



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
المدرسة الوطنية العليا للفلاحة  
Ecole Nationale Supérieure Agronomique

**Département : Technologie Alimentaire**

**Spécialité : Elaboration et qualité des aliments  
et nutrition humaine**

القسم: تكنولوجيا التغذية

التخصص: إعداد و نوعية الأطعمة

و تغذية بشرية

**Mémoire fin d'études**

En vue d'obtention de diplôme de master

**Thème**

**Comportement physico-chimique, technologique et rhéologique des  
farines conventionnelles : mise au point d'un test de panification  
approprié.**

Réalisé par : **HAMADI Nacéra**

Soutenue le : **14/07/2022**

**BERKANI Sabrina**

Devant le jury composé de :

Président	<b>FERRADJI Ali</b>	Professeur à l'ENSA
Promoteur	<b>GUEZLANE Louardi</b>	Professeur à l'ENSA
Examineur	<b>BOUKHARI Nabil</b>	Maître de conférences université de Blida
Invitées	<b>MERNIZ Nassima</b>	Responsable du laboratoire central OAIC
	<b>HADJERES Nadia</b>	Directrice centrale MADR

Promotion : 2017/2022.

# Table de matière

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des histogrammes

Liste des abréviations

**Introduction** ..... 1

## **PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE**

**I.1 Historique et origine du blé tendre (*triticum aestivum L*)** ..... 3

I.1.1 Historique ..... 3

I.1.2 Origine du blé tendre ..... 4

I.1.2.1 Généralités ..... 4

I.1.2.2 Origine et évolution génétique du blé tendre ..... 4

I.1.3 Situation mondiale et nationale ..... 5

I.1.3.1 Situation mondiale ..... 5

I.1.3.2 Situation nationale ..... 8

**I.2 Composition biologique et chimique** ..... 9

I.2.1 Composition biologique ..... 9

I.2.2 Composition chimique ..... 10

I.2.2.1 Glucides ..... 11

I.2.2.2 Lipides ..... 11

I.2.2.3 Protéines ..... 11

I.2.2.4 Fibres ..... 13

I.2.2.5 Matières minérales ..... 13

I.2.2.6 Vitamines ..... 14

**I.3 Utilisation du blé tendre** ..... 15

I.3.1 Industrie de première transformation ..... 15

I.3.1.1	Transport et réception .....	16
I.3.1.2	Nettoyage et préparation du blé à la mouture.....	16
I.3.1.2.1	Nettoyage .....	16
I.3.1.2.2	Préparation du blé a la mouture.....	17
I.3.2	Industrie de deuxième transformation (produits et consommation).....	20
I.3.2.1	Pain.....	20
I.3.2.2	Biscuits .....	21
<b>I.4</b>	<b>Classification des farines .....</b>	<b>21</b>
I.4.1	Définition des types de farines .....	21
I.4.1	La classification des farines au niveau mondial.....	21
I.4.2	Activité de la meunerie en Algérie .....	24
I.4.2.1	Activité meunière étatique .....	25
I.4.2.2	Activité meunière privée .....	26
I.4.3	Ventilation des farines conventionnelles.....	26
I.4.4	Meilleure farine pour la santé .....	27
<b>I.5</b>	<b>Critères d'appréciation.....</b>	<b>28</b>
I.5.1	Qualités des farines.....	28
I.5.1.1	Caractéristiques organoleptiques .....	28
I.5.1.2	Caractéristiques physico-chimiques .....	29
I.5.1.2.1	Teneur en eau .....	29
I.5.1.2.2	Taux de cendres .....	29
I.5.1.2.3	Teneur en protéines .....	29
I.5.1.2.4	Taux d'endommagement d'amidon.....	29
I.5.1.3	Caractéristiques technologiques.....	29
I.5.1.3.1	Valeur boulangère.....	29

