

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université de Mostaganem

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département d'agronomie

Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention du diplôme Master

Option : **Biotechnologie Alimentaire**

Thème :

***Effet de l'incorporation de malt
sur les paramètres de panification***

Présenté par : Mm KHERBAB Akila

Devant le Jury :

Président	Mr. AIT SAADA D, Maitre de conférences -Université de Mostaganem
Directeur de mémoire	Mr. BEKADAA A, Maitre de conférences -Université de Relizane
Examineur	Mr. BENMILOUD D , Maitre de conférences -Université de Mostaganem

Année universitaire

2016 / 2017

Dédicace :

Je dédie ce modeste travail :

A ma mère qui trouve ici le fruit de son labeur.

A mon cher père, que le bon dieu l'accorde une longue vie.

A mon adorable mari Abdelhak

A mes chers frères et sœur (harrag.fethi.baby.fatiha.malika).

A mes belles sœur (aouicha, houria)

A toute ma famille sans exception.

A tout mes amies sans exception et particulièrement soumia

Remerciements

Avant tout, je remercie DIEU le tout puissant de m'avoir accordé la force et le courage pour réaliser ce modeste travail, atteindre mon but et réaliser ainsi un rêve.

*Mes vifs remerciements et ma profonde gratitude s'adressent à mon promoteur Mr.BEKADDA pour avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que pour son dévouement, ses précieux conseils, ses encouragements, sa patience, sa disponibilité et sa gentillesse.

J'exprime toute ma gratitude aux membres du jury :

*Monsieur : AIT SAADA.D maître de conférences à l'université de Mostaganem pour l'honneur qu'il ma fait en acceptant de présider le jury.

*Monsieur : BENMILOUD.D maître de conférences à l'université de Mostaganem pour avoir bien voulu examiner ce travail et pour ces précieuses orientations pendant la réalisation de ce travail.

*Je remercie également laboratoire SIDI BENDHIBA pour leur précieuse aide à la réalisation de ce document.

Je remercie tous ceux qui m'ont rendu service et qui ont contribué de près ou de loin pour accomplir ce travail.

Liste des tableaux

Tableau n° 1 : composition du grain.

Tableau n° 2 : produits ou technologies en tenant lieu.

Tableau n° 3 : Additifs autorisés pour les produits de boulangerie courante.

Tableau n° 4 : phénomènes se produisant au cours de la cuisson.

Tableau n° 5 : Echelle de notation.

Tableau n° 6 : détermination de la température ft + farine de malt.

Tableau N° 7: critères d'appréciation de la pate de la farine pur , fp+0,1% malt , fp+0,5% malt.

Tableau n° 8 : caractéristique de la farine de malt.

Tableau n° 9 : Analyse physico-chimique du blé.

Tableau n° 10 : caractéristiques physicochimiques.

Tableau n° 11: caractéristiques alvéographiques Ft + la farine de malt.

Liste des figures

Figure n° 01 : Coupe d'un grain de blé

Figure n° 02 : Alvéogramme de Chopin

Figure n° 03 : Diagramme de fabrication du pain

RESUME

Au terme de cette étude nous avons voulu avoir une idée générale sur l'effet de malt en panification.

Le malt n'est pas une céréale mais un produit céréalier intermédiaire résultant de la germination d'une céréale on l'appelle l'orge.

Dans l'ensemble d'étude est basée sur deux principes ;

-le déséquilibre que présente la farine mise en œuvre

-la solution consistant en la correction de ce déséquilibre par l'ajout de composé de nature biologique appelée additif utilisé dans le secteur boulangerie.

En définitif, l'utilisation de malt apparaît comme une exigence scientifique pour l'obtention de la qualité technologique des farines panifiables.

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

Synthèse bibliographique

Chapitre I : qualité d'une farine panifiable

I-Obtention de la farine par transformation du blé tendre.....	1
1-Le blé.....	1
1-1-Constitution de grain de blé tendre.....	1
1-2-le grain de blé.....	1
1-2-le grain de blé.....	2
2-2-1-l'amande farineuse.....	2
3-2-1-le germe.....	3
1-3- Les protéines du grain de blé.....	5
1-3-1 Les protéines métaboliques.....	5
1-3-2 Les protéines de réserves.....	6
2-Fabrication de la farine.....	7
2-1-Nettoyage de blé.....	7
2-2-Conditionnement.....	7

2-3-Mouture proprement dite.....	7
II-Maturation de la farine.....	8
III-Paramètres d'évaluation de la qualité d'une farine de panification.....	8
1-Qualité hygiénique.....	8
2-Qualité physico-chimique.....	8
a-Teneur en eau.....	8
b- Granulométrie.....	9
c-Taux de cendre.....	9
d-Acidité.....	9
3-Valeur boulangère.....	10
3-1-force boulangère.....	10
3-2-Propriétés fermentatives.....	11

Chapitre II : usage des améliorants

I-Généralités.....	13
1-les améliorants.....	14
1-1Définition.....	14
a)Les produits amylasiques.....	14
b) Les additifs de type oxydant.....	16
b-1) La farine de fève.....	16
b-2) L'acide ascorbique.....	17
c) Les additifs émulsifiants.....	18

c-1) La lécithine de soja.....	19
c-2) Les mono et les diglycérides d'acides gras estérifiés.....	19
d) la poudre de gluten.....	20
e) Les additifs réducteurs ou les technologies en tenant lieu.....	20
f) Les additifs réducteurs.....	21

Chapitre III : le pain

I-Généralités.....	25
1-1 Définition.....	25
1-2 La valeur nutritionnelle du pain	25
II-les ingrédients utilisés en panification et leurs rôles.....	26
1-1'eau.....	26
2- le sel.....	26
3-La levure.....	26
III-Les différentes étapes de panification.....	27
1- Le pétrissage.....	27
2 -le pointage.....	28
3- le pesage	28
4-le boulage.....	28
5- la détente.....	28
6- le façonnage	28
7- l'apprêt.....	28
7-1- la fermentation panaire.....	29
8- la coupe.....	29

9-La cuisson.....	30
IV-Le refroidissement du pain.....	31
V-Les altérations du pain.....	31
V-1Les moisissures.....	32
V-2- L'accident du pain filant.....	32

Partie pratique

Chapitre 1 : Matériel et Méthodes

I-Méthodologie	34
I-1 Objectif et intérêt de l'étude.....	34
I-2 Matériel et méthodes	34
I-2-a Analyses physico-chimiques.....	35
I-2-b Analyses technologiques.....	35
I-2-c Essai de panification.....	35
II-Méthodes d'analyses physico-chimiques et technologiques.....	36
1-La détermination de l'indice de chute.....	36
2-Dosage de protéines.....	38
3- Tests alvéographiques de Chopin.....	38
1°) Préparation de la pâte.....	41
2°) Pétrissage de la pâte.....	41

3°) Extraction de la pâte.....	41
4°) Laminage des pâtons.....	42
5°) Découpe des pâtons.....	42
6°) Mise à l'étuve.....	42
7°) Réalisation d'une bulle.....	42
4-Essai de panification.....	42
4-1 l'intérêt de panification.....	42
4-2 le principe de panification.....	43
4-3 Matériels et ingrédients utilisée en panification.....	44
4-4 le mode opératoire de la panification.....	45
4-5 Résultats du test de panification.....	48

Chapitre II : Résultats et Discussion

I-Description du produit utilisé.....	50
II-Caractéristiques physico-chimiques et technologiques.....	51
II-1 Résultats des analyses physico-chimiques du blé.....	51
II-2 Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de malt et de la farine pur et de la mélange farine +% de malt.....	51
1-Teneur en eau.....	51
2-Teneur en cendres.....	52
3-Teneur en gluten.....	52
4-indice de chute.....	53

5-Teneur en protéines.....	53
6-Essai alvéographique.....	53
7-Essai d'utilisation de malt en panification.....	54
1-Avantages du malt.....	55
2 -Les inconvénients du malt.....	55

INTRODUCTION

Introduction

Dans l'industrie agro-alimentaire, la transformation des céréales occupe une place stratégique, elle contribue à assurer la plus grande couverture des besoins de l'humanité, l'établissement fonctionnant conformément aux exigences de l'économie moderne doit trouver des moyens qui pourraient lui permettre d'abaisser le coût de fabrication en cherchant les possibilités de valorisation de ces produits en vue d'augmenter le rendement et de bénéficier leur apports nutritionnels, aussi les consommateurs exigent de plus en plus des produits plus élaborés .

La malterie représente l'ensemble des activités industrielles liées à la fabrication du malt. Lorsque le grain germe, un certain nombre d'enzymes sont produites dont les alpha et les bêta-amylases. Celles-ci permettront de transformer l'amidon en sucres utilisés par la levure au cours de la fermentation. Le maltage permet d'obtenir des grains ou, après mouture, une farine, riches en activités amylasiques et en sucres. Le malt est très employé en panification pour son action d'améliorant de la qualité des pains. **En panification, viennoiserie et biscotterie**, le rôle des alpha-amylases et des bêta-amylases est de fractionner l'amidon en maltose, sucre que les enzymes de la levure transforment ensuite en CO₂ et en alcool, durant la fermentation. Elles augmentent le volume des pains et permettent l'assouplissement des pâtes.

Le but recherché à travers cette étude consiste à réaliser des essais d'incorporation de la farine de malt comme améliorant en panification et par conséquent de la qualité des pains.

Synthèse bibliographique

Chapitre I

QUALITE D'UNE FARINE PANIFIABLE

I-Obtention de la farine par transformation du blé tendre

1-Le blé

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (**Slama et al., 2005**). Parmi ces céréales, le blé occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (**Bajji, 1999**).

Le blé est cultivé principalement dans les pays du bassin méditerranéen à climat arides et semi-arides là où l'agriculture est dans la plus mauvaise passe. Ces régions se caractérisent par l'augmentation de la température couplée à la baisse des précipitations, en plus la désertification et la sécheresse (**Abeledo et al., 2008**).

Actuellement, l'Algérie est un grand importateur de blé et se trouve dépendante du marché international. Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (**Chellali, 2007**).

Le blé est une monocotylédone de la famille des Poaceae appartenant au genre Triticum. Cette plante annuelle produit un fruit sec indéhiscent, le caryopse. La culture du blé s'est imposée en raison de la facilité de culture .mais aussi parce que l'essentiel des progrès agricoles ont été expérimentées sur lui (**NADJI ,2006**)

1-1-Constitution de grain de blé tendre

Selon **BLAID, (1986)** ; génétiquement le blé tendre est hexaploïde et il possède $(3x2n)$ chromosomes avec n égale 7.

1-2-le grain de blé

Le grain de blé constitue le fruit de la plante. C'est un fruit sec qui contient à l'intérieur la graine proprement dite.

L'examen du grain de blé révèle :

- une face dorsale plus ou moins bombé,
- une face ventrale, avec sillon profond,
- de courts poils qui forment la brosse à la partie supérieure,
- le germe, visible sur la face dorsale à la partie inférieure.

Trois parties composent le grain de blé :

1-2-1- L'enveloppe

L'enveloppe constitue 12 à 15% du poids total du grain (**TAGUIDA ,2001**), et protège l'amande contre la détérioration mécanique et microbienne.

Elle est composée de six (06) membranes superposées qui sont, en allant du périphérique vers le centre du grain :

- l'épicarde
- le mésocarde
- l'endocarde
- ensemble = péricarde
- le tégument séminal.
- la bande hyaline.
- l'assise protéique (couche à aleurone).

La bande hyaline et l'assise protéique sont très intimement soudées et adhèrent aussi à l'amande .Elles constituent un tissu riche en azote (protéines), en éléments minéraux, matières grasses et en diastases actives.

