voyons l'historique de la problématique des protéines totales et du gluten (partie de protéines) et analysé à l'alvéographe, trois aspects qu'il faut différencier. Il semblerait qu'il y avait plus de protéines dans les anciens blés, mais pas forcément du gluten (voir chap. :anciens blés). Au XVIII^{ème} siècle. A.A.PARMENTIER, p. 207 & 208, parle de 4 à 5 onces sur une livre de farine, soit +/- 20%, ce qui est plausible mais en termes de gluten humide (à diviser par 2,85 pour trouver le taux de gluten sec), soit +/- 7%. Emile DUFOUR, début XX^{ème} donne une fourchette considérable de 7 % à 18 % de teneur, mais est-ce du gluten ou des protéines ? Des précisions en terme d'analyse à l'alvéographe nous viennent par P.ROUSSEL & H.CHIRON, p.107, qui donnent un tableau d'estimation d'évolution des W moyens des froments panifiables ; en 1920-40 : 60-80, en 1940-50 : 80-90, en 1950-60 : 90-100, en 1960-70 : 100-110, en 1970-80 : 110-130, en 1980-90 : 140-170, en 1990-97 : 180-200, en 1997-2001 : 160-180. B.MAHAUT, écrit p.43, « au cours de ces 10 ans (1982/1992), l'évolution de la dureté a subi un bouleversement total” “ 1988, constitue l'année charnière où les blés médium hard prenne le pas sur les médium soft”.

²² G.BRANLARD mars 1999, & B.MAHAUT, p.5 et 7.

²³ J.ABECASSIS, p. 17

²⁴ La variété de froment, Soissons (médium hard) comportant beaucoup de HPM (protéines de haut

plus élastiques ? N'est-on pas en train d'assurer de trop sur ce point, considéré comme étant le meilleur critère de qualité technologique pour le froment, mais pas le seul²⁵. Et puis faut-il s'excuser de penser à un critère de qualité qui ne serait pas technologique mais nutritionnelle. Même si celui-ci va à l'encontre de cette demande croissante de gluten et par conséquent des froments résistants (hard)²⁶. La problématique de l'apport d'engrais azotés du type nitrates, pour procurer de l'azote végétal, les protéines, n'est pas sans conséquence. Tout d'abord, la migration des excédents d'apports de nitrates (engrais azotés), va enrichir la déjà trop forte teneur en nitrates des réserves d'eaux souterraines. Résultat, une eau de consommation qui a et surtout aura des difficultés à rester potable. N'oublions pas cela au risque de ne plus avoir une céréaliculture durable (Voir chapitre Culture et chapitre Eau). Autre aspect critique de l'intensification de la fumure azotée, plus les nitrates ou autres engrais azotés ne parviennent pas à être protéosynthétisés, plus ils créent des niches à pucerons et autres pestes, ces derniers

poils moléculaires) a été fort dominante dans les cultures françaises de 1990 à 2000, ce qui impliqua l'obligation de la travailler en mélange au niveau de la meunerie et engendra des difficultés de lissage de pâte en boulangerie, voir Philippe ROUSSEL & Hubert CHIRON, p.195. Les « High-proteins diets » que je traduit par les protéines alimentaires de haut poids moléculaires causent des déshydratations des athlètes d'endurance et une urine plus concentrée. Lu sur le site www.wheatfoods.org le 13.05.2002.

²⁵ J.ABECASSIS, écrit p.17, « ce critère de résistance {hard} ne constitue pas le critère universel de la qualité du blé. Lui seul ne peut prédire quels seront les rendements en mouture, la force ou propriétés rhéologiques des farines et pâtes. »

²⁶ Y. DACOSTA, p.29 écrit « Plus le grain de blé contient des protéines (variétés sélectionnées en fumure azotée intensive), plus leur proportion de protéines soluble est basse, car l'augmentation de la teneur globale en protéines s'opèrent au profit du seul gluten ».

voyant dans ces matières du pain béni²⁷. Pourquoi prendre ces risques, surtout que quand on n'intensifie pas, par exemple en agriculture biologique, la qualité du gluten moins abondant donne le même résultat technique avec 2% en moins. Ce que quelques études démontrent²⁸. Il semble mieux synthétisé. Pensons également en tant que boulanger, que la pratique des pré-pâtes (poolish & levain) est moins exigeante en gluten²⁹. Regardons ensuite la teneur en acides aminés, les plus petites portions des protéines une fois dégradées par les fermentations et la digestion, celles qui ainsi réduites « passent » comme nutriment. Plus l'apport d'engrais azotés est tardif³⁰, plus la teneur en gluten en profite³¹, mais plus la teneur en lysine est réduite et c'est justement l'acide aminé essentiel et limitant qui est atteint³². Or la teneur en lysine est déjà peu avantagée

²⁷ Voir R.KOWALSKI.

²⁸ Notamment Jurgen-Michael BRÜMMER & Tom SAAT.

²⁹ J.FISCHER, p.8 & 18,

³⁰ G.MARTIN, p.11, signale que d'après une enquête sur les pratiques culturelles de l'ITCF auprès de 300 agriculteurs du Nord de la France, 89 % de ceux-ci avait fractionné leurs apports en 3 doses en 2000 contre 74% en 1999. Ceux qui pratiquent 4 apports faisaient 9% en 1999 et 24 %. Ces évolutions sont « les efforts des producteurs » du titre de l'article.

³¹ Les témoignages sont nombreux à ce sujet, notamment Tom SAAT, dans sa conclusion, et Yves DACOSTA, p.33.

