

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**République Algérienne Démocratique et Populaire**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche  
scientifique.**

جامعة أبو بكر بلقايد تلمسان

**UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCEEN**

كلية العلوم الطبيعية وعلوم الحياة وعلوم الأرض والكون

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la  
Terre et de l'Univers**

قسم البيولوجيا

**Département de Biologie**



**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Master en  
Microbiologie et Contrôle de Qualité**

**THEME :**

**Étude comparative : Analyses de la qualité  
physicochimique et microbiologique  
du blé tendre**

Présentée par : MOULAI HADJ Sarra et SALHI Lamia

Soutenue en : Juin 2021 Devant le jury composé de :

Encadreur : M. BENYOUB Nor eddine

MAA UNIVERSITE -TLEMCEEN

Examinatrice : Mme. BENHAMMOU Nabila

Pr. UNIVERSITE -TLEMCEEN

Examinatrice : Mme. KHOLKHAL Wahiba

MCA UNIVERSITE -TLEMCEEN

Année universitaire : **2020 - 2021**



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# REMERCIEMENTS

*Avant tout, nous remercions le bon dieu tout puissant de nous avoir donné la Santé, la volonté, la patience durant ces mois consacrés à la réalisation de ce modeste travail*

*Nous remercions notre encadreur : Monsieur Benyoub N., Maitre-assistant A et Chef de département D'Agronomie à la faculté des Sciences Université de Tlemcen pour son aide précieuse, ses conseils, son objectivité, sa disponibilité, et ses précieux conseils qui ont fait progresser ce travail.*

*Nous remercions les membres du jury, d'avoir accepté d'examiner ce travail et de participer à ce jury.*

*Nos remerciements vont aussi à tous ceux qui m'ont aidé ou qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

**SALHI Lamia & MOULAI HADJ Sarra**

## *DEDICACE*

*Je dédie ce mémoire :*

*Tout d'abord à mes chères parents pour tout ce qu'ils ont fait pour moi durant toute mon existence, qu'ils trouvent ici toute ma reconnaissance et mon intime respect.*

*A mes chers frères : Fouzi, Mohamed, Said et Yacine.*

*A tout les membres de la grande famille.*

*A tout mes amis Fatima et Hafida et mes collègues sans exception.*

*A mes amis de promotion Master 2 « Microbiologie et Contrôle de Qualité ».*

*A tous ceux qui par un geste, un sourire a contribué à l'élaboration de cet œuvre.*

**SALHI Lamia**

## *DEDICACE*

*Tout d'abord, je remercie Dieu pour cette bénédiction*

*Je dédie ce travail à :*

*Mes chers parents ; ma mère « SAMIRA » et mon père « MOHAMED » qui m'a tout appris, avec un soutien continu, des sacrifices, des souhaits et des prières pour réussir.*

*A mes très chers frères : ABDEL AZIZ et BILAL.*

*Tous mes enseignants*

*A tous ma famille et tous mes amies et mes collègues.*

**MOULAI HADJ**

**Sarra**

**Sommaire :**

Résumé	I
Liste des tableaux	II
Liste des figures	III
Liste des abréviations	IV
Introduction générale .....	01

**Chapitre I : Synthèse bibliographiques**

I.1 Généralité sur les céréales.....	03
I.2. Généralité sur le blé tendre.....	04
I.2.1. Définition de grain de blé ....	04
I.2.2. Le cycle biologique de blé.....	05
I.2.3. La récolte et le stockage et la conservation de blé .....	08
I.2.4. Les facteurs d'altérations des grains.....	09
I.2.5. Les agents biologiques d'altération des grains.....	09
I.2.6. Les pathologies de blé tendre.....	10
I.2.7. La production de blé.....	11
I.2.7.1. La production de blé en Algérie.....	11
I.2.7.2. La production de blé dans le monde.....	12

## **Chapitre II : Généralités sur la farine de blé tendre**

II.1.Généralités sur la farine de blé tendre.....	13
II.1.1Définition de la farine .....	13
II.1.2 Composition chimique de la farine.....	13
II.1.3 Les types de la farine.....	14
II.1.4 Transformation de blé tendre en farine .....	15
II.1.5 Contaminants .....	17
II.1.6 Hygiène.....	17
II.1.7 Conditionnement .....	18
II.1.8 Agents de traitement de la farine Concentration maximale dans le produit fini .....	18
II.1.9 Processus de panification .....	18
II.1.10 La valeur meunière et la valeur boulangère d'un blé.....	19
II.1.11 Pétrissage.....	20
II.1.12 La fermentation.....	21
II.1.13 Cuisson.....	22
II.1.14 Additifs et améliorants.....	22
II.1.15 Réglementation et normes de qualité de la farine de blé.....	24

## **Chapitre III : Matériel et Méthodes**

III.1. Taux d'affleurement.....	25
III.2. Taux l'alvéographe.....	26
III.3. Cendre de farine.....	27

## Sommaire

---

III.4. Mesure de sédimentation .....	28
III.5. Teneur en gluten.....	29
III.5.1. Gluten humide.....	29
III.5.2. Gluten Sec.....	30
III.6. Humidités.....	31
III.7. Analyses microbiologiques.....	31
<b>Chapitre IV : Résultats et Interprétation.....</b>	<b>32</b>
<b>Chapitre V : Discussion.....</b>	<b>36</b>
<b>Chapitre VI : Conclusion.....</b>	<b>39</b>
<b>Chapitre VII : Références bibliographiques.....</b>	<b>40</b>
<b>Annexes.....</b>	<b>43</b>