2-2-1-l'amande farineuse

L'albumen constitue le plus important compartiment du grain et représente environ 82 à 85 % du poids total du grain (**Pomeranz, 1988**), Il correspond au tissu de réserve. L'amande farineuse est constituée par des grains d'amidon, enchâssés dans une matrice protéique composée en grande partie de prolamines (gliadines, gluténines de hauts et faibles poids moléculaires) mais aussi d'albumines et de globulines, le gluten

Les cellules de l'albumen amylicé possèdent des parois fines et peuvent être classées en trois grands groupes (**Evers et Millar, 2002**) :

- Les cellules périphériques situées sous la couche à aleurone et mesurant 60µm
- Les cellules prismatiques situées sous les cellules périphériques qui mesurent entre 128-200µm de long et 40-60µm de large
- Les cellules situées dans la partie centrale de l'albumen qui sont de forme arrondie ou polygonale mesurant entre 72-144µm de long et 69-120µm de large.

L'amidon (70 % de la masse du grain) est un corps glucidique, il se trouve dans l'amande farineuse sous forme de granules sphériques (diamètre allant de (0,002 mm à 0,003mm) (**TAGUIDA, 2001**) C'est cette partie que va être extraite la farine (**NADJI, 2006**).

3-2-1-le germe

Le germe provient de la fusion des gamètes mâles et femelles. Il est constitué d'une part, de l'axe embryonnaire qui donnera la tigelle, le mésocotyle et la radicule et d'autre part du scutellum qui donnera le cotylédon (**Evers et Millar, 2002 ; Surget et Barron, 2005**).

Il constitue la future plante, d'après (**FEUILLET ,2000**),Le germe est la partie du grain où le taux d'humidité et la concentration en lipides sont les plus importantes (**Pomeranz, 1988**).

le germe représente 2,5 à 3 % du poids du grain, Les protéines dans le germe sont des albumines et globulines et représentent environ 35% de la matière sèche. il est riche en matière protéique et en matière grasse, en sucre ,en vitamines(B et E) ,le germe est situé à l'une des extrémités du sillon ,une partie du germe est éliminée lors de la mouture et va avec les issues (utilisées en alimentation animale).

La présence du germe dans la farine est indésirable car elle compromet la conservation de la farine, rancissement, augmentation de l'acidité et altération par voie de conséquence de la valeur boulangère.

Lorsqu'il est traité à la chaleur peut cependant être utilisé pour améliorer la valeur nutritive de la pate et sa saveur (**MONDIT, et al., 1976**).

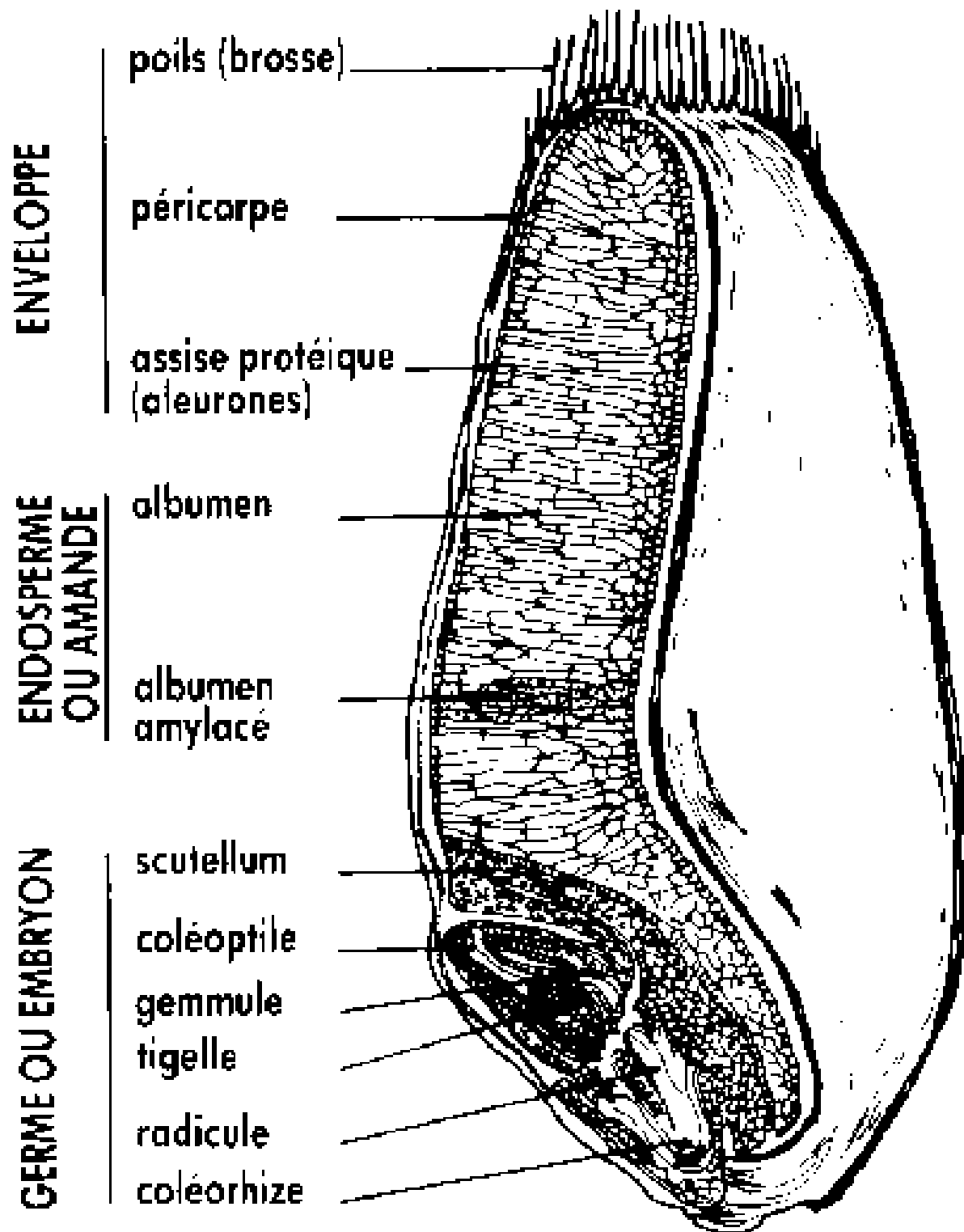


Figure n° 01 : Coupe d'un grain de blé

Osborne, en 1907, a été le premier à s'intéresser à la classification des protéines du grain de blé. En 1924, il définit quatre groupes de protéines caractérisés par leur solubilité dans différents milieux (Osborne, 1924) :

- les albumines qui sont solubles dans l'eau ;
- les globulines qui sont solubles dans les tampons salins ;
- les gliadines qui sont solubles dans une solution d'alcool à 70% ;
- les gluténines qui sont solubles dans une base ou un acide ou des détergents en présence d'un réducteur.

Cette classification a été revue en 1986 par Shewry et collaborateurs qui ont proposé deux grandes catégories :

- les protéines métaboliques : les albumines et globulines, les amphiphiles ;
- les protéines de réserves : les gliadines et les gluténines.

1-3-1 Les protéines métaboliques

a) Les albumines et globulines

Les albumines et globulines représentent 15 à 20% des protéines présentes dans la farine de blé et sont solubles respectivement dans l'eau et les tampons salins. Ce groupe de protéines est très diversifié de par ses propriétés physicochimiques (compositions en acides aminés, points isoélectriques et poids moléculaires). Ces protéines participent à la formation du grain et à l'accumulation des réserves dans l'albumen (**Vensel et al., 2005**).

b) Les protéines amphiphiles

Les protéines amphiphiles représentent entre 5 et 9% des protéines présentes dans la farine de blé. Elles possèdent un pôle hydrophobe et un pôle hydrophile. Ces protéines sont solubles dans le détergent Triton X114 et sont liées aux membranes. Elles jouent un rôle important dans la qualité, notamment les puroindolines qui sont connues pour avoir un effet sur les propriétés technologiques de la pâte (**Dubreil et al., 1997 ; Igrejas et al., 2001**). Les travaux réalisés par **Amiour et al., (2003)** ont permis d'assigner certaines de ces protéines sur les chromosomes du blé tendre.

1-3-2 Les protéines de réserves

Les protéines de réserves font partie des prolamines et sont constituées par un mélange complexe de protéines. Chez le blé, les gènes codant pour ces protéines sont situés sous forme de « cluster » de 2 à plus de 40 séquences codantes dépourvues d'introns sur les bras courts et longs des chromosomes du groupe 1 et les bras courts des chromosomes 6A, 6B et 6D. Ces protéines ont largement été étudiées du fait de leur relation avec la qualité technologique du blé. Une synthèse bibliographique a été rassemblée par **Wrigley et al., (2006)**.

Les prolamines regroupent d'une part les protéines monomériques (les gliadines) et d'autre part les protéines polymériques (les gluténines) qui sont elles mêmes constituées de deux sous groupes : les sous unités de gluténines de

haut poids moléculaire (SG-HPM) et les sous unités de gluténines de faible poids moléculaire (SG-FPM). D'une manière générale, la proportion entre ces différentes prolamines est la suivante : 40% de gliadines, 40% SG-FPM et 20% de SG-HPM.

Ces protéines ont aussi été classées selon leur composition et séquences. On distingue :

- les prolamines riches en soufre
- les prolamines pauvres en soufre
- les prolamines de haut poids moléculaire.

Les prolamines riches en soufre représentent 70% des prolamines et sont constituées des gliadines de type α , β , γ et des SG-FPM.

Les prolamines pauvres en soufre représentent entre 10 et 12% des prolamines totales et sont exclusivement constituées des gliadines de type ω .

Les prolamines de haut poids moléculaire représentent 20% des prolamines. Les SG-HPM peuvent être de deux types différents : x et y. Ces prolamines ont la capacité de former des structures polymériques avec les SG-FPM et certaines gliadines par l'intermédiaire de ponts disulfures. La masse du réseau polymérisé, en fonction des allèles de gluténines et gliadines, va de 600000 Da à plus de 107Da.

2-Fabrication de la farine

2-1-Nettoyage de blé

Le premier travail du meunier consiste à nettoyer son lot de blé, de manière à le débarrasser des impuretés qu'il contient (ergot, graines étrangères, matières inertes ,), ce nettoyage utilise divers types d'opérations (calibrage, triage, aspiration ,séparation par magnétisme ou électro-magnétisme,lavage,.....) .

Après nettoyage, on obtient le blé industriellement pur.

2-2-Conditionnement

Une fois le blé nettoyé, il faut séparer l'amande des enveloppes, le principe de cette séparation repose sur la différence d'élasticité des deux constituants du grain : amande et enveloppe, l'amande est friable et l'enveloppe est élastique.

Le conditionnement du blé a pour but d'accentuer ces caractéristiques d'élasticité et de friabilité grâce à un mouillage du blé et à un temps de repos (24 à 72h) permettant à l'eau de pénétrer

Deux raisons essentielles motivent cette préparation du blé à la mouture :

- faciliter la séparation de l'amande et de l'enveloppe, enlever le maximum de farine adhérent à l'enveloppe et empêcher que cette dernière ne se brise pour aller souiller la farine de ses fines piqures.
- ajuster l'humidité de la farine fabriquée et amener l'amande farineuse dans un état physique tel que sa réduction en farine soit obtenue le plus rapidement possible.

2-3-Mouture proprement dite

Le blé passe ensuite successivement à travers toute une série d'appareils à cylindre afin d'être progressivement réduit en farine.

Chaque opération de broyage est suivie d'une opération de séparation par tamisage qui permet de classer les produits avant de les envoyer à l'appareil suivant; toutes ces opérations se succèdent sous forme d'un diagramme de mouture.

II-Maturation de la farine

Il est recommandé de ne pas utiliser la farine immédiatement après mouture du blé, mais de lui laisser un temps de repos nécessaire à l'équilibre de ses propriétés technologiques.

La durée idéale pour ce vieillissement ou cette « maturation » de la farine serait de 12 jours. Après cette phase, la farine traverse une période de stabilité où son utilisation est optimale.

Passée cette période de stabilité, la farine vieillit au sens propre du terme et une tendance au rancissement des matières grasses peut être observée.