³² Voir Dominique SOLTNER, p.412, qui donne un tableau de Y.COIC sur la variation de la teneur en acides aminés essentiels des protéines du blé sous l'effet de l'enrichissement du grain par la fumure azotée tardive. Pour la variété Florence-Aurore, la lysine perdait 11% et la thréonine 13 %, ce sont principalement les acides aminés non essentiels qui en profitent. Y.DACOSTA, confirme un peu ce point en signalant p.33, que l'apport tardif d'engrais azoté augmente la teneur du blé en gliadine (très pauvre en lysine). Rappelons que les protéines solubles (plus riches en lysine) ont une meilleure qualité nutritive.

dans les céréales et encore plus dans la panification, parce que la cuisson va encore la réduire. Liée avec des sucres, elle va être la composante de la croûte, (par la réaction de Maillard) devenant inassimilable.

Principe des acides aminés essentiels
Il s'agit des acides aminés qui doivent venir par l'alimentation et qui ne sont pas synthétisés dans le corps
Principe du facteur limitant
L'absence dans l'alimentation d'un seul des acides aminés empêche la synthèse protéique de tous les autres acides aminés et entraîne la négativation du bilan azote.

Quelques évolutions de la teneur en Acides aminés essentiels (indispensables) du blé				
	Besoin alimentaire en gr./jour	Teneur dans l'engrain actuel	Teneur dans le blé tendre	Avec apport tardif (voir note 28) comparé au témoin sans apport tardif
Isoleucine	0,70			- 6%
Leucine	1,10			- 3%
Lysine	0,80	4,4 mg	2,8 mg	- 11%
Méthionine	1,10	1,9 mg	1,6 mg	- 22%
Sans cystéine	0,20			
Avec cystéine				
Phénylalanine	1,10			+ 2%
Sans Tyrosine	0,30			
Avec Tyrosine				
Thréonine	0,50			- 13%
Tryptophane	0,25			
Valine	0,80			- 14%
Histidine	Indispensable Pour l'enfant			▼ 0%

<i>Teneur en acides aminés essentiels</i> (en gr./100gr.de protéines) <i>des différentes protéines du froment</i>					
acide aminé	protéine	Albumine	Globulines	Gliadine	Gluténine
Isoleucine		3,7	3,8	4,0	3,8
Leucine		7,3	7,7	6,8	7,2
Lysine		4,2	7,5	0,9	3,1
Méthionine		2,1	2,0	1,1	1,6
Cystéine		Non dosé			
Phénylalanine		3,8	3,8	5,2	4,6
Tyrosine		4,0	3,6	2,6	3,4
Thréonine		3,8	4,2	1,9	3,3
Tryptophane		Non dosé			
Valine		5,9	5,6	4,2	4,8
Histidine		2,5	2,2	1,9	2,0

▼ Référence tirée d'Y.DACOSTA donnée à titre indicatif, d'autant que les mesures fluctuent en fonction des méthodes d'extraction et des variétés.

4. Votre pain, vous le voulez avec beaucoup ou pas du tout de gluten ?

Pas du tout ou beaucoup. Les deux cas aux extrêmes l'un de l'autre démontrent une forte différenciation de cas de figure vis à vis de cet élément qu'est le gluten. Des trois critères cités pour la qualité boulangère des grains, le gluten est le mieux cerné par la recherche où la vie tout simplement. Le gluten nous l'avons déjà vu, est extrait depuis 1745 et le pain au gluten est déjà connu au dernier quart du 19^{ème} siècle³³. Rien d'étonnant dès lors qu'on trouve des arguments pour et contre. C'est la vie ou la mise à l'épreuve du temps qui est marquée par les succès et les échecs, les forces et les faiblesses. Ici, les « extrêmes », du point de vue consommation, nous donneront un autre éclairage. Du côté des « pas du tout » partisan du pain sans gluten, on doit impérativement éviter ou extraire le gluten de son alimentation. Côté des « beaucoup » ce sera nettement moins impératif. Ceux qui adhèrent à cette consommation du pain au gluten ajoute cette protéine pour suivre un régime réduit en glucides. C'est l'excès de sucre qui les atteint.

5. Les intolérants ou « sans gluten »

Les malades coeliaques ne peuvent consommer les grains contenant du gluten (froment, seigle, orge & avoine³⁴) et les

³³ Le dictionnaire universel du XIX^{ème} sc. en 15 volumes de Pierre LAROUSSE décrit p.1314 du vol. VII en 1874 que la méthode « a été employée depuis quelques années ». Dès 1866, le Dr. PEYRA écrit un livre dont le titre ne laisse pas d'équivoque ; *Du gluten et de ses diverses préparations et de son emploi au point de vue de la thérapeutique et dans l'hygiène du traitement du diabète*, Mirecourt.

³⁴ L'avoine fait l'objet d'une longue révision au niveau intolérance suite des enquêtes finlandaises et irlandaises de 1995, mais on ose pas trancher sur le sujet dans les congrès internationaux PROLAMIN (congrès des sociétés coeliaques) suite aux

produits ou les dérivés seront mélangés, même en infime proportion (par exemple: sous forme d'hostie³⁵). Cette anomalie du métabolisme provenant d'une incompatibilité congénitale endommage sérieusement la muqueuse de l'intestin grêle, ce qui amène des troubles carenciels alimentaires.³⁶ Définit comme une intolérance plutôt que comme une allergie alimentaire, l'affection touchait 0.5% à 0,2% de la population dans le début des années 1990³⁷ bien que le recensement

contradictions bio-chimique et médicale, voir ; Freddy VANDER LINDEN, p.7, confirme la précaution à cause des rotations de culture qui fait que l'on trouve parfois des épis de froment dans la récolte d'avoine. L'interdit demeure pour cette raison chez les enfants, quand aux adultes, ils décident en fonction de leur sensibilité.