I.5.1.3.2	Valeur technologique .....	29
I.5.2	Qualité du pain.....	30
I.5.2.1	De point de vue préparation.....	30
I.5.2.2	De point de vue consistance .....	30
I.5.3	Valeur Boulangère .....	31
I.5.3.1	Test direct : La panification .....	31
I.5.3.1.1	Définition de la panification .....	32
I.5.3.2	Tests indirectes .....	32
I.5.3.2.1	Temps de chute d'Hagberg : Activité amylolytique .....	32
I.5.3.2.2	Test de sédimentation de zélény.....	32
I.5.3.2.3	Alvéographe de Chopin .....	32

## **PARTIE II : MATERIEL ET METHODES**

<b>II.1</b>	<b>Echantillonnage.....</b>	<b>33</b>
<b>II.2</b>	<b>Présentation des lieux d'expérimentation .....</b>	<b>34</b>
II.2.1	Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (OAIC).....	34
II.2.2	Institut Technique des Grandes Cultures (ITGC) .....	34
II.2.3	Lesaffre Algérie .....	34
<b>II.3</b>	<b>Méthodes d'analyses .....</b>	<b>34</b>
II.3.1	Méthodes physico-chimiques et technologiques.....	34
II.3.1.1	Détermination de la teneur en eau.....	34
II.3.1.1.1	Définition .....	35
II.3.1.1.1.2	Principe .....	35
II.3.1.1.1.3	Expression des résultats.....	35
II.3.1.2	Détermination de la teneur en protéines. ....	35
II.3.1.2.1	Définition .....	35

II.3.1.2.2 Principe .....	35
II.3.1.2.3 Expression des résultats .....	36
II.3.1.3 Taux de cendres.....	36
II.3.1.3.1 Définition .....	36
II.3.1.3.2 Principe .....	37
II.3.1.3.3 Expression des résultats .....	37
II.3.1.4 Détermination du gluten index .....	37
II.3.1.4.1 Gluten humide .....	37
II.3.1.4.1.1 Définition .....	37
II.3.1.4.1.2 Principe .....	37
II.3.1.4.1.3 Expression des résultats .....	38
II.3.1.4.1.3.1 Gluten humide .....	38
II.3.1.4.1.3.2 Gluten sec.....	38
II.3.1.4.1.3.3 Capacité d'hydratation.....	39
II.3.1.4.1.3.4 Gluten index .....	39
II.3.1.5 Détermination de l'indice de chute .....	39
II.3.1.5.1 Définition .....	39
II.3.1.5.2 Principe .....	39
II.3.1.5.2 Expression des résultats .....	40
II.3.1.6 Détermination de l'indice de sédimentation ( test de Zélény) .....	40
II.3.1.6.1 Définition .....	40
II.3.1.6.2 Principe .....	40
II.3.1.6.3 Expression des résultats .....	41
II.3.2 Analyses rhéologiques .....	41
II.3.2.1 Essai alvéographique .....	41

II.3.2.1.1 Définition .....	41
II.3.2.1.2 Principe .....	41
II.3.2.1.3 Expression des résultats .....	41
II.3.2.2 Essai au mixographe .....	43
II.3.2.2.1 Définition .....	43
II.3.2.2.2 Principe .....	43
II.3.2.2.3 Expression des résultats .....	44
II.3.3 Méthodes directes : Essai de panification.....	45
II.3.3.1 Principe.....	45
II.3.3.2 Diagramme de fabrication du pain.....	45
II.3.3.3 Détermination du volume de pain.....	46
II.3.3.3.1 Mesure du volume spécifique .....	46
II.3.3.3.1.1 Principe .....	46
II.3.3.3.1.2 Mode opératoire.....	46
II.3.3.3.1.3 Expression des résultats.....	47
<b>II.4 Analyses statistiques.....</b>	<b>47</b>