III-Paramètres d'évaluation de la qualité d'une farine de panification

1-Qualité hygiénique

Les spécifications techniques de la farine de panification s'inscrivent en matière d'hygiène alimentaire, dans les pratiques internationales :

- couleur normale,
- odeur normale,
- absence de souillures : matières inertes, poils et déjections animales (notamment les rongeurs), insectes vivants ou morts, fragments d'insectes
- conformité sur le plan microbiologique,
- conformité sur le plan toxicologique,
- conformité à la législation internationale ISO ou celles du comité FAO/OMS du codex alimentarius.

2-Qualité physico-chimique

a-Teneur en eau

C'est la quantité d'eau, en gramme, présente dans 100 g de farine ;

Pour une farine à utiliser en panification la teneur en eau se situe entre 14 et 15 %.

b- Granulométrie

Le passage doit être total au tamis 7XX (ouverture de maille 193 microns).une tolérance de 5 % peut être admise (refus), la finesse de la farine favorise l'absorption d'eau et la production de sucre (maltose) au cours de l'amylolyse.

c-Taux de cendre

Ce paramètre qui tend à se généraliser pour apprécier la pureté des farines, représente en fait la quantité d'élément minéral présent dans la farine.

Il est toute fois utile de rappeler que la minéralisation des blés (donc des farines qui en proviennent) est variables suivant :

- les sols.
- le traitement des cultures (fumure).
- les conditions climatiques.
- la variété proprement dite de blé (génotype).

Les minéraux étant plus concentrés dans les enveloppes, la présence de son dans la farine élève le taux de cendre, néanmoins, pour mieux rendre compte de la pureté d'une farine, il est bon d'y adjoindre d'autres éléments de mesure tels :

- L'essai pékar qui met en évidence les piqures de son aussi petites soient-elles
- le taux de cellulose qui exprime nettement la présence de fibres.

d-Acidité

L'acidité de la farine est celle des substances extractibles par l'alcool éthylique à 95 %, elle est en majorité due à la présence d'acides gras provenant de la décomposition des lipides naturels passés du grain à la farine.

L'acidité varie avec l'âge, l'état de conservation et le taux d'extraction de la farine. L'acidité d'une farine de mouture récente est voisines de 0,025, elle s'élève progressivement jusqu'à 0,050 avec amélioration de la valeur boulangère.

Au cours de vieillissement de la farine, les matières grasses diminuent et donnent naissance à des acides gras qui accroissent l'acidité de la farine.

Dès 0,060 d'acidité, il ya régression de la valeur boulangère d'une farine, les qualités plastiques du gluten se modifient, ce dernier devenant difficile à extraire.

L'acidité est conventionnellement exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 g de produit (matière sèche).

Tableau n° 1 : COMPOSITION DU GRAIN (CALVEL, 1980).

	Eau %	Matières minérales	Matières protéiques	Matières grasses	Glucides solubles	Glucides totaux
Blés entiers	13	1,7-210	10-13	1,5-2	2-3	68-72
Envel. du grain	13	6-7	17-19	4-5	2,2-5	65-68
Amande farineuse	13	0,4-0,5	9-12	0,7-1	1,5-2	74-76
Germe	13	4-5	22-32	15-18	15-20	37-43

**3-
Valeu
r
boula
ngère**

L

La valeur boulangère d'une farine est son aptitude à donner beaucoup de bon et beau pain. La valeur boulangère englobe la force boulangère et les propriétés fermentatives.

3-1-force boulangère

La force boulangère est l'ensemble des qualités de la pâte : élasticité, ténacité et souplesse.

C'est le gluten qui communique à la pâte ses qualités plastiques propres, son « nerf »

Les qualités de la pâte fabriquée dépendront de la quantité et de la qualité du gluten présent dans l'amande.

La force boulangère d'une farine est mesurée :

-par le taux de gluten et l'examen des caractéristiques plastiques de ce gluten. Cette méthode, un peu empirique, donne des informations utiles.

-par l'essai à l'alvéographe de Chopin, pour une farine de panification, il faut :

G (gonflement) : minimum de 18

P/L (rapport de configuration) équilibré entre 0,45 et 0,65

Il y a lieu d'ajouter à la force boulangère un facteur, en liaison avec les propriétés plastiques de la pâte : c'est la capacité d'absorption d'eau d'une farine.

Ce facteur a son importance en panification puisqu'il mesure l'aptitude d'une farine à supporter l'absorption d'eau; plus une farine absorbe de l'eau et plus le rendement en pain est élevé.

3-2-Propriétés fermentatives

Les qualités fermentatives sont fonction de la quantité de sucres présents dans la pâte.

Ces sucres proviennent :

-de la farine (glucose et saccharose).

-de l'amylose : transformation de l'amidon en maltose sous l'action d'une enzyme l'amylase.

Pour que l'amylolyse se déroule bien, la farine doit avoir une activité enzymatique (amylasique) suffisante, et un taux convenable de grains d'amidon endommagés.

La production gazeuse qui se produit durant la fermentation panariaire est liée à la quantité de sucres présents et à la bonne marche de l'amylolyse.

Les gaz produits doivent être retenus grâce aux qualités plastiques du gluten lequel doit également avoir l'extensibilité nécessaire pour permettre à la pâte de monter, autrement dit pour permettre l'alvéolage de la mie du pain fabriqué.

L'activité amylasique peut être mesurée à l'aide de l'indice de chute (temps de chute de Hagberg).

Pour une farine destinée à la panification, ce temps de chute doit être compris entre 200 et 280S.

Chapitre II

USAGE DES AMELIORANTS

I-Généralités

Lorsque, à propre de la panification et de la fabrication du pain, on aborde un tel sujet, il est utile d'indiquer, que le bon pain, le pain de qualité, résulte de la mise en œuvre d'une bonne farine et de la parfaite maîtrise de la technologie, par le boulanger, qui en assure la production.

D'une bonne farine, dont la richesse en protéines sera raisonnable, tout en sachant, qu'en ce domaine de ces dernières, prime la quantité.

D'une farine qui, par ailleurs, au niveau du taux d'extraction, contiendra le maximum de l'amande du grain de blé pour le minimum de l'enveloppe.

Autrement dit, d'une farine dont le taux de cendres, en% sec, de situera entre 0,55 et 0,62.

Il n'est pas non de plus inutile de souligner au plan de sa qualité, le rôle de la maturation de la farine lors de son emploi. Celle-ci reposée, soit au moulin soit à la boulanger, gagnera à bénéficier d'une pause d'environ 15 jours en période chaude et autour de 20 jours en période froide.

Par rapport à la mise en œuvre d'une farine fraîche, on notera une amélioration de son Pouvoir d'hydratation de 1% minimum une meilleur tenue de la pate et on obtiendra des pains plus réguliers et plus beau d'aspect.

Ces condition remplies, les améliorants pourront être, néanmoins, dans bien des cas, de précieux auxiliaires du boulanger et celui-ci doit, au niveau de la panification, au plan technologique, en bien connaitre le rôle, ainsi que les incidences sur les propriétés du pain obtenu.

1-les améliorants

1-1Définition

Les améliorants sont des ingrédients destinés à pallier certaines insuffisances de la qualité des farines et de faciliter en outre le déroulement de la panification et tendre à obtenir un pain d'une excellente qualité. Ils peuvent selon les propriétés des farines intervenir au plan :

- de leur équilibre enzymatique.
- de la qualité du gluten, soit en améliorant la force physique des pâtes, leur élasticité, et en privilégiant leur extensibilité.

C'est ainsi qu'au niveau des améliorants l'on peut avoir recours à :

- des produits amylasiques.
- des additifs oxydants.
- des additifs émulsifiants.
- des additifs réducteurs.

A noter également qu'en ce domaine le boulanger dispose, en dehors des additifs, de moyen au plan technologique pour combler certaines insuffisances ou pallier certaines lacunes dont il doit pouvoir faire usage.

a) Les produits amylasiques

Les amylases qui, peu ou prou et parfois en excès, sont présentes dans les farines, jouent un double rôle.

En accélérant l'hydrolyse de l'amidon, elles vont durant la fermentation, favoriser la production des sucres indispensables à l'activité des levures. Activité qui se poursuivra dans les débuts de la cuisson jusqu'à l'inactivation des levures à 50 °C.

De surcroît, elles permettront, au delà de ce palier et jusqu'à leur propre inactivation, de retarder la gélfication de l'amidon qui intervient à partir de 70 °C et privilégier ainsi la dilatation du gaz carbonique et le développement de la pâte, et, de favoriser le volume du pain.

Aussi, lorsque les farines sont hypo diastasiques, on peut corriger par addition d'amylases. Elles peuvent être alors apportées dans la farine de blé ou d'orge malté qui est utilisé jusqu'à 0,3 % du poids de la farine.

Elles peuvent l'être par des amylases fongiques qui sont extraites de champignons (*Aspergillus Niger* ou *Aspergillus Orizae*, qui n'ont pas, elles, de doses limites d'utilisation.

Les amylases de céréales sont disponibles sous forme de farine maltée, d'extrait de malt sec ou sirupeux. Elles ont comme avantage d'enrichir la pâte en arômes.

Toutefois, lorsqu'elles sont utilisées dans des panifications, ayant une fermentation de longue durée, comme elles peuvent contenir des ferments protéolytiques il est prudent de corriger alors avec des amylases fongiques qui elles, n'en véhiculent pas.

Ce que l'on doit également savoir, c'est que les amylases fongiques sont également porteuses d'activités secondaires qui peuvent parfois agir positivement sur la propriété physiques des pâtes, améliorer leur extensibilité, leur tolérance et favoriser, le volume des pains.

Il est indispensable de souligner aussi, la différence entre ces deux amylases, au plan de leur température d'inactivation.

Les amylases de céréales poursuivent leur action jusqu'à 85-90 °C, alors que les amylases fongiques cessent leur activité à 70°C.

Leur seuil d'inactivation étant inférieur à celui des amylases de céréales il n'y a pas, avec les amylases fongique de risque de surdosage et c'est là un avantage non négligeable, tant au niveau de la dextrinisation de l'amidon que de l'excès de coloration de la croûte.

On retiendra, toutefois, que pour certaines productions, les produits maltés, porteurs d'amylases de céréales, peuvent privilégier les arômes de production traditionnelle, obtenues avec addition, au pétrissage de cultures de ferments: polish, apport de pâte fermentée au levain-levure. Enfin, lorsque le boulanger doit panifier des farines hyper diastatiques, qui risquent de donner, parfois des mies légèrement collantes et des pains dont la croûte rougit exagérément, il y a intérêt pour corriger, à prolonger la première fermentation de la pâte et à augmenter, lorsqu'elles sont utilisées, le volume et la durée des cultures de ferments pour privilégier, tout à la fois, et la destruction d'une trop grande présence des sucres et l'augmentation des acides organiques, engendrés par la fermentation ce qui tendra à abaisser le P.H et à augmenter, légèrement l'acidité de la pâte, toutes choses qui viendront corriger les lacunes qui découlent, de la mise en œuvre des farines hyper diastatiques.

b) Les additifs de type oxydant

Ceux qui sont utilisés, comprennent la farine de fève, la farine de soja et l'acide ascorbique.

b-1) La farine de fève

La farine de fève est une vieille connaissance de la meunerie et de la boulangerie. A la suite d'une mauvaise récolte de blé, son emploi fut autorisé en 1854, comme succédané, dans la composition de la farine panifiable.

Et, depuis cette époque, à des doses voisines de 3 et 4% elle devrait être périodiquement présente dans les farines panifiables.

Plus riche en sucre que la farine de blé et à dose, relativement elle tendait, lorsque les farines élevée étaient hypo diastasiques (les années sèches) et donnaient des pains dont la croute, était « dure à la couleur », à obtenir une meilleure coloration de cette dernière.

En revanche, les années humides (une sur trois, en moyenne, les farines étant alors, peu ou prou, hyper diastasiques, l'addition de farine de fève, était exclue et ce, au dépit des meuniers car, jusqu'à la fin des années 1960, la farine de fève, était meilleur marché que la farine de blé.