³⁵ La revue *Coeliac Info* a publié à diverses reprises les problèmes éthiques et confessionnels dus à l'ingestion d'hostie (lorsque celle-ci est sans gluten, elle n'est plus une hostie pouvant être consacrée, d'après les responsables du Vatican), voir les revues n°4 de 1988, p.13, la revue n°2, p.5 & 6, la revue n°3, p.8, la revue n°4, p.9 de 1989 et la revue n°4 de 1990, p.15. Signalons que le préfet de la congrégation pour la doctrine de la foi, le cardinal Joseph Ratzinger a interdit aux intolérants au gluten et aux alcooliques d'être ordonné prêtre, puisqu'ils ne peuvent pas communier ; voir revue *Coeliac Info*, n°4 de 1995, p.5. Le quotidien français « *Le Monde* » du 10 août 1989 commente également dans sa rubrique médecine « les hosties à haut risque ». La farine spéciale pour confectionner les hosties est justement une farine riche en gluten. G.CARAMATTI, p.10, parle de quantité maximale de gluten acceptée de 20 ppm. pour 100 g. d'aliment, ce qui est très faible.

³⁶ Cette définition est celle qui figure en-tête de la revue *Coeliac Info* de la Société Belge de la Maladie Coeliaque. S'il faut schématiser cette définition, on pourrait dire que le gluten « râpe » les petits fils se trouvant dans l'intestin (les villosités), et c'est ces villosités qui permettent l'assimilation des nutriments au niveau intestinal. Le gluten rend le tube digestif aussi lisse qu'un tuyau plastique de décharge. Plus loin cela peut entraîner des lésions. Déjà en 1778 A.A. PARMENTIER, p.24, écrivait que le gluten « concourt davantage à l'excellence qu'à sa vertu alimentaire »

³⁷ *L' A B C du coeliaque* de la Société Belge de la Maladie Coeliaque, p. 2 et 3.

soit difficile³⁸. On passe à 1% une dizaine d'années après³⁹. Il semblerait toutefois que l'affection soit en augmentation⁴⁰ et qu'elle entraîne également des dommages moins visibles et encore plus mal recensés médicalement⁴¹. Dans le cas d'un diagnostic positif, c'est l'exclusion du gluten du régime alimentaire qui améliorerait la santé des personnes. Cet accroissement

³⁸ Comme, il n'existe pas beaucoup d'avantages à être déclaré coeliaque dans certains pays et comme le diagnostic définitif doit passer par deux biopsies, alors que le traitement (l'élimination du gluten de l'alimentation) peut déjà rassurer, le malade évite souvent le deuxième examen médical, parce qu'importunant. Freddy VANDER LINDEN relate les travaux du *Working Group on Prolamin* dans la revue *Coeliac Info*, n°2 de 1999, et concernant l'évolution des études de toxicité, il signale que les travaux présentés, cette année-là, à Barcelone « ont été particulièrement décevant. Peu de choses sont faites en la matière et beaucoup de chiffres sont cités, ou repris, sans être réellement issus d'études sérieuses. »

³⁹ G.CARAMATTI, p.10 avance comme cause « la présence de nouvelles variétés plus riche en protéines qui sensibilisent l'intestin ou l'interaction avec la pollution ». « Mais la raison principale » pour l'auteur « est due au diagnostic plus efficace qu'autrefois et le fait de détecter des formes légères autrefois considérés comme trouble de digestion ou viraux ».

⁴⁰ Nos soupçons sont basés sur le fait que l'association des malades coeliaques reçoit de plus en plus des appels d'adultes ces derniers temps et que c'est en Angleterre où le pain est le plus industrialisé (donc recours à des farines riches en gluten, voir la note 2 de ce chapitre), que l'association coeliaque compte le plus de membres (25.000) ; voir la revue *Coeliac Info* n° 1 de 1989, p.8. Mais dans les milieux médicaux proches de la société coeliaque belge, on signale que ces évolutions sont probablement dues à une amélioration du diagnostic médical par l'arrivée de jeunes médecins mieux formés et plus attentifs à ce problème.

⁴¹ On remarque des améliorations chez les malades schizophrènes et ceux atteints de sclérose en plaque, lorsque les patients évitent le gluten. Cela est signalé comme hypothétique par J.YUDKIN le professeur de nutrition de sa gracieuse majesté, p.189 & 190. T.C.DOHAN est plus affirmatif p. 1031.

des affections serait-il corollaire à l'évolution de la sélection du froment ? Je crois qu'il faut aller voir, s'interroger, cela concerne la santé. On se contentera dans le chapitre Aspects nutritionnels d'apporter sa pierre à l'édifice en rassemblant les données en notre possession pour simplement instruire cette interrogation.

6. Les adeptes du pain « au gluten » ou à moins de glucides

On connaît la vogue des régimes hyperprotéinés. Il permettent une baisse de poids en peu de temps , pour les personnes souffrant par exemple, du « syndrome du maillot de bain ». Le pain a souffert assez de la réputation de « faire grossir ». Ici pourtant le pain de/au gluten sert simplement à « bourrer » de protéines de froment la ration de froment ingérée, pour diminuer la ration de glucides du froment⁴². En somme dans la compétition pour la satiété, une « charge » de poids chasse l'autre. C'est pour des diabétiques ou des dégâts créés par l'excédent de glucose dans le système sanguin. Le dictionnaire de diététique et de nutrition, une sorte d'instrument de travail se trouvant sur la table du diététicien, renseigne des pains où les protéines du gluten font de 20% (pain de gluten) à 70% (pain au gluten). Ces derniers pains sont déclarés « d'un goût franchement mauvais » par le dictionnaire de diététique⁴³ et sont obtenus sans ensemencement de ferments, grâce au pouvoir de dilation du gluten⁴⁴, ce sont de véritables ballons.