### ملخص

القمح هو أحد أسس النظام الغذائي الجزائري. القمح هو أصل الدقيق الذي يمكننا من خلاله صنع الخبز لاحقًا يتم تنفيذ هذا العمل بهدف مراقبة الجودة الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق القمح العادي ، لتحقيق هذا الهدف قمنا بمقارنة النتائج التي تم الحصول عليها من قبل BENGRICHE Thoraya و TILIOUINE Nasrine وكذلك GUASMI Zeyneb و TAHMI Meriem في عملهم حيث تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لتحديد معدل الرماد ؛ معدل النتوء، الرطوبة ... إلخ وهكذا تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أنها تتوافق مع المعايير. ولدينا النتائج التي تم الحصول عليها من التحليلات الميكروبيولوجية. أن عدد اللوحات الخميرة والعفن مناسبان للمعالجة في الخبز. نهج الدراسة قائم على تحسين جودة الدقيق لضمان جودة جيدة للمستهلك.

### Résumé

Le blé est l'une des bases de l'alimentation algérienne. Le blé est à l'origine de la farine avec laquelle on pourra par la suite faire du pain.

Le présent travail est réalisé dans l'objectif de suivre la qualité physico-chimiques et technologique des farines de blé tendre, Pour atteindre ce but :

On a comparé les résultats qui sont obtenues par BENGRICHE Thoraya et TILIOUINE Nasrine et aussi GUASMI Zeyneb et TAHMI Meriem dans cette travaux et les analyses physico-chimiques et technologiques effectuées sont détermination du taux de cendre ; taux d'affleurements ; d'humidité...etc. et les résultats obtenus conformes aux normes.

Les résultats obtenus des analyses microbiologiques on a les nombres des plaques ; des levures et des moisissures est adapté pour la transformation en pains.

L'approche de l'étude fondée sur l'amélioration de la qualité des farines pour assurer une bonne qualité pour le consommateur.

**Mots clés :** blé ; farine ; qualité physico-chimiques ; Technologiques ; microbiologiques.

### Abstract

Wheat is one of the bases of the Algerian diet. Wheat is the origin of the flour with which we can later make bread.

This work is carried out with the objective of monitoring the physico-chemical and technological quality of common wheat flour, To achieve this goal:

We compared the results obtained by BENGRICHE Thoraya and TILIOUINE Nasrine and also GUASMI Zeyneb and TAHMI Meriem in their work as the physico-chemical and technological analyzes carried out determination of the ash rate ; outcrop rate ; humidity ... etc. And so the results obtained show that comply with the standards. The results obtained from the microbiological analyzes; that the numbers of the plates ; yeast and mold suitable for processing into breads.

The study approach based on improving the quality of flour to ensure good quality for the consumer.

**Keywords :** wheat ; flour ; physico-chemical quality ; Technological ; microbiological.

**Liste des tableaux**

**Tableau I.1** : Les caractéristiques de blé tendre (Doumanji et al ; 2003).....5

**Tableau II.1**:Composition chimique de la farine de blé (Atwell 2001).....13

**Tableau II.2** : Types de la farine de blé (Romain et al, (2007).....14

**Tableau II.3** : Composants d'une farine boulangère et leurs rôles (Doumanji et al ; 2003).....16

**Tableau VI.1** : Taux d'affleurement des farines. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).....32

**Tableau VI.2** : Résultats des analyses alvéographiques.(Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).....32

**Tableau VI.3** : Cendre de farine des farines. ( Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).....32

**Tableau VI.4** : les résultats de test de sédimentation. ( Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).....33

**Tableau VI.5** : Taux de gluten des farines. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).....34

**Tableau VI.6** : Taux d'humidité. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).....34

**Tableau VI.7** : Les résultats des études microbiennes. (Bhavnita Dhillon et al ; 2020).....36

**Liste des figures**

**Figure I.1** : Production de céréales en Algérie durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017.[1].....4

**Figure I.2** : Structure du grain de blé. [2].....5

**Figure I.3** : VENTILER les céréales dès la récolte [3].....8

**Figure I.5** : Nématodes du sol [4].....11

**Figure I.4** : Fusarioses du blé. [5].....11

**Figure II.1** : La Farine. [6].....13

**Figure II.2** : fabrication de la farine. [7].....17

**Figure II.3** : Pétrissage. [8].....21

**Figure II.4** : La fermentation. [8].....21

**Figure II.5** : Cuisson. [8].....22

---

## **La liste d'abréviation**

**MADRP** : Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural

**Mms** : Masse de matière sèche

**b.h** : base humide

**UE** : Union Européenne

**SDS** : Sédimentation en milieu dodécylsulfate de sodium

**CFU /g** : unités formant colonie par gramme

# Introduction Générale

## Introduction

Les céréales sont considérées comme le fondement d'une grande civilisation et l'une des premières activités agricoles, fournissant des moyens nutritionnels réguliers et des activités autour des humains (**Abis, 2012**). En Méditerranée, le blé occupe une place importante dans la société et ses modes de consommation, le rapport entre pouvoir et population, et les transactions commerciales réalisées dans cet espace (**Abis, 2012**). Les céréales sont des plantes qui poussent principalement pour les graines. En fait, l'amyloïde est réduit en farine, qui peut être consommée par les humains et le bétail. Il en va de même pour leur paille et leur fourrage vert fournis après la récolte. La consommation de céréales dans notre région est très élevée. Ce sont des produits énergétiques qui peuvent être stockés pendant une longue période et qui sont faciles à transporter. Les céréales manquent d'acides aminés, en particulier la lysine. Entre autres, de nombreuses études ont été menées en génétique, visant à augmenter leur valeur nutritionnelle en créant de nouvelles variétés. Le blé est l'une des céréales les plus consommées au monde. Le pays producteur de blé est la Russie. Ukraine, États-Unis d'Amérique, Chine, Canada et Australie. En revanche, les pays importateurs de blé sont des pays en développement dont l'Algérie (**Doumanji et al, 2003**).