Le pratique de pétrissage intensifié, apportant beaucoup plus d'oxygène durant le travail mécanique que le pétrissage conventionnel, on devait assister, par suite de la destruction des pigments de carotène et des lipides, apportés par l'huile du germe à une dénaturation de la couleur de la pate et à la disparition de sa teinte crème. Et cette suroxydation, qui allait entraîner une amélioration de l'aspect des pains, devrait entraîner aussi un blanchiment spectaculaire de la mie.

Coté positif, l'action de la farine de fève, améliore légèrement la tenue des pates et le volume des pains et elle permet, au plan de la meunerie, l'utilisation des farines fraîchement fabriquées.

Mais parallèlement à ces résultats, l'aspect négatif est considérable. Le gout du pain est modifié, dénaturé et dégradé et, lorsque la suroxydation est excessive, on découvre des arômes désagréables d'hexane, qui sont les prémices du gout.

Aussi, au niveau du bilan, peut-on déplorer, que les propriétés améliorantes de cet additif, à cause de la dégradation du gout du pain, se révèlent négatives.

Quant à la farine de soja, plus riche encore, en lipoxygénase que la farine de fève et qui est utilisée à plus faible de (0,50% maximum du poids de la farines) elle joue le même rôle avec, hélas, les mêmes inconvénients (STEPHAN CELLIER, 2004).

b-2) L'acide ascorbique

L'acide ascorbique est l'améliorant, en meunerie comme en boulangerie le plus utilisée comme agent oxydant.

Or, sous sa forme originale, c'est un produit antioxydant qui au contact de la pate, pendant le pétrissage, est capable de d'oxyder et se transforme en acide déhydro-ascorbique. Il se comporte alors comme un oxydant et parvient ainsi à oxyder le gluten et à améliorer la force physique de la pate.

Toutefois, cette oxydation nécessite la présence de la pate d'une certaine quantité d'oxygène et n'est pas immédiate.

C'est ce qui explique la préservation de l'oxydation des pigments carotènes durant le pétrissage. Ce qui permet ainsi, d'obtenir une pate de couleur légèrement plus crème et après cuisson, une mie du pain également plus crème et peu éloignée du gout des arômes originaux.

Ce retard de l'action de l'acide ascorbique, durant le pétrissage, explique que sa présence soit peut notable à ce stade et qu'il n'influence pratiquement pas alors les propriétés physiques de la pâte ou ses aptitudes au plan de l'absorption de l'eau.

Le boulanger ne doit donc pas s'attendre à enregistrer les effets de l'acide ascorbique durant le pétrissage. En revanche, son action oxydante devient rapidement notable, dès les débuts de la fermentation de la pâte : augmentation de sa ténacité, de son élasticité, de sa maniabilité, de la tolérance des pâtons et, après cuisson, du volume du pain.

On peut, toutefois, regretter que la rapidité de son action au niveau du renforcement des propriétés plastiques de la pâte et sa ténacité, rende parfois laborieux, l'allongement des baguettes à la tourne.

Il est bon de savoir, lors de la mise en œuvre d'une farine relativement faible, que la présence, excessive ou insuffisance de l'acide ascorbique, peut se traduire par :

- Lorsqu'il y a excès, des pâtes très élastiques, exagérément tenaces et laborieuses à façonner.
- des pâtes qui, par manque d'extensibilité, auront une 2^{ème} fermentation paresseuse et se développeront mal à la cuisson.
- des pains ronds et irréguliers, ayant un défaut de coloration de la croûte.
- Lorsqu'il y a défaut, des pâtes collantes, qui relâchent, des pâtons qui manquent de tolérance.
- des pains plats, qui jettent mal et une croûte qui a tendance à rougir.

Ceci dit, judicieusement dosé, l'acide ascorbique est un précieux auxiliaire pour les pâtes destinées à la production du pain, comme des pâtes levées-sucrées.

- la bromate de potassium, le dioxyde de chlore, l'azodicarbonamide (ADA)
- a souligné encore, parmi les actions oxydantes pratiqués sur les farines, le traitement du blanchiment, réalisé au moulin, à l'aide de vapeurs de peroxyde d'azote est pratiqués aux états unis, en Angleterre, au Canada et dans d'autres pays anglo-saxons.

c) Les additifs émulsifiants

On rencontre, à ce niveau, la lécithine et les mono et di glycérides estérifiés (data esters).ces derniers, sont autorisés dans la production des pâtes levées-sucrées, mais interdits, dans la fabrication du pain traditionnel.

c-1) La lécithine de soja

Elle est autorisée jusqu'à 0,3% du poids de la farine, elle a comme spécificité, comme tous les émulsifiants, lorsqu'ils sont utilisés en mélange, de lier l'eau et les phases grasses. Et ces propriétés, sont bien connues, par l'apport de la lécithine présente dans la jaune d'œuf, dans la production de la mayonnaise.

Au plan de son emploi, il est judicieux, pour le pain traditionnel, de se tenir, au niveau de son dosage, entre 0,1 et 0,2%. On risque au-delà, de retrouver sa présence, discrète, mais peut séduisante, dans le goût du pain.

Dans la préparation actuelle, la lécithine est essentiellement composée d'une fraction d'huile et d'une fraction émulsifiante (phosphatide), elle peut être utilisée par le boulanger sous sa forme sirupeuse, mais on la rencontre généralement dans les améliorants composés employés en boulangerie.

Son action, à la dose d'emploi qui est sienne, favorise un peu les liaisons entre les différents composants de la pâte - farine, eau, protéines - ce qui entraîne une diminution de porosité de la pâte, favorisant une légère augmentation de volume des pains, surtout en pousse retardée.

Mais sa phase grasse, lui permet aussi de jouer un rôle de lubrifiant, qui tend à améliorer l'extensibilité de la pâte.

Elle possède enfin des propriétés antioxydantes qui permettent durant le pétrissage, de freiner la décoloration de la pâte et d'obtenir une mie plus crème et, lorsque la lécithine n'est pas exagérée, un meilleur goût du pain.

c-2) Les mono et les diglycérides d'acides gras estérifiés

Ce sont des émulsifiants, des agents de surface tensio-actifs dont les effets sont beaucoup plus efficaces que ceux qui résultent de l'action de la lécithine. Leur dosage oscille entre 0,2 et 0,5% du poids de la farine. Ils agissent également sur les liaisons des constituants de la pâte et aboutissent à une amélioration des propriétés plastiques de cette dernière. Ce qui se traduit par une diminution de sa porosité, une augmentation de sa rétention gazeuse, de ses possibilités de développement, de sa tolérance et par une augmentation du volume des pains.

Certains mono et diglycérides sont crédités d'une action de ralentissement du rassissement. Autrement dit d'une amélioration de la conservation des produits de cuisson.

Toutefois, ayant eu l'occasion d'effectuer des essais, au niveau de la conservation, cette action m'est apparue relativement limitée et l'on obtient de meilleurs résultats, en abaissant le PH de la pâte à l'aide de cultures de ferments appropriées qui de surcroît ; apportent également un mieux, dans le domaine du goût.

Il est bon de noter, qu'à ce niveau, l'addition des acides gras estérifiés, lorsque leur dose est égale ou supérieure à 0,3%, à la fâcheuse tendance de commencer à pénaliser le goût du pain.

d) la poudre de gluten

Celle-ci peut être ajoutée, sans limitation de dosage à des farines faibles, pour augmenter leur force boulangère par élévation de leur teneur en protéine.

Cette présence, qui gagne à ne pas être exagérée ; tendra à augmenter les possibilités d'absorption d'eau de la farine, l'élasticité de la pâte et souvent à diminuer son extensibilité ce qui peut être ; parfois gênant. Aussi, l'addition de la poudre de gluten la farine panifiable doit-être faire l'objet, d'une certaine prudence, tant à l'égard des caractéristiques du gluten utilisé, de son dosage, qu'au plan de la technologie mise en œuvre, lors de l'emploi de farine ainsi renforcée.

e) Les additifs réducteurs ou les technologies en tenant lieu

Les additifs réducteurs, sont un plan de la panification, peu utilisés et, avec les farine françaises, la plupart du temps, d'un intérêt secondaire. Toutefois, au cours des deux dernières campagnes céréalières, les farines mise en œuvre ont eu la fâcheuse tendance de donner des pâtes de formation, parfois difficiles au pétrissage, souvent très élastiques, au défaut d'extensibilité manifeste et aux résultats contrastés : pains irréguliers, fréquemment mal développés et de faible volume.

Dans de tel cas, l'emploi d'additifs réducteurs peut apporter une correction opportune.

f) Les additifs réducteurs

La L.Cystéine, la levure désactivée. La L.Cystéine, dont l'action d'affaiblissement de la ténacité se manifeste à partir de 10.p.p.m, peut être utilisée en France dans la production des produits de pâtisserie préemballés depuis le 14-10-1991 et a obtenu le 10-03-1992, un avis favorable du conseil d'hygiène publique de France, pour son utilisation dans la fabrication des pains spéciaux jusqu'à la dose maximale de 50 p.p.m. ce qui, ayant l'occasion de l'utiliser en Californie en juin 1989 dans la panification du pain français, à la dose de 10-12 p.p.m., paraît une dose excessive.

Cette approche de l'emploi de la L.Cystéine qui est aujourd'hui interdit en panification, peut laisser augurer de son autorisation dans un proche avenir.

Ce dit, constatant que le progrès fait parfois, bien les choses, il est bon de signaler la production depuis deux ans, en France, d'un additifs réducteur, à partir de levure désactivée qui apporte du glutathion et possède une molécule de Cystéine qui lui confère une action réductrice, que l'on peut mettre à profit pour tempérer et corriger l'excès d'élasticité et de ténacité d'une pâte.

On considère en l'état actuel des choses, que 0.15% de levure désactivée, peuvent apporter 15p.p.m. de Cystéine.

Actuellement, plusieurs producteurs d'additifs, offrent cette opportunité aux boulangers qui sont aujourd'hui relativement nombreux à l'utiliser.

Ingrédients	actions	PC	PS	Pd.V
-------------	---------	----	----	------

Tableau n° 2 : produits ou technologies en tenant lieu

Mono et diglycérides estérifiés(E472) : 1% du pds de la f.dose pour pain courant : 0,2-0,3%	Meilleure cohésion de la pâte et de son imperméabilité, améliore la tolérance des pâtons et la rétention des gaz, favorise le volume des pains à forte dose pénalise un peu de goût.	non	oui	oui
Mono et diglycérides émulsifiants (E471) :2% par rapport aux matières grasses	Tendrait à retarder le rassissement des produits de cuisson, enrichis de Corps Gras.	non	oui	oui
Poudre de gluten. Dosage non limité	Renforce le corps des farines faibles, coproduit de l'extraction de l'amidon, à utiliser judicieusement.	oui	oui	oui
L.Cystéine :50ppm dosage usuel, autour de 10 à 20 ppm	Améliore l'extensibilité des pâtes courtes ou au gluten exagérément tenace.	non	oui	oui
Gluten désactivé : 1% dosage usuel, autour de 0,4%	Permet d'obtenir des résultats similaires à ceux de la L.Cystéine.	oui	oui	oui
Usage des pâtes autolyse	Permet d'améliorer l'extensibilité et la tolérance des pâtes, de réduire un peu le pétrissage, facilite la tourne, privilégie la régularité, le volume et le goût des pains.	oui	oui	oui

PC : pain courant ; PS : pain spéciaux ; Pd V : produits viennois ; f : farine

Les améliorants de panification ne sont pas la solution miraculeuse problèmes actuels dans le domaine de la boulangerie mais ils peuvent néanmoins, en étant judicieusement employés, être un facteur non négligeable dans l'amélioration de la qualité de pain en Algérie, sans perdre de vue le fait qu'ils seraient un atout sur le plan économique.

Pour nous, lorsque environ 20% du pain fabriqué sert à alimenter les décharges publiques des grandes villes, cela veut dire que nous jetons environ 20% de devises que nous pourrions économiser ou réorienter vers d'autres secteurs.

C'est pour quoi nous pensons utile et nécessaire d'approfondir la réflexion sur cet important aspect et de prendre toutes les dispositions adéquates en vue de concrétiser nos objectifs en accord avec la législation et la réglementation en vigueur.