⁴² Le Dr. Jean PIRART, p.30. écrit à propos du pain de gluten « qu'il a été jadis recommandé aux diabétiques sur des bases bien fragiles ».

⁴³ M.APFELBAUM, p. 474 & 475.

⁴⁴ Pr. Raymond CALVEL, 1979, p.105. On comprend ce pouvoir de dilation lorsque l'on sait que le gluten absorbe un peu moins que 2 fois son poids en eau.

7. L'ajout de poudre de gluten vital ; correctif ou additif ?

On l'a vu, on sait obtenir du gluten (dit alors ; poudre de gluten vital) par lavage de la farine. Le procédé une fois industrialisé est très gourmand en eau et polluant de manière organique⁴⁵. L'amidonnerie, productrice par voie de séparation d'une part d'amidon et d'autre part de gluten vital et peut-être à l'avenir l'industrie productrice de bio-éthanol⁴⁶ est parvenue parfois à donner au céréaliculteur un incitant financier supérieur (2X plus) que les meuniers, pour revendre ce même gluten aux mêmes meuniers. Ce qui s'appelle un transfert de plus-value entre secteur économique⁴⁷. Les protéines du blé sont non grasses, contrairement aux protéines animales souvent accompagnées de graisses. C'est à ce point qu'en industrie alimentaire, on en ajoute à certains aliments (chewing-gum, céréales du petit déjeuner, jus de fruits, etc...) pour en faire des produits plus complets dans leurs apports nutritifs et/ou pour leurs propriétés technologiques⁴⁸. L'utilisation du gluten comme emballage alimentaire

⁴⁵ Le procédé Martin utilisé le plus généralement, consomme 5 à 6 m³ d'eau par tonne de farine, le procédé Batter en utilise encore plus, voir Y. DACOSTA, p.65 & 66. Pour les effluents polluants il sont calculés en terme de Demande de Biodisponibilités d'Oxygène (DBO) de 20.000 mg./l.), voir ; S. BEROT & B.GODON, p.75. Cette pollution semble importante, même si des levures dans des bassins de décantation font merveille. Il faut tenir compte également de la concentration d'amidonneries qui « réunit » les rejets organiques en 3 points en France et 1 en Belgique.

⁴⁶ Yves DACOSTA, page d'introduction, précise « l'accélération éventuelle par la mise en service de grandes unités de bio-éthanol, pour lesquelles le gluten sera un co-produit important, dont l'écoulement sur le marché conditionne pour une part non négligeable la rentabilité des investissements engagés ».

⁴⁷ Voir Vincent OLDENHOVE, p.145.

⁴⁸ Yves DACOSTA, p. 109 à 114.

est également fort étudié⁴⁹. Après l'approche extra-boulangère du commerce du gluten qui ne sera pas sans conséquence, revenons à la panification. Des faits précités et du fait que l'apport en poudre de gluten vital est moins onéreux que l'apport de froment de force contenant beaucoup de gluten⁵⁰, la production de gluten est passée de 20.000 tonnes à 270.000 tonnes de 1980 à 1990⁵¹, et les importations de gluten en France, sont passées de 596 tonnes (en 1973) à 18.503 tonnes en 1985⁵². Il faut certainement interpréter la demande de « machinabilité » dans ces chiffres multipliés par 15 sur +/- 10 ans ! Peut-on dire que l'on rectifie le résultat d'une récolte, ne devrait-on pas voir dans ces chiffres une demande plutôt additive que corrective, pour atteindre également des performances surtout en pain de mie et en procédés de panification différés par le froid. Lorsque l'ajout de gluten s'indique, plusieurs aspects doivent être pris en compte. D'abord l'affinité de l'ajout de gluten vital avec le gluten natif, le conseil du professeur Calvel est de ne pas dépasser les 2% au kg. de farine⁵³. En France et en pratique, on dépasse rarement ces 2%⁵⁴, mais dans les mixes,

⁴⁹ Le prix céréalier 1992 a été attribué à Nathalie GONTARD pour son étude « *Film et emballages comestibles et/ou biodégradables à base de protéines issues du gluten de blé* ». Ce sera un des points de départ de cette recherche.

⁵⁰ On évite le transport de « charge » plus lourde et coûteuse sous forme de froment améliorant ou de force venant parfois de loin (par ex. :Etats-Unis, Canada), aux prix fluctuants et où il est nécessaire d'acheter des gros tonnages. Certaines publicités d'amidonneries déclaraient qu'il fallait 11 fois moins de gluten que de froment de force pour la même correction de farine faible, ce qui semblait optimiste d'après l'auteur publiant l'information, Y. DACOSTA, p.102 et 103.

⁵¹ G.DECOURCELLE, p. 46.

⁵² P.ROUSSEL & H.CHIRON, p.108

⁵³ Pr. Raymond CALVEL, 1987.

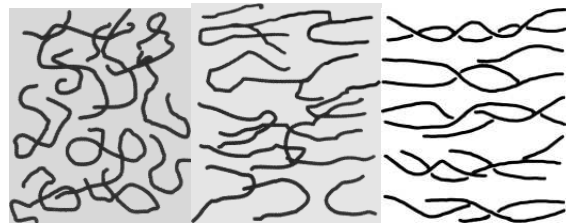
mélanges meuniers pour farines boulangères, et surtout dans les mélanges prêts à l'emploi comportant beaucoup de fibres, un ajout de 8% par part de farine complète est autorisé en Belgique ⁵⁵. L'aspect qualitatif du gluten vital est encore plus important, d'autant que les procédés d'extraction et de séchage sont susceptibles de le dénaturer ⁵⁶. Lors de l'analyse de 41 lots de gluten vital, une étude mit en évidence une telle diversité, qu'il y avait autant de qualité que de lots de gluten vital ⁵⁷. Il faut se montrer prudent quand on s'approvisionne en poudre de gluten.