La zone de grain est caractérisée par un Changement climatique (**Chennafi et al., 2006**). Il pleut Habituellement insuffisant en temps et en temps, irrégulier et inégalement réparti Espace, la température moyenne est le point le plus bas du mois le plus froid La température dans les régions semi-arides et arides est comprise entre -2 et + 4 ° C, avec une moyenne Dans les hautes plaines, la température maximale du mois le plus chaud varie de 33 ° C à 38 ° C dans les Hautes Plaines et steppiques (**Inraa, 2006**). Cette faiblesse de la production est liée en partie à la variabilité climatique.

Les trois céréales, blé, riz et maïs, constituent la base alimentaire de la population mondiale. Au cours du développement de la civilisation indo-européenne, le blé est devenu le principal Les céréales occidentales dans les climats tempérés (**Henry et de Buysier, 2001**). Les deux principales variétés de blé sont : le blé tendre ou le blé très approprié pour le pain, et le blé dur pour la fabrication de semoule, pâtes, couscous et blé dur.

➤ Objectif de notre étude est :

- Le suivi de qualité physicochimique et technologique de la farine.
- Faire une comparaison entre les valeurs trouvées lors des analyses physicochimiques ; microbiologique ; technologiques et les normes nationales et internationales et on dit que cette farine est de bonne qualité et panifiables ou non.

# **CHAPITRE I :**

# **Synthèses Bibliographiques**

## Chapitre I : Revue bibliographique

### I.1.Généralités sur les céréales

-Dans de nombreux pays en développement, en particulier dans les pays du Maghrébins, les céréales et leurs dérivés constituent l'aliment de base. Le secteur céréalier est l'un des principaux secteurs de la production agricole en Algérie

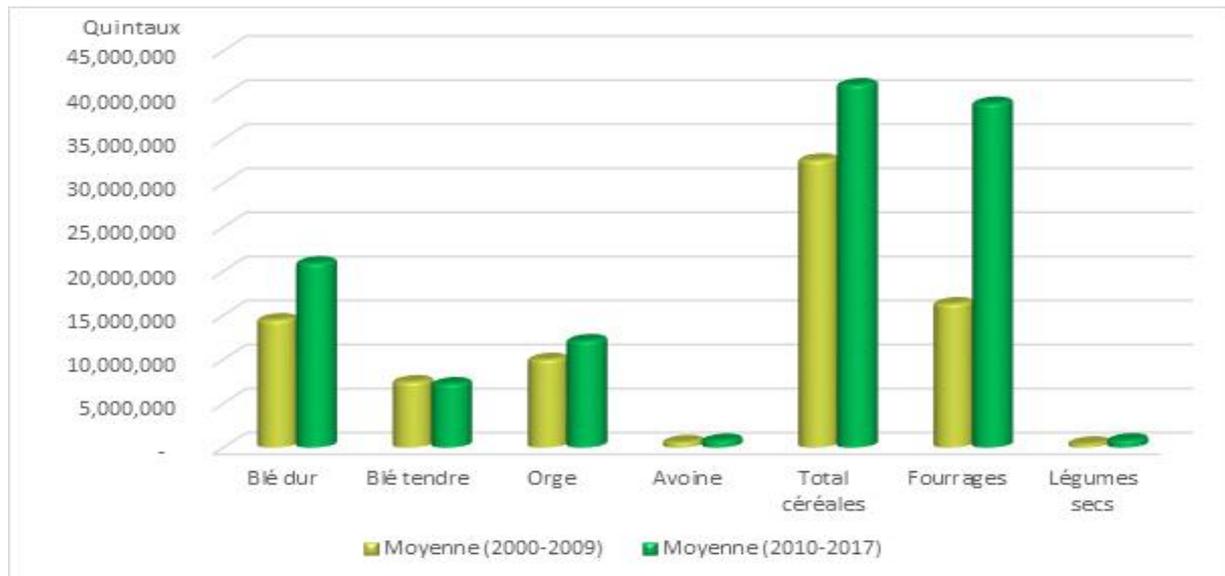
-La production de céréales ; représente environ 80% de la superficie agricole du pays, et la superficie annuelle des cultures est comprise entre 3 et 3,5 millions d'hectares. La superficie récoltée chaque année représente 63% de la superficie ensemencée. Par conséquent, cela semble être une conjecture majeure.

-La plupart des exploitations (60% de la population active totale) pratiquent la spéculation (RGA, 2001), qui est liée à la jachère de la plupart des exploitations

-Dans toutes les étapes bioclimatiques, y compris dans le désert du Sahara, il y a des spéculations

-En termes d'emploi, le système céréalier fournit plus de 500 000 emplois permanents et saisonniers (ministère de l'Agriculture) (**Djermoun, . (2009)**).

-Selon le MADRP (2018), les produits céréaliers ont une place dans le système alimentaire et dans l'économie nationale ; de sorte qu'on 2010-2017 ; la production céréalière était comptée a environ 41.2 millions de quintaux par rapport à l'année 2000 à 2009 ; soit environ 32.6 millions de quintaux. (**Figure I.1**).



**Figure I.1:** Production de céréales en Algérie durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017 (MADRP, 2018).