Pain courant	Pain de froment " pain préparé exclusivement à partir de farine de froment, eau, levure, sel"
E260 acide acétique	E260
E261 acétate de potassium	E261
E262 acétate de sodium	E262
E263 acétate de calcium	E263
E270 acide lactique	E270
E300 acide ascorbique	E300
E301 acrobate de sodium	E301
E302 acrobate de calcium	E302
E304 esters d'acide gras de l'acide ascorbique : palrnitate	E304
E322 lécithine	E322
E325 lactate de sodium	E325
E326 lactate de potassium	E326
E327 lactate de calcium	E327
E471 mono et diglycerides d'acide gras	E471

Chapitre III

Le pain

I-Généralités

1-1Définition

D'après **CALVEL**, le mot pain sans autre qualification est réservé au produit résultant de la cuisson de la pâte obtenue par pétrissage d'un mélange de la farine de blé destiné à la panification et correspondant à un type officiellement défini, d'eau potable, sel et d'un agent de fermentation selon les proportions suivantes :

-100 parties de farine.

-60 parties d'eau.

-2 parties de sel.

-1 partie de levure.

1-2 La valeur nutritionnelle du pain

La consommation du pain permet de couvrir une partie des besoins de matières protéiques et énergétiques.

Elle permet aussi un apport à l'organisme d'une substance dite protection notamment les vitamines (A,B,PP et E) et les oligoéléments P, Fe,etc.....

C'est un aliment énergétique du fait de sa richesse en glucide comme montre sa composition moyenne :

* Glucides 55%

*Protide 7,5%

*Lipide 1,3%

100 g du pain fournissent à l'organisme de 257 kilocalories soit environ 9% des besoins calorique journaliers moyens (**TREMOLOERES 1983**).

Malgré sa faible teneur en protéines, le pain représente un rapport protidique non négligeable pour l'humanité.

II-les ingrédients utilisés en panification et leurs rôles

1-l'eau

L'eau est, après la farine, le plus important constituant de la pate et joue un rôle majeur au cours de la confection de la pate. L'eau de coulage doit être modérément dure. Il est connu que les sels de calcium et de magnésium contenus dans l'eau contribuent à durcir le gluten.

2- le sel

La composition d'un pain sans autre qualificatif contient du sel, à l'exception du pain de régime.

Il est conseillé d'utiliser un sel fin en panification, le sel gros se dissous mal lors du pétrissage. la présence des taches rougeâtres sur la croute du pain est le résultat de gros cristaux de sel. Son rôle consiste à :

- Améliorer la saveur du pain.
- Régulariser la fermentation.
- Augmenter la tolérance des pâtons.
- Améliorer les qualités plastiques des pates.
- Améliorer la maniabilité.
- Favoriser la coloration de la croute durant la cuisson.
- Augmenter la durée de conservation du pain.

3-La levure

Les levures sont des moisissures qui appartiennent à la famille des champignons. la levure possède les facultés de tous les êtres vivants :

Respiration, reproduction.....la levure de panification se présente en une masse délicate de cellules vivantes périssables.il est recommandé lors de son arrivée à la boulangerie de la stocker dans un réfrigérateur immédiatement à la température idéale de conservation qui est comprise entre 1et 6C°.

Afin que les ferments soient actifs dès leur incorporation dans la pate, il est aussi recommandé de ne pas diluer la levure avec le sel (**STEPHAN, 2004**).

Elle provoque la fermentation t transforme les sucres en alcool et en gaz carbonique.

La structure et la texture recherchées sont obtenues grâce au dégagement du gaz carbonique et à la modification des propriétés physiques de la pate au cours de la fermentation panaire courante.

On peut distinguer deux phases :

a- tout d'abord, la levure fermente les sucres directement assimilables par elle-même (environ 1,5% du poids de la farine).

b -la seconde phase correspond à la fermentation d'un sucre de la farine appelé maltose (qui provient de l'action des amylases sur l'amidon endommagé lors de la mouture du grain) (**AZZOUZA, 1995**).

III-Les différentes étapes de panification

2- Le pétrissage

C'est la première opération de la panification proprement dite, il permet d'assurer à la fois le mélange intime des matières premières mise en œuvre et la confection de la pate.

Cette dernière passe par le respect du paramètre suivant :

L'hydratation

Elle consiste à verser une certaine quantité d'eau qui s'exprime en pourcentage de la quantité de farine. Selon l'hydratation on distingue 3 types de Pate.

La pate fermée

Hydratée au dessus de 50 %, elle est principalement employée pour certains pains spéciaux comme le pain brie

La pate batarde

À un taux d'hydratation de 62 à 64 %, elle convient à la fabrication du pain français, notamment avec des machines. Elle sert également à la fabrication des pains spéciaux (**STEPHAN, 2004**).

La pate douce

À taux d'hydratation de 64 à 70 %, elle est surtout utilisée pains rustiques.

2 -le pointage

C'est le premier temps de repos que ton dorme à la pate aussitôt après le pétrissage. Il permet à la fermentation de se développer et donne à la pate les qualités plastiques nécessaires (**CALVEL, 1980**).

3- le pesage

C'est l'opération qui consiste à diviser la totalité de la pétrisse en pâtons suivant le nombre correspondant aux quantités de pain que l'on désire fabriquer (**CALVEL, 1980**).

4-le boulage

Il consiste à arrondir ou à compresser une pièce de pate dans le but d'enlever les grandes poches d'air (**CALVEL, 1980**).

5- la détente

durant la division, la pate est meurtrie (déchirée) pour répondre aux caractéristiques et sa faculté de s'allonger. la pate est baissée dans un endroit découvert pendant 10 à 20 min.

6- le façonnage

Cette opération permet de donner la forme finale du pain. Elle est réalisée manuellement, comme elle peut se faire mécaniquement à l'aide des machines appelées (façonneuses) (CALVEL, 1980).

7- l'apprêt

C'est la dernière étape de fermentation. Elle consiste à laisser les pâtons se développer et atteindre leur volume maximum dans des armoires de fermentation à température et hygrométrie contrôlées.

Cette dernière étape, avant l'enfournement est très importante pour l'obtention d'un pain bien développé. Elle permet à la pâte de se détendre. Pour être à nouveau aérée et acquérir l'extensibilité et la maturité perdue lors du façonnage par suite des traitements mécaniques subis (GEOFFROY, 1950).

7-1 la fermentation panaire

La fermentation panaire est une fermentation alcoolique anaérobie engendrée par l'action des ferments sur les sucres présents dans la pâte. Les ferments peuvent être apportés :

- Par le levain naturel, qui résulte au niveau de la boulangerie, d'une culture de ferments, à l'état primaire, se trouvant dans la nature et dans la farine.
- Par la levure biologique *Saccharomyces Cerevisiae* à l'action notablement plus rapide.

A) La β amylase : elle attaque en premier lieu les granules d'amidon endommagés ; au cours de la mouture il se forme du maltose et des dextrines.

L' α amylase scinde les chaînes en dextrines lesquelles donnent un nouveau substrat à la α amylase.

B) La levure peut se développer aux dépens des oses libérés (sucre) dans la fermentation proprement dite. Il se produit du gaz carbonique, de l'alcool et des acides organiques ; acétique, lactique, propénoïque, des principaux aromes qui seront à la base du goût du pain et influenceront sa conservation.

Le pointage est le nom donné à la fermentation initiale en cuve, où l'alcool domine, ensuite vient (l'apprêt). Avant l'enfournement, dans les pâtons, c'est le CO_2 qui l'emporte. Le volume du pain triple dans cette phase.

8- la coupe

Juste avant l'enfournement, les pâtons doivent être coupés. Cette action est d'une grande importance pour le développement et l'aspect extérieur des pains. Elle est destinée à permettre au gaz carbonique de mieux s'échapper et de contribuer ainsi au développement maximum du pain en créant, grâce aux incisions pratiquées des zones où la solidification de la paroi extérieure est retardée.

9-La cuisson

Avant de mettre le pâton dans le four, le boulanger donne des coups de lame sur la partie supérieure de ces dernières et cela pour permettre au pain de gonfler sans poussée du gaz carbonique pendant la cuisson en évitant des déchirements de la croûte. Le volume du pain s'accroît dès son introduction dans le four par l'action combinée de plusieurs phénomènes.

Le gaz carbonique dilate une partie de l'eau et de l'alcool contenu dans la mie en favorisant l'activité de levure qui augmente.

Ces phénomènes s'arrêtent vers 60°C, puis la croûte commence à se former vers 90°C, tandis que la vapeur d'eau se répartit dans la mie et limite sa température à 100°C environ. L'amidon subit alors des transformations importantes, il se gélifie en donnant un empis.

La structure passe de l'état semi cristallisé, c'est-à-dire à structure assez ordonné à l'état de structure désordonnée, avant d'être inactive vers 80 à 85°C. Les amylases ont une activité accrue et bien qu'elle agissent pendant peu de temps, de nombreuses dextrines (des glucides de poids moléculaires inférieur à celui de l'amidon) sont formées.

Les protéines subissant une température, perdent leur capacité de fixation d'eau et coagulent en donnant un squelette rigide qui conservera alors la forme du pain.

Tableau n° 4 : phénomènes se produisant au cours de la cuisson (LTJ.LANORE SOTAL, 1996)

Température	phénomène
30°C	-expansion du CO2 et production enzymatique des sucres
60-80°C	-solidification de l'amidon, cessation complète de toute activité enzymatique.
100°C	-développement et production de vapeur d'eau
110-140°C	-formation d'alvéoles
150-200°C	-formation de produits aromatisés -carbonisation

IV Le refroidissement du pain :

Le pain chaud est refroidi lentement, de manière à ce que sa fraîcheur dure de 12 à 18 heures, c'est donc un produit fragile, il rassit, même en atmosphère humide, ce n'est pas une simple dessiccation.

La rétrogradation de l'amidon se développe et débute dès que la température de refroidissement à 60°C, l'état colloïdal est modifié avec mise en liberté d'eau d'hydratation, l'amylopectine se replie, avec des chaînes associées, prenant un nouvel état semie-cristallin d'une rigidité augmentant progressivement.

Parallèlement le ramollissement de la croûte est la conséquence de la migration d'eau provenant de la mie.

La rigidité du pain rassis peut être en partie supprimée par réchauffage vers 60°C, on provoque ainsi la dissociation de liaison faible dans l'atmosphère.

Diverses additions ont été préconisées pour freiner le rassissement, en particulier, agents tensioactifs, comme les glucides, formeraient un complexe avec amylose et empêcheraient sa diffusion (ALAIS et LINDEN, 1987).

V-Les altérations du pain : (D'après CALVEL,1989) :

Bien que relativement rares, pour le pain traditionnel, des altérations peuvent cependant se manifester, sous la forme de moisissures et accidentellement de pain filant.

V-1-Les moisissures

C'est l'altération la plus fréquente, mais comme elle ne se propage qu'après plusieurs jours de conservation, elle est sans danger pour le pain traditionnel.

En revanche, les moisissures peuvent se développer, comme nous l'avons vu, dans les pains tranches-conditionnés- pains spéciaux, pains de mie-après 4 ou 5 jours et ce d'autant plus que leur mie est humide. Pour lutter contre la moisissure, sont généralement utilisés :

-Pour la moyenne, d'une durée de 12 à 15 jours, l'addition à la pâte, lors du pétrissage, d'un conservateur, produit chimique aux propriétés fongicides, qui peut être du propionate de calcium ou de l'acide propionique à la dose maximum de 0.5% du produit prêt à consommer.

-Pour une conservation de plus longue. on a recours, nous l'avons vu, à la stérilisation.

Dans les deux cas, les pains tranchés conditionnés sont offerts au consommateur avec une date limite de consommation.