8. La vie du gluten au pétrissage.

Nous expliquerons mieux au chapitre pétrissage, qu'il est bien certain que la « prise de force de la pâte » (l'effet du gluten), se répartit entre deux opérations de la panification ; le pétrissage et la fermentation. Au pétrin, nous boulangers, on va apporter de l'eau, du mouvement et par celui-ci de l'air. Les protéines solubles dans l'eau seront vite dissoutes et dispersées. Les protéines insolubles, elles vont avoir besoin de se dérouler, de s'étirer. Au premier moment du mélange (la frase), on devra éviter de « casser le nerf » ou « brûler » la pâte, c-à-d. ; faire un

mélange trop ferme, cassant la possibilité de cohésion pâteuse, la déchirant. Il faudra apporter une aisance pour que comme « les vagues qui balayent les algues au littoral ⁵⁸ » les protéines recroquevillées en petites pelotes se déroulent en filaments presque parallèles par les mouvements du bras pétrisseur.

FIGURE 1 : *Les chaînes de protéines se lissent et s'alignent par les mouvements du pétrissage*



Les protéines sont des chaînes d'acides aminés prompts à établir des liaisons entre elles suivant les molécules qui les composent. Celles qui aiment l'eau (hydrophyles ⁵⁹), celles qui repoussent l'eau (hydrophobes ⁶⁰) et qui se rapprochent entre elles, ou d'autres types de liaisons ⁶¹. Les plus fortes liaisons et

⁵⁸ Hervé THYS, p.166.

⁵⁹ Ce type de liaison va réagir et être utile dès l'ajout d'eau dans la farine, favorisant la viscosité.

⁶⁰ Ce type de liaison va surtout lier les protéines aux glucides (pentosanes, notamment) et lipides. Yves POPINEAU, p. 129 écrit « l'hydrolyse des protéines permet d'obtenir des peptides (voir note 5) où des protéines plus courtes qui peuvent être différentes après les coupures, car celles-ci sont souvent accompagnées de réarrangements (en phase aqueuse à cause des propriétés hydrophobes) qui ont de nouvelles propriétés fonctionnelles, nutritionnelles et biologiques ». Plus loin, p. 132, il écrit « Les prolamines riches en soufre (beaucoup de gliadines & les gluténines à faible poids moléculaire) ont une forte teneur en acide aminés hydrophobes. »

⁶¹ P.ROUSSEL & H.CHIRON, p.79, donnent un encadré et parlent également des liaisons ioniques (c'est de la physique ici) entre les ions chargés négativement et positivement.

⁵⁴ Voir : Philippe ROUSSEL, p.604. qui signale la pratique courante et le fait que l'ajout n'est pas limité en France.

⁵⁵ Voir ; le Journal Officiel belge, *Le Moniteur Belge* du 7 novembre 1985 publiant les arrêtés royaux du 2 septembre 1985 relatifs à la farine et aux pains et autres produits de boulangerie.

⁵⁶ O.DARDE, p. 9. L'ONIC (Office français s'occupant des céréales) précisait en 1986 que le gluten avait les mêmes défauts que les farines qu'il était censé améliorer puisqu'il provenait de la même récolte.

⁵⁷ O.DARDE, p.2 à 9 , étude réalisée à la demande Gers-Farine S.A. Elle démontra des différences de W de l'alvéographe Chopin de 71 à 222 pour les farines reconstituées.

aussi les mieux repérées par les études, sont celles qui s'établissent (après oxydation)⁶² entre deux atomes de soufre. Avec les apports du mouvement, tout est en place pour se lier et se délier. La description de la vie du gluten au pétrissage se résume à la *figure 1* et ne sera pas plus longue, puisque je vous convie à un pétrissage court, mais bien supplémenté par des temps de pause et de rabat ou la fermentation va jouer son rôle⁶³.

9. Le choix de fermentation et le gluten

Pour la fermentation, entre en considération, deux aspects de conduite de celle-ci; la dose d'ensemencement des ferments et le type d'ensemencement de ferments. Si la dose de levure est de 0,5% / kg. farine, vous aurez plus de latitude à établir un diagramme de fermentation que si vous dosez la levure à 2% / kg. farine. Dans ce dernier cas tout va aller plus vite et ce sera plus difficile à bien maîtriser la qualité du gluten. Si vous ensemencez votre pâte au levain naturel, la dose de ferments est encore moindre et ceux-ci vont acidifier le milieu pâteux. Dans cette plus forte acidité par rapport aux fermentations levures, les chaînes des protéines composant le gluten vont réagir autrement. Elle renforce

⁶² C'est l'élimination d'un atome d'oxygène qui permet à deux atomes de soufre de se souder. C'est pour cela que l'on parle aussi de liaisons d'oxydation. Cette oxydation peut se faire au pétrissage, à la fermentation ou par l'ajout d'agents ou auxiliaires technologiques à pouvoir oxydo-réducteur. Ce dernier « artifice » n'étant pas notre tasse de thé.