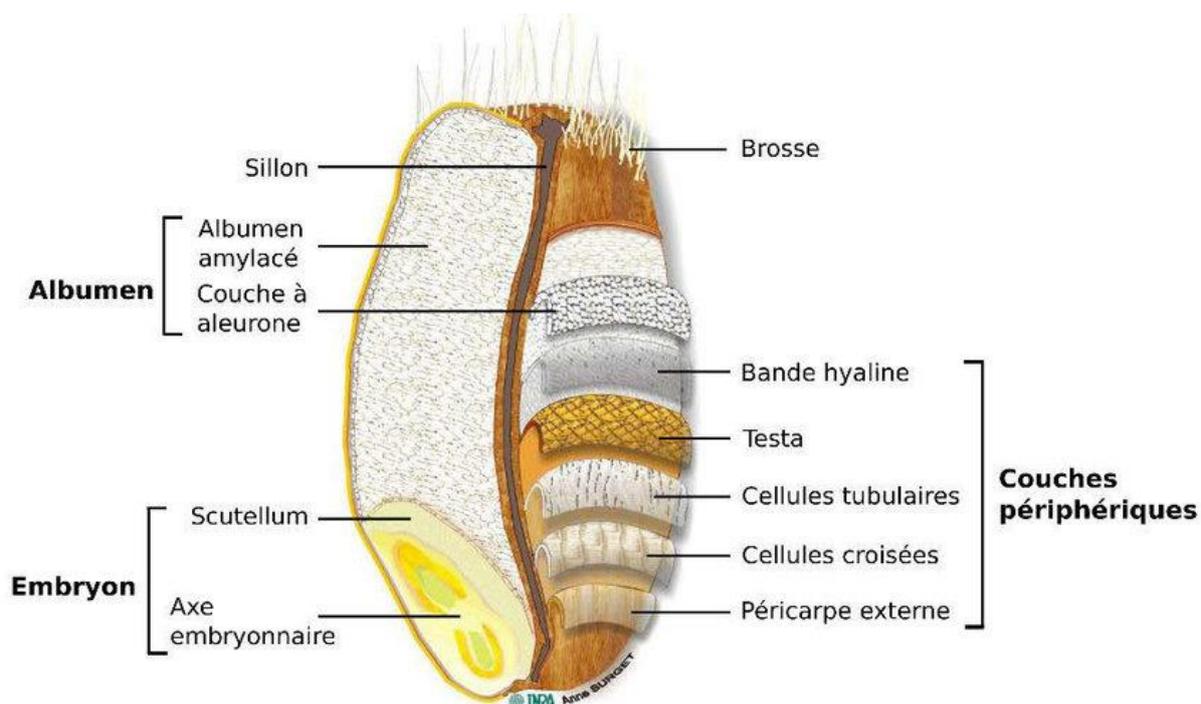
## I.2. Généralités sur le blé

### I.2.1. Définition de grain de blé

Les grains de blé mesurent de 4.8 mm à 9.5 mm de long, selon la variété et le degré de maturité, la forme varie de sphérique à allongé, sa surface est traversée de rainures longitudinales et sa profondeur atteint près de la moitié de l'épaisseur de grain.

Un grain de blé se compose de 3 parties :

- L'enveloppe « couche périphérique » (14 % à 16% du poids de grain)
- L'amande farineuse « albumen » (81% à 88% du poids de grain)
- Le germe (2% à 3% du poids de grain) [site 1]



**Figure I.2 : structure du grain de blé (Surget et Barron, 2005)**

**Tableau I.1 : Les caractéristiques de blé tendre. (Doumanji et al ;2003).**

Caractères	Blé tendre
Aspect génétique	3 génomes A ; B et D $2n = 42 = 3. (2. 7)$
Prédominance	De l'amidon
Aspect de la plante	Feuilles très étroites ; maturation très rapide
Forme	Texture opaque ; structure de l'amande farineuse.

### **I.2.2. Le cycle biologique du blé :**

Le cycle biologique du blé est une succession de périodes subdivisées en phases et en stades.

#### **1- La période végétative**

Elle se caractérise par un développement strictement herbacé et s'étend du semis jusqu'à fin tallage.

##### **1.1- Phase germination-levée**

La caractéristique de la germination des graines est l'émergence de coléoptères, qui produisent des racines et des coléoptiles, protégeant ainsi la sortie de la première feuille

fonctionnelle. Les feuilles germent vraiment dès qu'elles émergent de la surface du sol. Dans un peuplement, l'émergence peut être obtenue lorsque la plupart des rangées de graines sont visibles. Pendant la période des semis, le régime alimentaire de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de graines. Les principaux facteurs affectant la réalisation de cette étape sont la chaleur, la ventilation et l'humidité. Les caractéristiques des graines, telles que la capacité de germination et la réserve (taille des graines) jouent également un rôle décisif. En effet, les plus grosses graines apparaissent en premier et donnent plus de vigueur aux plantules, et la composition de la réserve (teneur en protéines) a un effet bénéfique sur la vitesse de germination. [Site 2].

### **1.2- Phase levée – tallage**

La production du sous-tuteur commence après le développement de la troisième feuille, environ 450 ° J après le semis. L'apparition de ces sous-tills se produit au même rythme régulier que le tir de la lame. La germination des bourgeons axillaires du sous-till primaire situé à la racine de la chaîne principale, des sous-tills secondaires et éventuellement des tills de troisième niveau peuvent être émis. Le nombre de produits sous-produits dépend de la variété, du climat, de l'approvisionnement en minéraux et en eau de la plante et de la densité de plantation ; La nutrition minérale (en particulier l'azote) est à un niveau bas au stade 2-3 feuilles, car elle est satisfaite par les ressources en graines et l'azote minéral présent dans le sol. Les facteurs nutritionnels affecteront le taux de fractionnement des herbes, la durée du fractionnement et le nombre de fractionnement.