V-2- L'accident du pain filant

Il est provoqué par des bactéries sur tout la longueur du pain, la croûte ainsi formé ne pouvant résister, se déchirera par la pression des gaz qui s'échappent à travers celle- ci qui donnera lieu à un pain de forme irrégulière et d'un volume réduit .ainsi, l'épaisseur de la croûte la transmission de la chaleur vers l'intérieur du pain, ce qui donnera une croûte épaisse et une mie fermée, le pain ainsi obtenu sera d'une saveur non appétissante,

Partie pratique

Chapitre I

Matériels et méthodes

I-Méthodologie

I-1 Objectif et intérêt de l'étude

L'objectif de cette étude consiste à incorporer la farine de malt comme correcteur et améliorant dans la farine panifiable tout en effectuant un certain nombre d'analyses résumées comme suit :

- Analyses physico-chimiques et technologiques sur la farine de malt et le blé importé d'origine français.
- Effets de l'incorporation des différentes doses de la farine de malt à la farine de blé.
- Test de panification de la farine corrigée par l'ajout de farine de malt.

I-2 Matériel et méthodes

L'étude a été réalisée au sein du laboratoire d'analyses de la minoterie de SIDI BENDHIBA à MOSTAGANEM.

L'échantillon de la farine de malt mise en œuvre dans l'expérimentation est de provenance étrangère.

L'échantillon de blé mis en œuvre dans l'expérimentation est le blé tendre en provenance de France.

I-2-a Analyses physico-chimiques

Les échantillons du blé ont été analysés selon une méthode qui prend en compte les éléments suivants :

- L'humidité
- Teneur en amidon
- Teneur en cendres
- Teneur en gluten
- Teneur en protéines
- Indice de chute
- Indice zéleny

I-2-b Analyses technologiques

- Essai alvéographique
- Dosage de protéines

I-2-c Essai de panification

II-Méthodes d'analyses physico-chimiques et technologiques

Les analyses physico-chimiques sont réalisées grâce à un appareil dit INFRATEC dont le principe est la transmission dans le proche infra rouge, il permet de déterminer la teneur en eau, taux de protéines, taux de cendres, teneur en gluten, absorption d'eau.

1-La détermination de l'indice de chute (NA, 1176 ; 1994, ISO 3093)

Ce test permet de connaître l'activité diastasique qui intervient lors de la fermentation. Il

permet également de voir s'il s'agit d'un blé germé et renseigne le meunier sur la correction qu'il devra faire sur la farine, en apportant du malt.

Cette méthode est applicable aux céréales en grains et notamment aux blés et leurs produits de mouture.

Principe

Gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de mouture intégrale ou de farine de céréales dans un bain d'eau bouillante, et mesure de la liquéfaction par l'alpha-amylase de l'empois d'amidon contenu dans l'échantillon

Réactifs

- Eau distillée.

Cet appareil comprend des éléments suivants :

- Un bain-marie, équipé d'un couvercle muni d'un support de tubes viscosimétriques, et d'un réfrigérant pour réduire l'échappement de la vapeur d'eau.
- Une plaque électrique chauffante de 600W, le diamètre de la plaque ne doit pas excéder celui du bain-marie.
- Un agitateur viscométrique métallique.
- Des tubes viscométriques de précision, en verre spécial (diamètre intérieur 21mm).
- Des bouchons en caoutchouc pour les tubes viscométriques.
- Pipette de 25ml.
- Compteur automatique avec signaux.
- Balance d'une précision minimale de 0,05g
- Broyeur

Mode opératoire

Préparation de l'échantillon

- Faire passer la farine au travers d'un tamis de 0,8mm d'ouverture de maille, de façon à séparer les agglomérats.
- Déterminer la teneur en eau de la mouture ou de la farine selon la méthode pratiquée décrite précédemment (**ISO 712**)

Prise d'essai

La masse de la prise d'essai ramenée à une humidité de 15% , doit être de 7g, à 0,05g près.

Détermination

- Remplir le bain-marie d'eau distillée jusqu'à 2cm à3cm du bord supérieur.

- Porter l'eau à ébullition et maintenir une vive ébullition pendant toute la durée de l'essai.
 - Transverser la prise d'essai dans le tube viscosimétrique et y introduire 25ml d'eau distillée à 20°C à l'aide de la pipette.
 - Boucher le tube avec les bouchons en caoutchouc et agiter vigoureusement à la main 20 fois, afin d'obtenir une suspension uniforme ;
 - Enlever le bouchon et placer l'agitateur dans le tube.
 - Plonger le tube muni de l'agitateur dans l'eau bouillante à travers l'ouverture du support du tube.
 - Déclencher le compteur automatique dès que le tube touche le bas du fond du bain-marie.
 - Après exactement 5 secondes à partir de l'immersion du viscosimétrique, agiter la suspension à la main.
 - Après un total de 59 secondes, placer l'agitateur à sa position haute.libérer l'agitateur exactement 60 secondes après le déclenchement du compteur automatique.
- Lorsque l'agitateur est tombé de sa propre masse, le compteur est automatiquement arrêté et une sonnerie retenti.
- Relever sur le compteur le temps total en secondes.
 - Effectuer deux déterminations sur le même échantillon préparé.

Expression des résultats

- Le temps total en secondes compté à partir de l'immersion du tube viscosimétrique dans le bain-marie jusqu'à ce que l'agitation se soit enforcée dans la suspension gélatinisée, représente l'indice de chute.
- Le temps d'agitation est inclus dans l'indice de chute.
- Prendre comme résultat la moyenne des deux déterminations.

2-Dosage de protéines

Le principe de dosage du gluten repose sur son insolubilité dans l'eau salée et sur ses propriétés de s'agglomérée lorsqu' on le malaxe sous un filet d'eau pour éliminer les constituants solubles.la masse plastique obtenue est pesée à l'état humide puis a l'état sec après dessiccation.

Le coefficient d'hydratation est alors obtenu par la formule :

$$WA = \frac{GH - GS}{GH} \times 100$$

Le résultats de cette analyse peuvent également être obtenus grâce à l'infratec, ce qui nous a montré que notre farine de blé et de seigle a un coefficient d'hydratation convenable et une bonne teneur en gluten par rapport à la farine d'orge qui a une faible teneur de gluten.

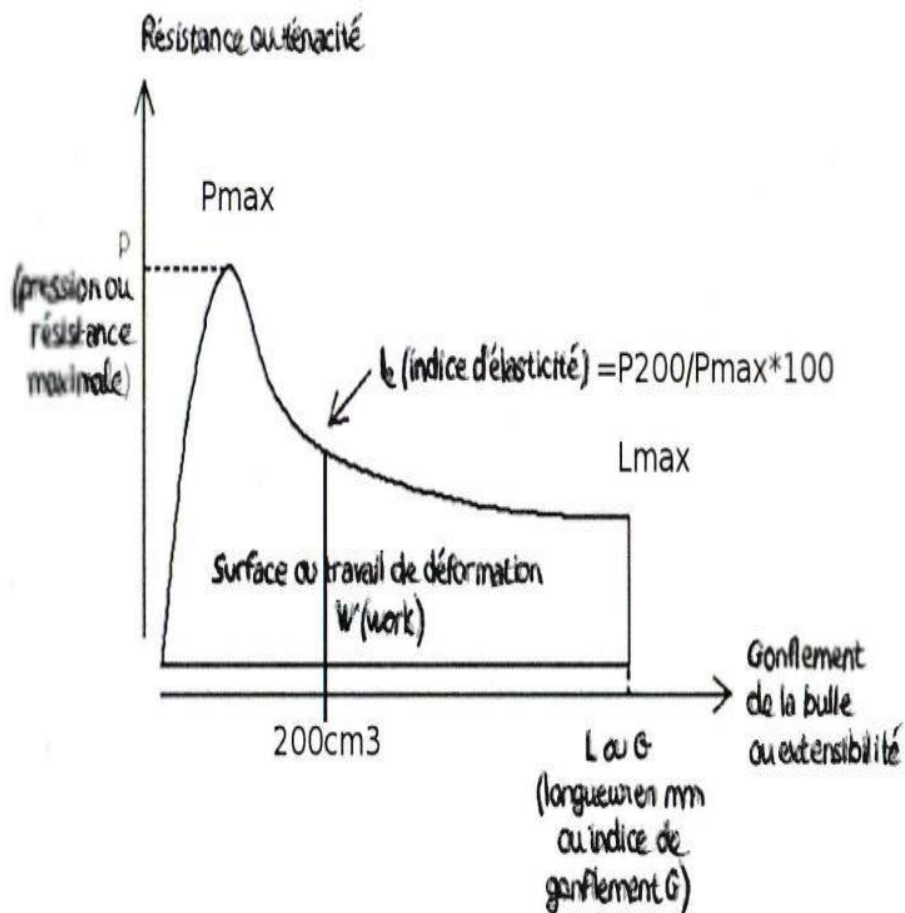
3- Tests alvéographiques de Chopin (Norme ISO 5530/4)

Ce test permet de déterminer, au moyen d'un alvéographe, certaines caractéristiques rhéologiques des pâtes obtenues à partir de farine de blé tendre constituant un facteur important de leur valeur d'utilisation (valeur boulangère, biscottière, biscuitière).

Tableau n° 5 : Echelle de notation

Blé type boulangerie	W =130-180 G =20-23 P/L=0,45-0,65
----------------------	-----------------------------------------

Blé améliorant	W =180-250 P/L=0,45-0,65
Blé de force blé	W>250
Blé impanifiable	W<130
Blé panifiable courant	W=130-250 P/L=non équilibré



Alvéogramme de Chopin

Figure n° 02 : Alvéogramme de Chopin

W : représente le travail de déformation de la pâte soumise à l'essai ; il est en relation avec la surface du diagramme et donne une bonne indication de la force boulangère.

G : indice de gonflement, déduit de la longueur L, exprime l'extensibilité de la pâte.

P : pression maximale, rend compte de la ténacité. Il est d'usage de parler du rapport P/L pour exprimer l'état d'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité.

- Solution de chlorure de sodium.
 - Dissoudre 25 g de NaCl pur, dans de l'eau distillée et compléter à un litre.
 - Huile d'arachide ou huile de vaseline à l'exclusion de toutes autres.
-

Matériels

- Alvéographe avec régulateur de température.
- Burette à robinet, capacité 160ml, graduée directement en pourcentage de la teneur en eau de 11,6 à 17,8 % (précision 0,1%).
- Balance permettant de peser à 0,5g près.
- Chronomètre.
- Planimètre et/ou abac planimétrique.

Principe

Il faut impérativement travailler sur une farine dont on connaît la teneur en eau.

1°) Préparation de la pâte

La norme impose de réaliser une pâte à partir de 250 g de farine, plus de l'eau salée. On n'ajoute jamais de levure. La teneur en eau de cette pâte doit être constante, quelle que soit la farine à tester. On tient donc compte de la teneur en eau de la farine, pour ajuster précisément la quantité d'eau salée à ajouter. La norme impose une hydratation de 50% pour une farine qui contient 15% d'eau. Mais toutes les farines ne contenant pas forcément 15% d'eau, il est nécessaire d'ajuster le taux d'hydratation. Si la teneur en eau des 250 grammes de farine à tester est effectivement de 15%, on ajoutera 125 g d'eau (soit 125 ml).

2°) Pétrissage de la pâte

Le pétrissage est réalisé pendant 8 minutes dans un mini-pétrin intégré à l'alvéographe, dans des conditions rigoureuses standardisées et imposées par la norme et l'appareillage.

3°) Extraction de la pâte

On prélève par extrusion 5 morceaux de pâte.

4°) Laminage des pâtons

Ces 5 morceaux de pâte sont laminés, de façon à obtenir des abaisses identiques.

5°) Découpe des pâtons

On découpe les cinq morceaux laminés à l'aide d'un emporte-pièce spécifique. On obtient ainsi 5 pâtons rigoureusement identiques.

6°) Mise à l'étuve

Les 5 pâtons reposent 20 minutes dans une étuve réglée à 25°C, intégrée, elle aussi à l'appareil.

7°) Réalisation d'une bulle

C'est l'étape la plus spectaculaire ! Chaque pâton est déposé sur la platine de l'alvéographe et un système pneumatique insuffle de l'air en dessous. Le pâton gonfle et forme une bulle. Pendant le gonflement, l'alvéographe

enregistre les variations de pression s'exerçant sur les parois internes de cette bulle, jusqu'à éclatement. On obtient ainsi 5 courbes (une par pâton), dont on fait une moyenne pour obtenir une seule courbe.