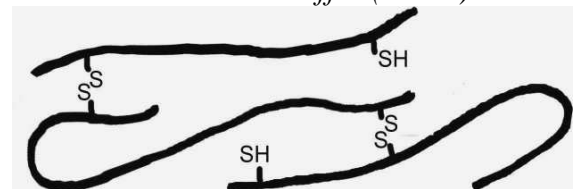
⁶³ Roland GUINET, p.118. « Par l'augmentation de la pression au sein de la pâte due à la rétention du gaz carbonique et la distension du réseau glutineux qui s'ensuit, on peut considérer que la transformation en masse apporte une énergie complémentaire de celle qui est fournie au pétrissage ». « De ce fait, il existe nécessairement une relation entre ces deux sources d'énergie dont la somme doit être estimée en fonction des résistances de la pâte. »

encore un peu plus les liens qui peuvent s'établir entre-elles⁶⁴. Comme l'on profite surtout du gluten pour des pâtes de farine de fleur de froment où l'acidité d'un levain mal conduit est mal venue et « perce » plus fort, l'expression que l'on doit retirer du gluten sera surtout vue sur ce cas de figure de pâte de farine claire, avec une fermentation levurée.

10. La vie du gluten lors de la fermentation.

Durant la fermentation de la pâte, une oxydation va se réaliser. Pour parler comme un chimiste; des atomes d'hydrogène (l'oxydation) qui se libèrent vont permettre entre autres, à deux atomes de soufre de se « souder » entre-eux. Cela va créer un lien jeté comme un gros élastique entre deux chaînes de protéines, lien que l'on appelle « pont dissulfure »⁶⁵.(voir figure 2)

FIGURE 2 : Les ponts dissulfures sont le lien entre 2 chaînes de protéines établi par 2 atomes de soufre (S - S)



Pour parler comme un boulanger, lorsqu'on « rabat »⁶⁶ une pâte « mise en

⁶⁴ Coté observation, Raymond CALVEL, 1979, p.57, écrit « le levain facilite l'utilisation de farines faibles (en gluten) ». Plus analyste, Y.DACOSTA, p. 17, parle de l'influence du pH (acidité ou mieux pouvoir d'Hydrogène) qui permet de fixer les protons H⁺ et augmente les liaisons ioniques, plus faibles que les ponts dissulfures en terme de liaisons.

⁶⁵ Bon ici; pont veut dire lien et di-sulfures veut dire entre deux atomes de soufre.

⁶⁶ « Rabattre la pâte »; c'est la prendre d'un côté (par exemple ;gauche)et là replier vers le centre puis faire de même avec les autres côtés (droit, arrière et avant) . L'explication de l'opération est

planche »⁶⁷ ou lorsqu'on « resserre » une pâte laissée un court temps fermenter dans le pétrin⁶⁸, on remarque tout de suite une « prise de force ». La pâte attrape un « nerf », elle se lie. Cette « prise de force » sera surtout réalisée lors de la fermentation en masse de la pâte ; le pointage. Ce mot va bien prendre tout son sens « de mettre à point » de chercher la maturité voulue. La fermentation en masse de la pâte est dite aussi ; première fermentation. La deuxième fermentation, est dite l'apprêt, dans ce mot existe encore une notion de maturité à évaluer. En fonction de la qualité de la pâte (implicitement de la farine)⁶⁹ et en fonction du type de pain que l'on veut obtenir⁷⁰, on mettra en œuvre un diagramme de fermentation (répartition de la durée de fermentation entre le pointage et l'apprêt). La maturation de la première fermentation

décrite deux notes plus loin , lorsqu'on explique l'expression et la fonction de « resserré la pâte ».

⁶⁷ « Mise en planche » est un vieux mot du métier qui signifie, sortir la pâte du pétrin et la déposer sur l'établi (généralement en bois)

⁶⁸ « Resserré la pâte dans le pétrin » signifie donner quelques tours (pas plus) en première vitesse et arrêter lorsque la pâte se lisse et certainement avant qu'elle ne se déchire (signe de rupture de lissage de la pâte sur le bord du pétrin). C'est comme si on enlevait l'atome d'oxygène venu se fixer entre les deux atomes de soufre et l'on recréait le « pontage dissulfurés », c'est un image que j'aime beaucoup et qui peut se comprendre par la figure 2 .

⁶⁹ La qualité de la farine doit dévoiler quelques caractéristiques après le pointage. Avec un peu d'expérience, vous pourrez remarquer si le gluten est tenace (tient la pâte fort ronde) ou ne tiendra pas longtemps (s'il est extensible ou court). Ces deux aptitudes se jugent à l'alvéographe Chopin (respectivement le P et L) décrit plus loin qui permet de comprendre d'une autre manière des notions parfois difficile à percevoir au début.

⁷⁰ Il est clair que si l'on tire des baguettes (pâte riche en croûte et avec grandes alvéoles) la recherche de renforcement du gluten est moins précieuse que si l'on veut obtenir des pains ou miches d'un kilo ou plus riche en mie finement poreuse.

nous fait découvrir la prise de force. La maturation de la deuxième fermentation est là pour profiter de la force de la pâte, pour préparer au mieux la grigne. Dans l'apprêt, il faut que la pousse ne soit pas à son maximum afin que le pâton puisse encore « donner » et « faire sa force » au four à l'endroit Et à l'endroit où on a appliqué la « signature » (le crantage) l'aidera à « s'éclater ». A nous de bien faire en sorte que le gluten s'exprime.