De plus, en semis clair, la barre est plus grande, mais une faible densité de semis est également propice aux mauvaises herbes contaminant les cultures à un taux de germination plus élevé, ce qui est contraire à l'effet attendu ; en raison de la possibilité d'un fractionnement excessif de l'eau. Il devient important en raison de l'augmentation de la demande en eau, et la plupart des sous-tills restent stériles. [Site 2].

## **2- La période reproductrice**

### **2.1- La montaison – gonflement**

Démarrez l'exécution à la fin de la sous-exécution. Il se caractérise par l'allongement des entre-nœuds et la différenciation des fleurs. À ce stade, de nombreux tills herbacés commencent à décliner, tandis que d'autres présentent des pointes. Au cours de cette phase de croissance active, les besoins nutritionnels, notamment en azote, augmentent. La montée se

termine par l'émission de la dernière feuille et le gonflement provoqué par l'oreille dans la gaine. [Site 2].

## **2.2- L'épiaison-fécondation**

Elle se caractérise par la méiose pollinique et la rupture de la gaine avec l'apparition de l'oreille. C'est à ce stade que la formation des organes floraux (anthères) est terminée et que la fécondation commence. Ce stade est atteint lorsque 50% des épis sont à mi-chemin de la gaine de la dernière feuille. Elle correspond à la croissance maximale de la plante, qui produira les trois quarts de la matière sèche totale, et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration, ce qui affecte le nombre final de graines par épi. [Site 2].

## **3-Période de formation et de maturation du grain**

### **3.1- Le grossissement du grain**

Cette étape marque un changement dans la fonction de la plante, qui est ensuite dirigée pour remplir le grain à partir de la biomasse produite. Tout d'abord, le grain s'organise et les cellules se multiplient. La demande en céréales est inférieure à celle fournie par les parties aériennes (plus des 3/4 de la matière sèche est stockée au niveau des tiges et des feuilles). Par la suite, la demande a augmenté, le poids des grains dans les épis a augmenté et la matière sèche des parties aériennes a progressivement diminué. Seuls 10 à 15% de l'amidon dans les céréales proviennent de réserves préfloraison. A l'issue de cette étape, 40% à 50% des réserves se sont accumulées dans le grain, bien que le grain ait atteint sa taille finale, il est encore vert et mou. Le reste de la nourriture est resté dans les tiges et les feuilles, et les tiges et les feuilles ont commencé à jaunir. Une petite partie des réserves de céréales provient de la photosynthèse nette, qui persiste dans les dernières feuilles vertes. Dans les variétés tardives, ce taux est de 12%, tandis que dans les variétés précoces, il est de 25%. La plupart des réserves accumulées proviennent du jaunissement des tiges et des feuilles, mais elles ne sont pas encore flétries. [Site 2].

### **3.2- Maturation du grain**

L'étape de maturation suit l'étape pâteuse (45% d'humidité). Il correspond au stade où le grain perd progressivement de l'humidité à différents stades.

Il commence à la fin du niveau d'eau et est marqué par la teneur en humidité stable du grain pendant 10 à 15 jours. Après cette période, le grain ne perdra plus que l'excès d'eau qu'il

contient, et entrera progressivement dans l'étape de "grattage sous un certain angle" (20% d'humidité), puis dans l'étape de "cassure des dents" (15-16% d'humidité) [Site 2].

### **I.2.3. La récolte et le stockage et la conservation de blé tendre**

Lors de la récolte des graines sur le terrain, il faut sélectionner la partie la plus belle et la moins gazonienne de chaque variété et récoltons séparément du reste de la culture. Les graines sont triées immédiatement après la récolte et stockées dans des sacs de 30 kg. Ces graines seront utilisées pour la plantation la prochaine saison et / ou échangées avec d'autres fermes biologiques pour développer des graines dans des conditions climatiques différentes des nôtres afin d'éviter la dégradation de nos graines.

Le blé récolté est ensuite stocké dans un silo, le blé utilisé pour la vente de farine sera conservé entre 2 mois et 1 an, et le blé utilisé pour le pain sera conservé entre 1 et 2 ans. Nous pouvons stocker un total de 60 tonnes de blé.

Le blé en arrivant dans le silo est ventilé afin de le refroidir et de le sécher ; comme le montrer (Figure I.3).

Le blé est toujours refroidi après récolte car il peut se mettre à chauffer à cause d'un stockage sur plusieurs mètres. Le séchage à lieu si la période de récolte se fait dans de mauvaises conditions (mauvaise météo, champs trop enherbés) durant l'hiver lorsque le temps est au gel il faut ventiler les silos par prévention afin de tuer ou d'affaiblir les insectes vivants dans le blé ; (charançons). [Site 3]



**FIGURE I.3 : VENTILER LES CÉRÉALES DÈS LA RÉCOLTE [Site 4]**

## **I.2.4. Les facteurs d'altération des grains**

### **1- Propriétés physiques des grains**

Les facteurs physiques d'altération des grains

Les deux principaux facteurs physiques d'altération des grains sont la température et l'humidité.

#### **1-1. La température**

La température joue un rôle important dans la protection des grains car elle facilite la dégradation des grains par la respiration. Une augmentation de 5 ° C de la température doublera l'intensité de la respiration. La température affecte également la vitesse de développement des micro-organismes et des insectes. La température la plus appropriée pour les activités biologiques est généralement de 30 ° C, température courante dans les régions tropicales. (Cruz, et al., 2019).