4-Essai de panification

Les essais de panification ont été réalisés au niveau du fournil de la minoterie de SIDI BENDHIBA.

- C'est l'essai confirmatif permettant de donner une appréciation réelle sur la valeur boulangère de la farine.

4-1 l'intérêt de panification

Nous avons utilisé la méthode de BIPEAUT, l'essai qui sert à déterminer la valeur boulangère.

Le test de panification permet de :

- Déterminer la qualité boulangère des variétés de blé pures ou des mélanges
- Rechercher une formulation optimisée (additifs ou autre ingrédient) pour un procès de panification
- Contrôler l'aptitude d'une farine commerciale à être panifié à base de ces résultats de l'indice de chute.

-IC < à 150 activités alpha amylasique élevée (grain germé).

-IC entre 200-300 activités alpha amylasique optimale mie grain (grain non germé).

-IC > à 300 défauts d'activité alpha amylasique mie sèche, volume de pain faible.

-Elle permet aussi de prévoir les qualités des pains obtenues et relever les caractéristiques de la pâte et du pain au cours du test.

4-2 le principe de panification

Fabrication de pain selon la méthode BIPEA. Elle se déroule selon un processus rigoureusement établi.

- On utilise au minimum une quantité de farine permettant de fabriquer 8 pâtons de 350 g.
- On mesure la température de la farine et du fournil, afin de déterminer la température de l'eau de coulage.

Le sel est ajouté 4 minutes avant la fin du pétrissage.

- Le pétrissage est intensif : exactement 4 minutes en 1ère vitesse (frassage), puis exactement 8 minutes en 2ème vitesse.
- La température de pâte doit être de 25°C (plus ou moins un degré).
- Le pointage dure 20 minutes, à une température de 27°C (plus ou moins 2°C), à une hygrométrie minimale de 60%. On divise, on laisse une détente de 20 minutes, puis on façonne.
- On laisse un apprêt de 120 minutes pour 4 pains, et un apprêt plus long si on le souhaite pour les 4 autres. L'apprêt se fait en chambre de fermentation à 27°C (plus ou moins 2°C), à une hygrométrie minimale de 60%.
- On donne 3 coups de lame obliques.
- On enfourne aussitôt dans un four préalablement réglé à 250°C (plus ou moins 10°C). Les pains sont répartis de façon précise et ordonnée sur la sole.
- On laisse ressuer une heure.
- On mesure le volume et la masse des pains.

Si l'une de ces conditions n'est pas respectée, à une étape ou à une autre, il faut arrêter l'essai et recommencer. Chaque étape de la panification fait l'objet d'un relevé des caractéristiques observées, sur une grille de notation.

4-3 Matériels et ingrédients utilisée en panification

Pour le pétrissage on a utilisés le pétrin d'un axe oblique de type ARTOFOXÉ et pour la cuisson, un four permettant de maintenir une température de 250°.

- Thermomètre.
- Balance de précision.
- Plateau pour la fermentation.
- Lame pour l'incision.
- Façonneuse.
- Chronomètre.
- Compte minute.
- Coupe pate.
- Corne.
- Spatule.

- Four rotatif

Ingrédients

On à préparer un pain courant amélioré avec les composants suivants :

- 2kg farine de blé mise en œuvre

- 20 g de levure

- 36 g de sel

- Eau

- Ajouter les doses suivantes de la farine de malt :

- Le malt 0,1% ce qui correspond 2g

- Le malt 0,5% ce qui correspond 10g

4-4 le mode opératoire de la panification

Détermination de la température de l'hydratation :

Après avoir déterminé la température de la farine et du fournil, on détermine la température de l'eau et ce afin d'avoir une homogénéité des paramètres expérimentaux, la température de base qui est égale à 58°C doit cumuler celle de la farine et du fournil et de l'eau

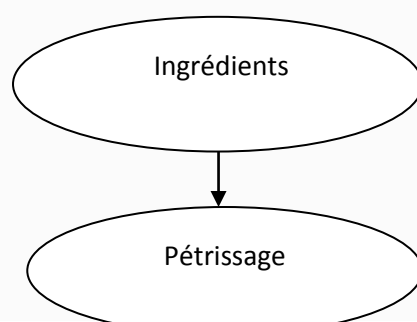
Température de l'eau = température de base - (température de fournil + température de farine)

Tableau n°06 : détermination de la température ft + farine de malt

T(C°)	Farine pure	Fp+0, 1% malt	Fp+0, 5% malt
T bases	58	58	58
T farine	22,5	21	21
T eau	13	15	16
T fournil	22,5	22	21
T pate	27,6	26,6	26

Préparation de la pâte

- Peser avec précision 2 kg de farine g 20 de levure, 36 g de sel puis déterminer la température d'eau à partir de la température de base.
- Ajouter 1200 g d'eau a partir de 58% d'humidité multiplier fois 2kg de farine et verser ces ingrédients dans le pétrin.
- Mettre en marche le pétrin en 1ere vitesse laissé tourner pendant 4 minutes, après le début de pétrissage, déclencher la 2eme vitesse. Pendant 8 mn et à la fin de cette durée, déterminer la température de la pate.
- Après cette phase pétrissage, suite la détente pendant 20mn puis la division et le boulage de la pate qui est laisser en repos pendant 10 à 15 mn
- Puis, des pâtons sont façonnés et laisser fermenter pour la 2eme fois mais à une durée de 90mn avant l'enfournement, il est pratiqué à leur surface des coups de lame ce qui demande une grande dextérité.



1ere vitesse : 5 mn

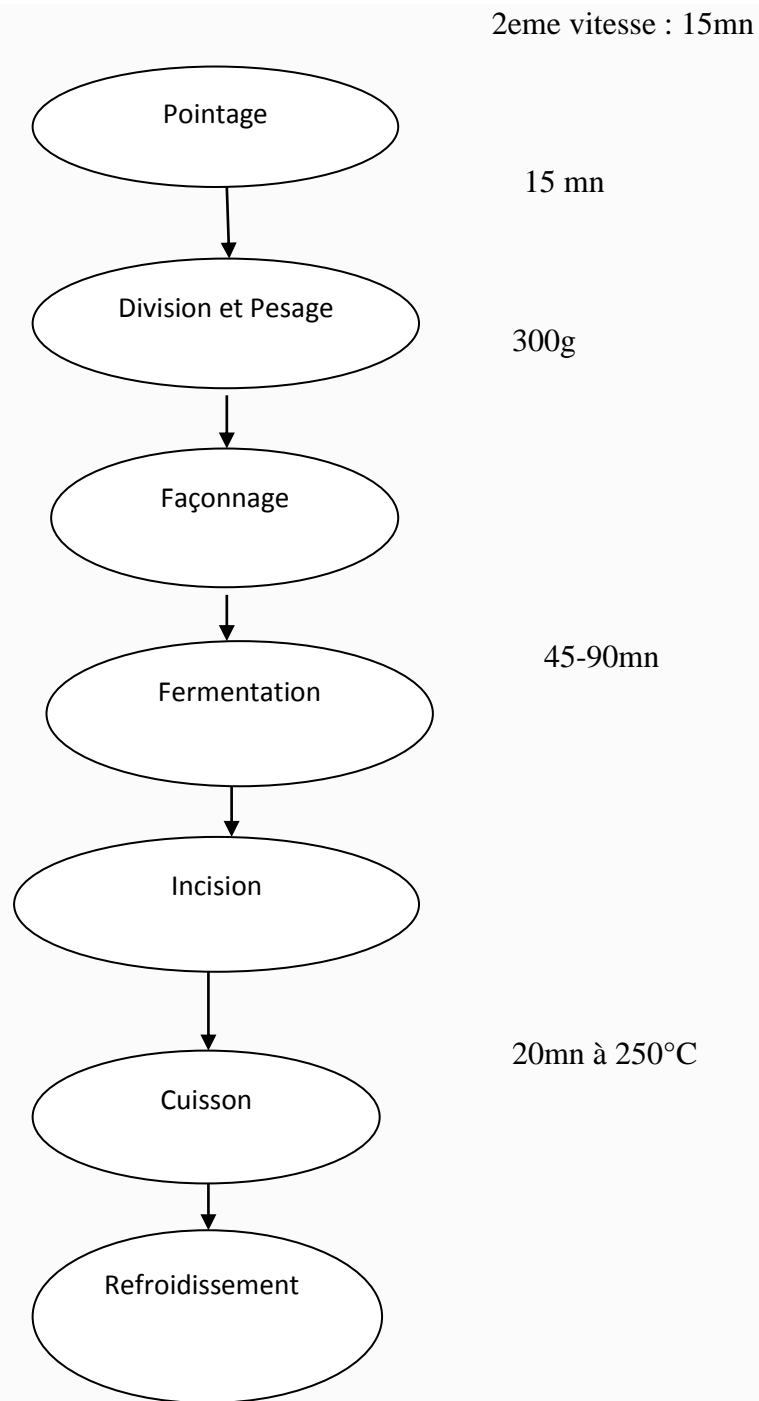


Figure n° 03 : Diagramme de fabrication du pain

4-5 Résultats du test de panification :

Essais		Farine pur	Fp+0,1% malt	Fp+0,5% malt	
température	fourn	22,5	22	21	
	farine	22,6	21	21	
	eau	13	15	16	
	pate	27,6	26,6	26	
pétrissage	relâchement	+	+	+	
	lissage	+	+	+	
	consistance	+	+	+	
	collant	+	+	+	
façonnage	extensibilité	+	+	+	
	élasticité	+	+	-	
Aspect du pain	section	ronde	+	+	-
		plate	+	-	-
	couleur		+	+	-
	Epaisse, croute		+	-	-
	Coups de lame		+	-	--

Tableau N° 07: critères d'appréciation de la pate de la farine pur , fp+0,1% malt , fp+0,5% malt

Observation=très bien (++), bien(+), mauvais(-), très mauvais (--)

Les résultats du tableau ci-dessus, montrent que la farine pur +0 ,5% malt présente quelques défauts sur les caractéristiques de la pate, elle présente une insuffisance au niveau de façonnage et l'aspect du pain.

Chapitre II

Résultats et discussion

II-Caractéristiques physico-chimiques et technologiques

II-1 Résultats des analyses physico-chimiques du blé

Analyses effectuées	résultats	normes
Teneur en eau (%)	11,4	12,8-14,5
Protéines (%)	12,3	10,5-11,5
Amidon (%)	69,6	64-68
Gluten (%)	26	-
Indice de Zéleny (mm)	23,9	22-25
Poids .spécifique (PHL)	69	73-76

Tableau n° 09 : Analyse physico-chimique du blé

II-2 Résultats des analyses physico-chimiques de la farine de malt et de la farine pur et de la mélange farine +% de malt

Caractéristiques physicochimiques	Farine de malt	Farine pur	Farine +0,1% malt	Farine +0,5% malt	Norme Afnor pour farine de malt
Teneur en humidité	9,7	14,80	15,70	15,00	10,66
Teneur en protéine	9,4	10,60	10,60	10,7	
Teneur en gluten	-13	23,80	22,90	22,5	Négligeable
Teneur en cendre	0,81	0,58	0,57	06,2	0,56
Indice de chute		376	224	127	Absence
Absorption d'eau	60,50	58,50	57,10	58,3	-

Tableau n ° 10 : caractéristiques physicochimiques

1-Teneur en eau

Le tableau montre en effet que les farines de malt la farine de blé présentent un taux d'humidité favorable.

Les blés ou le malt arrivant au moulin avec un taux d'humidité de 10 à 12 % en général, la teneur en eau d'un échantillon est une donnée nécessaire car elle renseigne sur l'aptitude à la conservation et les risques d'altération qui peuvent survenir au cours du stockage, elle permet de comparer le résultat sur la base de la matière sèche en plus elle est nécessaire pour la réalisation de certains tests technologiques selon (GODDON et WILLIM, 1991) l'humidité est de 10,66%. Cette différence résulte des conditions de stockage et des variétés utilisées.