11. La vie après la vie du gluten lors de la fermentation.

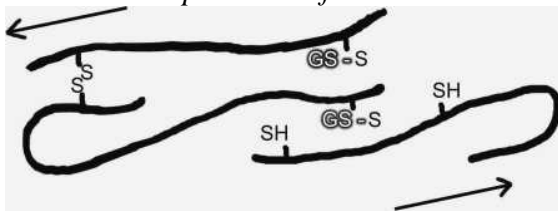
Autant une fermentation va apporter une « prise de force », autant elle peut la détruire, si on va trop loin en durée (ou maturation) de la pâte. Le gluten dans son élasticité va se détériorer assez vite⁷¹, surtout si l'on active la fermentation. Soit à cause de trop forte doses d'ensemencement de ferment, soit avec des températures trop chaudes⁷². En fermentation levurée, du fait de l'ensemencement concentré en microorganismes (voir chapitre ; Fermentation) que l'on ajoute à la pâte, on peut très vite accélérer la maturation de celle-ci qui s'embrique dans un processus ininterrompu de dégradation des éléments de la pâte. Si la dégradation au départ est utile pour la prise de force, elle devient

⁷¹ Y.POPINEAU, p. 139 écrit « Les gros peptides résistent à l'hydrolyse ».p.142 « La région la plus sensible aux coupures est la jonction des segments répétitifs », « ...lorsque les gliadines sont dénaturée (réduction des ponts dissulfures) , l'hydrolyse est plus rapide. »

⁷² Piet SLUIMER , p.28 écrit « Une augmentation de 1°C de la température de la pâte entraîne une augmentation de vitesse de développement de 10 à 15%. Souvent les boulangers ne tiennent pas suffisamment compte de cette différence. A 33°C, on constate une diminution significative de la qualité du pain due au fait que la pâte retient moins bien le gaz carbonique pendant la cuisson. ». Toujours plus technique et analyste reprenons Y.DACOSTA, p.18, qui écrit « la solubilité des protéines augmente avec la température »

destructrice en se poursuivant. Prenons un autre exemple vécu dans la technique boulangère. Dès le début des années 1990, l'utilisation de levures désactivées⁷³ est là pour lutter contre l'excédent de force⁷⁴, mais aussi pour pallier à la rapidité du travail (rétrécissement des espaces fermentation et suppression des temps de « détente » de la pâte). Qu'est la levure désactivée si ce n'est qu'une levure morte qui laisse passer à travers ces membranes des matières réductrices (l'ion H, appelé le glutathion). Cette matière réductrice (le contraire d'oxydante) ira notamment se fixer sur les ions de soufre des molécules d'acides aminés et cassera le « pont dissulfure » (voir Figure 3).

FIGURE 3 : *Le glutathion de la levure désactivée va insérer une atome H entre les 2 atomes de soufre et fait « sauter » le pont dissulfure.*



Si la fermentation levurée du fait qu'elle est exogène (apporté par ajout) permet de mathématiser ces diagrammes, la fermentation spontanée d'un levain naturel se soumet plus aux aléas de l'environnement. Par la baisse de l'acidité ou mieux dit scientifiquement du pH (= pouvoir d'Hydrogène), l'activité de

⁷³ Voir les articles de deux ingénieurs de Lessafre ; P. BONNARDEL et Arnaud DENIAU,.

⁷⁴ P.BONNARDEL, p. 32 écrit « L'évolution des techniques de panification...mécanisation poussée...et apparition des techniques de cuisson différée » (exemple : le cru surgelé). « L'accroissement de la prise de force nécessaire pour répondre à ces évolutions techniques à considérablement modifié la nature des pâtes. Mais l'excès de force peut devenir un défaut. » La critique sur l'excès de force concernait les pâtes pour baguettes, pizzas et le rétrécissement à l'allongement et l'abaisse.

l'enzyme dégradant les protéines (l'aspartyl-protéase) et se trouvant dans la farine, sera plus forte⁷⁵. En plus les bactéries lactiques (microorganismes du levain) produisent leurs propres protéases⁷⁶. Ces deux actions de dégradation vont faire perdre au gluten son élasticité allant jusqu'à la liquéfaction⁷⁷. Ainsi les protéines du gluten se transformeront en acides aminés du gluten, soit perdre leur fonction technique mais garder et même bonifier leur fonction nutritive. Mais comme nous le disions cela n'est pas forcément intéressant pour le boulanger dans la phase de panification.

⁷⁵ Une enzyme est plus ou moins active suivant les température et le niveau d'acidité du milieu ou elle vit. On définit ainsi des optimums d'activité pour chaque enzyme. Ici le pH 4 est l'optimum d'activité de la protéase de la farine. Ce pH est aussi le pH du levain. L'enzyme protéase de la farine aurait une activité très limitée en absence de germination, dicit Y.POPINEAU, p. 145.

⁷⁶ Bernard ONNO, p. 308 & 309. Ces auteurs signalent que le sel peut inhibiteur des protéases, mais à raison de 3% /kg. farine.

⁷⁷ N'oublions pas que le vieux classement des protéines s'établissait suivant les solubilités et que les protéines du gluten sont solubles dans des solutions acides et basiques.

BIBLIOGRAPHIE dossier Gluten

A B C *L'ABC du coeliaque* de la Société Belge de la Maladie Coeliaque

ABECASSIS J., F.MABILLE, Y.HADDAD, J-C AUTRAN & J-C BENET, *La dureté des blés, état des connaissances actuelles*, Revue *Industries des céréales*, n°101, mars 1997

APFELBAUM M. & L.PERLEMUTTER & col., *Dictionnaire de diététique et de nutrition*, éd. Masson 1981

BRANLARD G., I.FELIX, A.LEBLANC, J.KOENIG, C.BODET, D.MARION & B.MAHAUT, *La dureté des blés sélectionnés en France: évolution et conséquences*, publié dans la revue *Industries des céréales*, n° 101 de mars 1999

BRANLARD G., M.DARDEVET, I.GATEAU, C.MARCOZ, B.MARTINI, *Bases génétiques de la qualité des blés de demain* publié dans la revue *Industries des céréales*, n°114 de septembre 1999

BEROT S. & B.GODON, *Le craquage des grains* publié dans *Biotransformation des produits céréaliers*, éd. Lavoisier, 1991

BONNARDEL P., *Effets correcteurs en panification de la levure de boulangerie désactivée*, dans la revue *Industries des céréales* 4 - 5 & 6 / 1993