## **PARTIE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS**

<b>III.1 Résultats relatifs au comportement physico-chimique et technologique des farines expérimentées .....</b>	<b>48</b>
III.1.1 Effet du degré de raffinage (type de farine) .....	48
III.1.1.1 Teneur en eau.....	48
III.1.1.2 Taux de cendres .....	49
III.1.1.3 Teneur en Protéines .....	50
III.1.1.4 Gluten Index (Gluten sec et Gluten humide).....	50
III.1.1.5 Indice de chute de Hagberg.....	51
III.1.1.6 Indice de sédimentation (SDS) ou Indice de Zélény. ....	51

III.1.1.7 Rapport Zéfény /protéines.....	52
III.1.2 Effet sur la stabilité .....	52
II.1.2.1 Teneur en cendres.....	52
III.1.2.2 Teneur en protéines .....	53
III.1.2.3 Gluten Index .....	54
III.1.2.4 Indice de chute .....	54
III.1.2.5 Indice de sédimentation ou Indice de Zéfény .....	55
<b>III.2 résultats relatifs au Comportement rhéologique des farines expérimentées .....</b>	<b>56</b>
III.2.1 Effet du facteur « Type » de farine .....	56
III.2.1.1 Effet sur les paramètres alvéographiques .....	56
III.2.1.1.1 Tenacité P et élasticité I <sub>e</sub> .....	56
III.2.1.1.2 Extensibilité L .....	57
III.2.1.1.3 Gonflement G.....	57
III.2.1.1.4 Force boulangère W.....	57
III.2.1.1.5 Rapport P/L.....	58
III.2.1.2 Effet sur les paramètres mixographiques .....	58
III.2.1.2.1 Temps de développement.....	58
III.2.1.2.2 Hauteur du pic (Machinabilité et fermenté de la pâte). .....	58
III.2.2 Effet sur la stabilité des farines .....	59
III.2.2.1 Paramètres alvéographiques.....	59
III.2.2.1.1 Tenacité (P).....	60
III.2.2.1.1 Indice d'élasticité (I <sub>e</sub> ).....	60
III.2.2.1.2 Extensibilité (L).....	61
III.2.2.1.3 Indice de gonflement (G) .....	62
III.2.2.1.4 Force boulangère (W).....	62

III.2.2.1.5 Rapport de configuration (P/L).....	63
III.2.2.2 Paramètres du mixographe.....	64
III.2.2.2.1 Temps de développement de la pâte (TDP).....	65
III.2.2.2.2 Hauteur du pic (machinabilité et fermeté de la pâte) .....	66
<b>III.3 Dendrogramme des échantillons expérimentés .....</b>	<b>67</b>
<b>III.4 Analyse relative au test de panification .....</b>	<b>68</b>
III.4.1 Appréciation de l'aspect de la pâte.....	68
III.4.2 Appréciation de l'aspect du pain .....	69
III.4.3 Appréciation de l'aspect de la mie .....	70
III.4.4 Volume du pain.....	70
III.4.5 Appréciation globale (valeur boulangère).....	70
<b>Conclusion .....</b>	<b>72</b>
Références bibliographiques	
Annexes	



# Résumé

La boulangerie est un secteur essentiel pour l'économie de notre pays. Cette filière se trouve néanmoins confrontée depuis de nombreuses années à de réelles difficultés, qui rendent aujourd'hui nécessaire une évolution de la législation existante ainsi que la qualité de la matière première.

Ce travail a été réalisé à partir des farines conventionnelles de type T55, T65 et T150. Ces farines conventionnelles regroupent près de 98% des farines commercialisées. L'étude de leur comportement physicochimique, technologique, rhéologique et panitaire a été évalué, au niveau de trois laboratoires de contrôle et d'analyse (Laboratoire central de l'OAIC, Laboratoire de technologie des céréales ITGC et LESAFFRE Baking Center). L'étude a montré que les deux premiers types de farines analysées correspondent aux taux de cendres normatif, en revanche le type 150 ne reflète pas l'intervalle indiqué, ce type correspond plus au type 110 farine complète et non intégrale utilisée pour le pain complet. Les teneurs en protéines sont proportionnelles aux taux de raffinage et les indices de sédimentation de Zélény et l'indice de chute de Hagberg sont inversement proportionnels.