#### **1-2. L'humidité**

Humidité La teneur en eau représente la masse d'eau contenue dans l'échantillon de grains par rapport au poids humide total ou par rapport à la masse de matière sèche (Mms).

Les professionnels du stockage et de la transformation utilisent généralement le poids humide (« base humide », b.h.) et utilisent le terme humidité.

Humidité  $H\%$  (base humide) =  $(\text{masse d'eau} / \text{masse totale}) \times 100 = (\text{masse d'eau} / (\text{masse de matière sèche} + \text{masse d'eau})) \times 100$  L'humidité de veille fait référence à l'humidité en dessous de laquelle la croissance des micro-organismes et l'activité enzymatique s'arrêteront. De plus, pour chaque augmentation de 1,5% de l'humidité, la quantité de dégradation du grain double.

Les facteurs de température et d'humidité sont étroitement liés, car plus la température est élevée, plus l'humidité du produit est basse pour assurer un bon stockage. Par conséquent, il est recommandé que l'humidité de veille recommandée pour le stockage dans des zones chaudes soit toujours inférieure à l'humidité de veille pour une utilisation dans des zones tempérées ou froides. (Cruz, et al., 2019).

## **I.2.5. Les agents biologiques d'altération des grains**

### **1. Les moisissures**

Les moisissures sont toujours présentes sur la surface des grains, notamment sous la forme de spores qui peuvent se développer dès que l'humidité du grain dépasse l'humidité de sauvegarde. Les espèces les plus caractéristiques de la flore de stockage sont les *Aspergillus* et

les *Penicillium*. Leur prolifération altère fortement la qualité des grains et entraîne des risques sanitaires par la production de mycotoxines (dont les aflatoxines) qui sont des substances toxiques pour l'homme et les animaux. (Cruz, et al., 2019).

## 2. Les insectes

Dans les pays du Sud, les insectes sont d'importants déprédateurs des stocks de grains. Les insectes qui s'attaquent aux céréales au cours du stockage sont des coléoptères de très petite taille (charançons, bostryches, bruches) et certains lépidoptères ou papillons (alucite, pyrales,

Mites), dont l'activité biologique déprécie la denrée et dont les larves sont nuisibles car elles consomment l'intérieur des grains. Le développement de la plupart des espèces se situe à des températures de 15 °C à 35 °C. (Cruz, et al., 2019).

## 3. Les rongeurs

Les principaux rongeurs déprédateurs des stocks de céréales sont le rat gris ou surmulot (*Rattus norvegicus*), le rat noir (*Rattus rattus*) et la souris (*Mus musculus*). Ces rongeurs, qui vivent pratiquement sous tous les climats, se nourrissent aux dépens des hommes et sont à l'origine de pertes importantes dans les greniers et les magasins de stockage.

En Afrique subsaharienne, ce sont les rats à mamelles multiples (*Mastomys*spp.) qui prédominent dans les villages. (Cruz, et al., 2019).

### I.2.6. Les pathologies de blé tendre

- **La maladie de blé tendre**

Il existe beaucoup des maladies qui touchent les graines des blés tendre ; parmi eux : Fusarioses attaque sur la semence (*Microdochium*spp ; *F. graminearum* ; *F. culmorum*...) Contaminé par la flétrissure fusarienne lors de la floraison sur des graines non traitées ; les symptômes se manifestent sous forme de sevrage lorsqu'ils apparaissent ; taches de semis et humidité Contaminez les graines immédiatement après leur floraison. Le champignon contamine superficiellement le sperme (mycélium enveloppé) ou une contamination profonde (l'embryon est infecté ou le mycélium est proche des hyphes), et les symptômes varient considérablement selon la nature de l'agent pathogène. L'étendue et l'emplacement de l'infection. (Jaques Mathiu ;2012).



Figure I.4 :FUSARIOSES DU BLÉ [5]

- **Le ravageur de blé tendre**

Nématodes (*Heteroderaavenae* et *Pratylenchusspp.*): Les nématodes sont des vers ronds (moins de 1 mm) invisibles à l'œil nu. Ils existent naturellement dans le sol. Mais leurs attaques changent chaque année. Ils affaiblissent les plantes en attaquant le système racinaire. (JaquesMathiu ;(2012)).



Figure I.5 : nématodes du sol. [6]

## I.2.7. La production de blé

### I.2.7.1. La production de blé en Algérie

En Algérie, la culture céréalière reste le pilier de l'agriculture, c'est un secteur stratégique qui occupe une part considérable de l'économie agricole.

Les céréales sont la principale source de calories pour différentes catégories de personnes, quel que soit leur niveau de vie. Ils fournissent 60% de cet apport et 71% de l'apport en protéines. (Padilla et Oberti, 2000 cités par Kellou, 2008).

Ces dernières années, la sécurité alimentaire est devenue une préoccupation mondiale suite au changement climatique qui constitue l'un des principaux facteurs de la hausse des prix internationaux des produits alimentaires. Le pain constitue un aliment de base en Algérie,

cependant la production de blé dans le pays est insuffisante. L'Algérie est fortement dépendante des importations de blé, pour cette raison, le gouvernement algérien encourage l'utilisation de la farine de blé dur pour remplacer une partie de la farine de blé tendre dans la fabrication du pain. **(Benlemmane et al. ;2018).**

L'Algérie a importé 10,3 millions de tonnes de blé tendre de l'UE en 2019/2020 en juillet de l'année dernière, soit une augmentation de 56% par rapport à 2018. Le coût d'une tonne de blé moulu est aujourd'hui de 178 euros / tonne, et l'indice de référence montre qu'il est de 0,75 euro, soit 0,4%. **(Anonyme 2 2016).**

Jean-Philippe Everling, directeur de Trans grains, entreprise de négoce de céréales sur le bassin méditerranéen, cité par Ecofin, a récemment souligné que « l'Algérie pourrait avoir besoin d'acheter 1,5 million de tonnes de blé pour les trois derniers mois de la campagne 2019/2020 ». **(KELLOU , 2008).**

### **I.2.7.2. La production de blé dans le monde**

Le blé est l'une des céréales les plus consommées dans le monde. Les pays producteurs de blé sont la Russie, l'Ukraine, les Etats-Unis d'Amérique, la chine, le canada et l'Australie. Par contre les pays importateurs de blé sont les pays en voie de développement entre autres l'Algérie.