BRÜMMER Jorgen-Michael & Wilfried SEIBEL dans *Verarbeitungseigenschaften von Weizen aus extensivierten Anbau* (trad. : *Qualité boulangère du froment de culture extensive* dont des bio et des bio-dynamistes) publié dans la revue *Getreide, Mehl & Brot* de novembre 1991

BURE Jean, *La pâte de farine de froment*, éd. S.E.P.A.I.C., 1980

CALVEL Raymond, « *Le pain* », Collection Que sais-je ? édition P.U.F 1979

CALVEL Pr. Raymond, *Caractéristiques des blés et des farines de la récolte 1987*, publié dans la revue *Le boulanger-pâtissier*, n°12, 1987

CARAMATTI G., *Farines thermotraitées dans l'alimentation humaine*, dans la revue *Industries des céréales* n°127, 4 -5 /2002

DACOSTA Yves, *Le gluten de blé et ses applications*, éd. A.P.R.I.A., 1986

DARDE O., M.BAHUT & D.KLEIBER, *Appréciation de la valeur technologique du gluten*

vital de blé, Revue *Industries des céréales*, n°120, 10-11-12/2000

DECOURCELLE G., *Equilibre et dynamisme économiques des industries céréalières de la première transformation*, publié dans *Les industries de première transformation des céréales*, éd. Lavoisier, 1991

DENIAU Arnaud, *Une nouvelle génération de levures : Les levures à haut pouvoir réducteur* dans la revue *Industries des céréales* n°87 des 4 - 5 & 6 /1994

DOHAN T.C. dans *The Lancet*, 1979, article *Schizophrénie et neuro-actifs alimentaires*.

DUFOUR Emile *Traité pratique de panification française et parisienne*, édité par l'auteur, Imprimerie Moderne, 2^{ème} édition, 1937

FEILLET P. *Filière blé et alimentation* publié dans la revue *Industries des céréales* n° 112 de mai 1999

FISCHER J., *Principales caractéristiques des types de fermentation utilisés en France et leurs rapports avec la qualité des blés*, exposé lors du colloque *Le froment biologique, aspect qualitatif*, Namur 28.03.1990 organisé par le C.R.A.B.E.

GUINET Roland & A. CHARLEGELEGUE, « *Interprétations technologiques de la fermentation panitaire en boulangerie* », dans, « *Fermentation panitaire* », édition APRIA, 1983

HÄGEL Ingo, *Lebendige Erde*, 4/1999, traduit en français dans la revue *Biodynamis*, n°27, Automne 1999, sous le titre *La qualité des protéines*

KOWALSKI R. & P.E.VISSER, *Nitrogen in Crop/Pest Interaction*, trad. *Les nitrates dans l'interaction récolte/nuisible* dans *Cereal Aphids*, J.A.Pye Research Centre

JOUDRIER P. et coll. « *Apports potentiels de la transgénèse pour l'amélioration de la qualité des blés* » dans la revue *Industries des céréales*, n°106

MARTIN G. *Récolte 1994, Peu de protéines, mais de bonne qualité* publié dans la revue *Industries des céréales* n°90 de décembre 1994

MARTIN G., *Comment appréhender la qualité des variétés*, publié dans la revue *Industries des céréales*, n° 89 de décembre 1995

MARTIN G., *Récolte 2000, le climat contrarie les efforts des producteurs*, publié dans la revue *Industries des céréales*, n°120 de décembre 2000

MAHAUT B., *Dureté des blés, méthode de mesure, situation des blés français*, revue *Industries des céréales*, n°81, de mars 1993

MELAS Valérie, Marie-Hélène **MOREL** & Pierre **FEILLET**, *Les sous-unités gluténines du blé de faible poids moléculaires* publié dans la revue *Industries des Céréales* n°84, octobre 1993

OLDENHOVE Vincent, *La filière céréale et la qualité du blé*, Rapport de stage pour le Ministère belge d'agriculture, 1985

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

PARMENTIER A.A., *Le parfait boulanger ou Traité complet sur la fabrication et le commerce du pain* » réédition chez Jeanne Laffitte en 1981

PIRART Le Dr. Jean, *Quelques sottises et préjugés concernant le pain quotidien*, publié dans le mensuel *Le Moniteur de la fédération francophone de la boulangerie-pâtisserie-confiserie-glaceries* belge, septembre 1990

POPINEAU Yves, *Transformation enzymatiques des protéines du blé*, publié dans *Biotransformation des produits céréaliers*, éd. Lavoisier 1992

ROUSSEL Philippe, *Amélioration de la qualité des farines*, publié dans *Les industries de premières transformations des produits céréaliers*, éd. Lavoisier 1991

ROUSSEL P. & H.**CHIRON**, *Les pains français*, Maé-Erti Editeurs, 2002

SAAT Tom, *Essai de froment en culture biologique*, compte-rendu de son exposé lors du colloque *Le froment biologique, aspect qualitatif*, Namur 28.03.1990 organisé par le C.R.A.B.E.

SLUIMER Piet, *Le rôle de la levure dans la fabrication du pain*, revue *Industries des Céréales* n°109 d'août-septembre 1998

SOLTNER Dominique, *Les bases de la production végétales, Tome 1, Le sol*, 10^{ème} éd. Science et Technique agricole, 1981

THYS Hervé, *Les secrets de la casserole*, éd. Belin, 1993

VANDER LINDEN Freddy, *Les produits contenant de l'avoine sont-ils compatibles avec le*

régime sans gluten, dans la revue *Coeliac Info* n°2 de 1996

YUDKIN J. *Dictionnaire de l'alimentation*, traduit chez R.Laffont en 1988