Le test de panification à base de ces trois types de farines a été effectué au niveau de Baking Center LESAFFRE. Les caractéristiques panitaires ont été comparées aux paramètres rhéologiques, il s'ensuit, ainsi, que le type 65 a présenté un W élevé, un rapport d'équilibre proche de 1, une bonne texture de la mie, de la croûte et un bon goût comparé aux deux autres types 55 et 150. De même sa valeur boulangère est accréditée d'une valeur élevée très proche de la valeur maximale (265,03/300).

**Mots clés :** farine, type de farine, raffinage, physicochimique, technologique, rhéologique.

# Abstract

The bakery is an essential sector for the economy of our country. This sector has nevertheless been faced for many years with real difficulties, which today make it necessary to change the existing legislation as well as the quality of the raw material.

This work was carried out using conventional flours of the T55, T65 and T150 type. These conventional flours account for nearly 98% of the flours marketed. The study of their physicochemical, technological, rheological and bread behavior was assessed at three control and analysis laboratories (OAIC Central Laboratory, ITGC Cereals Technology Laboratory and LESAFFRE Baking Center). The study showed that the first two types of flour analyzed correspond to the normative ash content; on the other hand the type 150 does not reflect the interval indicated, this type corresponds more to the type 110. The protein contents are proportional to the refining rates and the Zélény sedimentation indices and the Hagberg falling number are inversely proportional.

The bread-making test based on these three types of flour was carried out at the Baking Center LESAFFRE. The bread characteristics were compared to the rheological parameters, it follows, thus, that the type 65 presented a high W, an equilibrium ratio close to 1, a good texture of the crumb, the crust and a good taste. Compared to the two other types 55 and 150. Similarly, its baking value is accredited with a high value very close to the maximum value (265.03/300).

**Key-words:** flour, type of flour, refining, physicochemical, technological, rheological.

# ملخص

يعتبر انتاج الخبز أساسيا لاقتصاد بلدنا. و مع ذلك، فقد واجه هذا القطاع لسنوات عديدة صعوبات حقيقية، مما يجعل من الضروري اليوم تغيير التشريعات القائمة وكذلك جودة المواد الخام.

هدفنا في هذا العمل هو تسليط الضوء على ثلاثة أنواع من الطحين (55- 65- 150 ) التي تمثل ما يقارب 98% من الطحين المسوق.

لتحقيق هذا الهدف قمنا بإجراء تحاليل فيزيو كيميائية وتكنولوجية لتحديد مختلف الخصائص الدالة على جودة هذا المنتج و ذلك على مستوى ثلاثة مختبرات تحليل (المخبر المركزي للديوان الجزائري المهني للحبوب (OAIC) ، المخبر حيث أظهرت الدراسة من (LESFFRE) التكنولوجي للمعهد التقني للزراعات الواسعة (ITGC) و مركز صنع الخبز جهة أن النوعين الأولين من الطحين اللذين تم تحليلهما يتوافقان مع نسبة المواد المعدنية،، عكس النوع 150 فإنه يتوافق أكثر مع النوع الموجه 110 لصنع الخبز الكامل و من جهة أخرى بينت أن نسبة البروتينات متناسبة مع معدلات التكرير أما بالنسبة والى مؤشر الترسيب فهو متناسب عكسيا مع مؤشر هاجبرج.

لقد تم إجراء اختبار صنع الخبز بناءً على هذه الأنواع الثلاثة من الطحين في مركز LESSAFRE حيث تمت مقارنة خصائص الخبز بالمعايير الريولوجية، وبالتالي فإن النوع 65 قدم ارتفاعا في معيار من معايير صنع الخبز (W) و نسبة توازن قريبة من 1 ، وملمس جيد للفتات ، والقشرة ، ومذاق جيد مقارنة بالنوعين الآخرين.

الكلمات المفتاحية: الدقيق ، نوع الطحين ، التكرير ، الفيزيائي الكيميائي ، التكنولوجي ، الريولوجي.