Selon le conseil international des céréales, la production mondiale de blé pour la campagne 2011-2012 est estimée à 690 millions de tonnes, soit une hausse de 6,5% par rapport à la période 2010-2011. **(Anonyme 1 2016)**

Les statistiques mondiales montrent les principaux pays producteurs de blé au cours de la campagne de commercialisation 2016/2017 à 2018/2019, en milliers de tonnes. De 2017 à 2018, l'Union européenne figurait parmi les premiers producteurs de blé au monde, avec une production de plus de 150 millions de tonnes. Au cours de la même période, la production de blé de la Chine au deuxième rang était de près de 130 millions de tonnes. **(Statista, 2019).**

# **Chapitre II :**

## **Généralités sur la farine de blé**

## II.1 Généralité sur la farine de blé tendre

### II.1.1 Définition de la farine

La dénomination farine de blé tendre ou froment est le produit obtenu après mouture de l'amande du grain de blé de l'espèce *Triticumaestivum*, que l'on a broyée et nettoyée. Le blé tendre est utilisé pour faire la farine panifiable utilisée pour le pain.



**Figure II.1 :** la farine [7].

### II.1.2. Composition chimique de la farine de blé tendre

Il est important pour le meunier de pouvoir établir la carte d'identité de chacune de ses Fabrications. Cela lui permet de classer ses farines et de répondre précisément aux besoins du Boulanger. Chaque composant joue un rôle essentiel au moment de la fabrication du pain. (Atwell, 2001).

**Tableau II.1 :** Composition chimique de la farine de blé. (Atwell, 2001).

Constituants	% matières sèche de la farine
Amidon	60 à 72
Protéines	7 à 15
Eau	13 à 16
Sucres	4.5 à 5
Matières grasses	1 à 2
Matières minérales	0.4 à 0.6

### II.1.3. Différents types de farine

La classification des farines (tableau 2), est basée sur la teneur en cendres ou matières minérales. Du type 45 à 150, on passe de la farine la plus blanche (faible taux d'extraction en farine) à la plus « piquée », riche en enveloppes du grain (taux d'extraction en farine élevé). Cette différenciation est basée principalement sur la notion de pureté ou de blancheur, et ne correspond pas à une notion de valeur technologique même si le travail des pâtes est plus aisé avec des farines blanches qu'avec des farines bisées et complètes.

Il existe un certain nombre de type de farine bien déterminée.

- ❖ -T45 : Farine blanche utilisée pour la pâtisserie.
  - ❖ -T55 : Farine utilisée pour le pain de campagne.
  - ❖ -T65 : Farine blanche sert à faire le pain de campagne, ou tout autre pour des traditions
  - ❖ Généralement issues de l'agriculture biologique cette dernière ne contient pas d'acide ascorbique (vitamine C)
  - ❖ -T80 : Farine bise au semi complète utilisée couramment dans la boulangerie biologique sert à faire le pain semi complet.
  - ❖ -T110 : Farine complète.
  - ❖ -T150 : Farine intégrale est utilisée pour la fabrication du pain complet.
- (Romain et al., 2007).

**Tableau II.2 : Types de la farine de blé (Romainet al., 2007).**

Types de farine	Taux de cendre en %	L'humidité	Taux d'extraction moyenne	Aspect des farines
<b>45</b>	<b>Inférieur à 0.5</b>	<b>15.5</b>	<b>67</b>	
<b>55</b>	<b>0.5à0.6</b>	<b>15.5</b>	<b>75</b>	<b>Blanches</b>
<b>65</b>	<b>0.62à0.75</b>	<b>15.5</b>	<b>78</b>	
<b>80</b>	<b>0.75à0.9</b>	<b>15.5</b>	<b>80à85</b>	<b>Bises</b>
<b>110</b>	<b>1à1.2</b>	<b>15.5</b>	<b>85à90</b>	
<b>150</b>	<b>Supérieur à1.4</b>	<b>15.5</b>	<b>90à98</b>	<b>Complète</b>

**II.1.4 : Transformation de blé tendre en farine**

« L'objectif de la 1<sup>ère</sup> transformation est d'isoler l'albumen amylicé des parties périphériques (à savoir les enveloppes ; la couche a aleurone et le germe). C'est une opération de fragmentation et de séparation » (**Godon et Willm ; 1991**). Les grains de blé ont certaines caractéristiques : les enveloppes s'incrudent dans le sillon par conséquent l'élimination des enveloppes s'effectue de l'intérieur vers l'extérieure (nom du procédé : mouture). Le broyage du blé dépend du taux d'extraction :

**Taux d'extraction = Poids de farine ou de semoule extraite**  
**100 kg de blé sale mis en œuvre**

La farine extraite à un taux de 75% équivaut à la farine obtenue de la mouture, dans laquelle 75 kg sont extraits de 100 kg de blé usé.