Pour la farine de malt ou extrait de malt, les résultats analytiques sont généralement rapportés à la matière sèche.

2-Teneur en cendres

Ce paramètre permet d'apprécier la pureté des farines, représente en fait la qualité d'éléments minéraux présents dans la farine.

- D'après les résultats obtenus dans le tableau N°, on remarque que :

- La plupart des matières minérales du blé ou de l'orge se trouve dans le son et les cellules de l'assise protéique. Une faible teneur en cendre est considérée comme un critère de grande pureté de la farine.

Les matières minérales sont représentées à raison de 2 à 3% du poids humide de la graine, tous ces éléments minéraux sont représentés mais évidemment dans des proportions très différentes (GODDON, 1990).

Selon (**GODDON et WILLM, 1991**) la teneur en cendre est de 0,56, cette différence de taux de cendre est dépendante de différents facteurs : différence variétale, disponibilité du sol en sels minéraux.

3-Teneur en gluten

Le gluten constitue la fraction insoluble de matière azotée présente dans la farine.

- Les résultats obtenus dans le tableau N° montrent que le type de malt étudié possède des teneurs en gluten négligeables.

- Le gluten correspond approximativement aux protéines non hydrosolubles c'est-à-dire principalement : gliadine + gluténines.

- Suite à l'action des protéases formées au cours du maltage, on assiste à la dégradation des protéines en acides aminés (**GODDON et WILLM, 1991**).

4-indice de chute

Les résultats regroupés dans le tableau N° montrent que la farine de malt présente une activité amylasique importante.

Ce test est utilisé pour déterminer l'activité amylasique. La méthode est basée sur la mesure de la viscosité d'un gel qui est fonction de l'état de l'amidon et de sa transformation provoquée par l'alpha amylase.

5-Teneur en protéines

GRAYBOSCH et al., (1993), ont montré que la teneur en protéines est le facteur qui contribue le plus à la force de la pâte et la qualité de pain. D'autre part, le volume du pain est gouverné par les facteurs qui déterminent le taux d'absorption d'eau et le de temps de pétrissage (**ROLES et al., 1993**).

Selon **HOLAS et TIPPLES, (1978)**, les pâtes de farines à teneurs en protéines élevées et à teneur en amidon endommagée (faibles) sont dures et cassantes. Elles présentent de fortes caractéristiques au pétrissage, un important volume de la pâte et une forte absorption d'eau lors de la panification.

6-Essai alvéographique

Essais alvéographique de la farine témoin associées aux différents % de malt :

Les essais alvéographiques ont été effectués par l'alvéographe de chopin en pesant 250g de farine témoin après adjonction de malt.

Ces tests visent à mesurer la valeur boulangère d'une farine. Le tableau ci-dessous mentionne les caractéristiques alvéographiques de la farine témoin seul et avec des % de malt :

-0,1 de malt correspond à 1g

-0,5 de malt correspond à 5g

Tableau n° 11: caractéristiques alvéographiques Ft + la farine de malt

Additifs caractéristiques	farine	Ft + 0,1% de malt	Ft + 0,5% de malt
P	80	67	56
L	70	59	76
G	18,6	17,1	19,4
W	196	150	141
P/L	1,14	1,14	0,74

L'effet de malt englobe tous les composés d'une pâte boulangère. Il assure donc un certain équilibre entre P.L, P/L

En ce qui concerne le W, il a augmenté entre 197 à 141 joules malgré cet effet, on peut faire une bonne correction avec ce mélange de malt

7-Essai d'utilisation de malt en panification

D'après les observations (annexe), on a remarqué que l'incorporation de malt dans la farine a une influence notable sur la formation de la pâte, sa tenue et sa maniabilité, c'est-à-dire que les deux pâtes sont lisses et non collantes à la paroi du pétrin. Ces pâtes sont tenaces et extensibles à l'exception de deux mélanges.

On constate que les corrections peuvent être apportées par l'ajout de malt afin d'améliorer certains paramètres de la farine ainsi que le goût et la saveur de pain obtenu.

Au vu de ces résultats, on peut distinguer les avantages et les inconvénients du malt sur le pain qui sont remarquables dans l'aspect du pain :

1-Avantages du malt

- Active la fermentation
- Favorise l'amylolyse (hydrolyse de l'amidon en maltose)
- Augmente la coloration de la croûte de pain
- Améliore la conservation du pain
- Corrige une farine qui manque l'amylase
- Améliore l'alvéolage d'une façon notable

2 -Les inconvénients du malt

- Pâtes collantes
- Pâtes qui relâchent
- Coloration très forte de la croûte (rougissant)
- Mie collante

CONCLUSION

Le travail effectué comme objectif d'utilisation du malt en panification.

Les résultats trouvés ont montrés que le malt présente des caractéristiques très intéressantes, en effet :

Le malt réagi comme un correcteur de la farine panifiable.

Il ya lieu d'instaurer une relation nette et étroite entre le meunier et le boulanger pour réaliser l'équilibre de cette production (farine, pain) qui revet un caractère stratégique dans notre pays.

On terme de cette étude, en recommande ce qui suit :

De trouver d'autre utilisation de malt et d'autres produits nécessaires à l'industrie agro-alimentaire.

On signale aussi que les résultats des caractéristiques organoleptiques s'avèrent satisfaisantes puisqu'on remarque une nette amélioration de gout, de le saveur et notamment de l'aspect extérieure du pain.

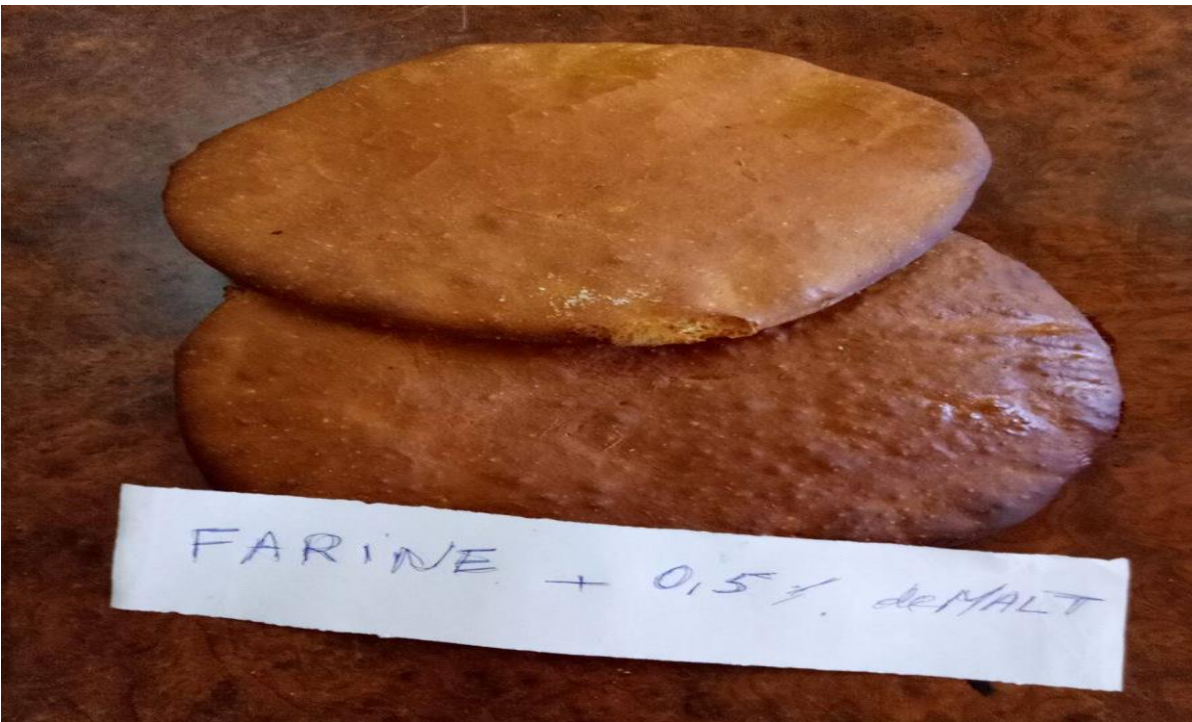
Annexes



Farine pur



Farine +0,1% de malt



Farine +0,5% de malt

A

Anonyme (2007) a .

Martin chaplin 2004.

The use of enzymes in starch hydrolysis.

Faculty of engineering, science and the built environment.

London south bank university.

Consulté le 19/09/2007.

-ALAIS , C ET LINDEN, G ;(1997) .

Abrégé de biochimie alimentaire.

Ed : Masson ; Paris

-AFNOR association française de normalisation

-AXFORD D.W.E,DERMOTT E.F and REDMAN D.G.(1979).

B

-BELKACEM KOUIDRI ,Z ;FLITTI ,C.,(2003).

Essai de valorisation des sous produits meuniers en vue d'utilisation en alimentation humaines.

Thèse d'ingenieur ;UHBC :CHLEF

-BIGOIN, S ;BRUGHONI ,L ;GAYE A-S ;HOCHART ,S ;LEVILANI ,P;SALONNE, S;SELLIER ,S ;SERRAND ,A-C ;VANCEULEU,P;VIALARON ,P(1998)

La filière bière .

BURE J .(1955).

C

-CALVEL.R (1973) *l'évolution de la qualité du pain français.*

-CALVEL.R : *la boulangerie moderne .*

-C.A.Q.E., (2000).

Centre algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage : méthode d'analyse.

-CAMPBLEE ,P .N ; D.SMTH ,A..(1985)

Biochimie illustrée.

F

-FOURNIER , L . , (1987).

Biochimie enzymes.

Office de publication Universitaire .

G

-GODON , B ; WILLM , C . , (1991).

Le industries de premiere transformation des cereales.

E d :Technologues et documentation . Lavoisier , Paris .599-560 ,516 P .

-GODON9 , B . , (1991) .

Biotransformation des produits céréales.

Ed : techniques et documentation lavoisier .

H

HANS ULRICHI BERGMEYER ET K .GAWEH N . , (1979).

Principe de l'analyse enzymatique .

Ed : technique et documentation ;lavoisier ;Paris .

I

-ISO 712-4 . , (1989)

Céréales et produits céréaliers détermination de la teneur en eau.

-ISO 10520 . , (1997)

Dosage de l'amidon méthode polarimétrique de EWERS

L

-LEONARDON, J.,(1979)

Cours de brasserie

Institut nationale agronomique,Alger

M

-MAZERAND C.,(1979) .

Technique de fabrication, diagramme de mouture, farine des passages, contrôles analytiques,tome II.

Additifs alimentaires technologiques.

Ed :DUNOD ; paris

-MOLL,M.,(1991).

Bière et colorants.

Ed : technique et documentation ;lavoisier

-MONDIT,P ;BOSBA,F ;DOUSSINAULT ,G.,(1976).

Blé,céréale et avenir.

Ed : ferme moderne paris.

N

-NADJI O.,(2006) .

Cours de céréaliculture pour les 3ème année agronomie .

Office de publication universitaire chlef.

-N.A 735-1989 IDT ISO 5531.

Détermination de la teneur en gluten.

-N.A-137-1985.

Détermination de l'acidité grasse.

Ed :INAPI-Alger .

R

-REVUE L'APIC ;N° 69 JANVIER –FEVRIER ., (1991).

Industrie des céréales .Association pour le progrès d'industrie des céréales.

S

-SIGMUND SCHWIMMER.,(1950).

Enzyme research division.

-SURGET ,A;BARRON, C., (2005).

Histologie de grain de blé .

Industrie de céréales n° 145.

T

-TAGUIDA ,M., (2001)

DCP, Chlef , journée d'étude , 1 juillet .

W

-WEIL ,J.H et ces collaborateurs.,(1994).

Biochimie générale.

Ed : MASSON ;Paris.

-WEIL, JACQUES-HENRY AVEC CES COLLABORATEURES.,(2005).

Biochimie générale.

Ed : DUNOD ;Paris.