**1. Le nettoyage :** Selon **Scheffer et Uzwil (1979)** ; le nettoyage a pour but :

- ✓ L'élimination des graines noires et colorées afin de limiter le nombre de piqures dans les semoules.
- ✓ L'enlèvement des pierres de manière à éviter la présence des débris minéraux dans les semoules
- ✓ L'élimination des graines toxiques et nuisibles ; ainsi que les graines étrangères comme les graines longues (orge ; avoine) ou rondes (vesce ; nielle).
- ✓ La suppression des insectes et de leurs fragments.
- ✓ La réduction du nombre de contaminations microbiennes.
- ✓ L'élimination de la poussière qui est logée à l'intérieure du sillon ; ainsi que celle qui adhère la brosse du grain.

Pour le nettoyage, il faut disposer de l'équipement suivant : séparateur sous vide, trieuse magnétique des graines rondes ou longues et brosse à blé. (**Doumandji ;2003**).

**2. La préparation du blé à la mouture (conditionnement) :** Cette opération a deux objectifs  
Premièrement, cela adoucira la peau externe du grain et rendra l'humidité légèrement supérieure à celle des amandes. Cela facilite la séparation de la peau du noyau d'amande.  
□Deuxièmement, il s'agit de mettre les amandes en poudre à l'état physique afin de les convertir en farine le plus tôt possible.

**3. mouture du blé** : La mouture du blé comporte deux opérations :

- **Fragmentation** : La fragmentation s'effectue grâce à des claumeurs; des convertisseurs et des désagrégeurs ce qui a pour but final l'obtention de particules plus fines (farine ou semoule).

- **Séparation** : à cette étape, l'enveloppe et les particules sont séparées par tamisage.

Par conséquent, les particules sont classées en fonction de leur taille de particule. On utilise les sasseurs dans le cas du blé dur qui permet un classement aérodynamique des différentes semoules avec une purification. Dans le cas du blé tendre on utilise des plansichters (dans ce cas le classement des particules s'effectue en fonction de leurs volumes).(Doumandji . ;2003).

**Tableau II.3** : Composants d'une farine boulangère et leurs rôles. (Doumandji ;(2003)).

Composants	Quantité (en poids) ( g ou Kg)	Rôle
Farine	100	Sources de gluten ; d'amidon ; de lipides ; ...
Eau	50-65	Agent plastifiant.
Chlorure de sodium	2.00	Saveur ; durcissement du gluten.
Levure	2.00	Fermentation
Malt	0.50	Source d'amylases et de protéases.
Sel d'ammonium	0.50	Substrat pour les levures.
Saccharose ou glucose	6.00	Saveur ; couleur ; substrat pour les levures.
Lait écrémé en poudre	6.00	Saveur ; couleur ; effet tampon sur le pH.
Lipides ou glycolipides	4.00	Amélioration de la texture.
Propionate de calcium	0.20	Agent anti-microbien.
Vitamines et sels minéraux	Traces	Enrichissement nutritionnel.

Il existe des interactions entre les protéines et l'amidon et entre les protéines, Amidon et lipides. L'ajout d'une quantité supplémentaire de glycolipides naturels (mono ou galactosyl diglycérides) ou synthétiques (saccharose ou lactose et esters d'acides gras) a un effet bénéfique sur le volume et la texture du pain. **(Doumandji ;2003).**



**Figure II.2 : fabrication de la farine [site 8]**

### **II.1.5 : Contaminants**

#### **❖ Métaux lourds**

La farine de blé doit être exempte de métaux lourds en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine **(Codex ; 1985).**

#### **❖ Résidus de pesticides**

La farine de blé doit être conforme aux limites maximales de résidus fixées par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit **(Codex ; 1985).**

#### **❖ Mycotoxines**

La farine de blé doit être conforme aux limites maximales de mycotoxines fixées par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit. **(Codex ; 1985).**

### **II.1.6 : Hygiène**

La farine doit être exempte de matière indésirable comme :

- Les microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé
- Les parasites qui peuvent être nocifs pour la santé
- Les infections toxiques et les niveaux de mycotoxines peuvent être dangereux
- Pour la santé de l'homme et de l'animal. **(Codex ; 1985).**

### **II.1.7 : Conditionnement**

La farine doit être emballée dans des récipients préservant les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit. Les récipients, y compris les matériaux d'emballage, doivent être fabriqués avec des matériaux sans danger et convenant à l'usage auquel ils sont destinés. Ils ne doivent transmettre au produit aucune substance toxique, ni aucune odeur ou saveur indésirable. Lorsque le produit est emballé dans des sacs, ceux-ci doivent être propres, robustes et solidement cousus ou scellés. **(Codex ; 1985).**

### **II.1.8 : Agents de traitement de la farine Concentration maximale dans le produit fini**

- Acide-L ascorbique et ses sels de sodium et de potassium = 300 mg/kg
- Chlorhydrate de L-cystéine = 90 mg/kg
- Anhydride sulfureux (uniquement dans les farines pour la confection de biscuits et de gâteaux en pâtisserie) = 200 mg/kg
- Phosphate mono-calcique = 2 500 mg/kg
- Lécithine = 2 000 mg/kg
- Chlore dans les gâteaux à base de farines spéciales = 2 500 mg/kg
- Dioxyde de chlore pour les articles de boulangerie à Base de levures = 30 mg/kg
- Péroxyde de benzoyle = 60 mg/kg
- Azodicarbonamide pour le pain au levain = 45 mg/kg. **(Codex ; 1985).**

### **II.1.9 : Processus de panification**

La panification est un processus de mise en œuvre de la fabrication du pain, en général dans un même lieu, la boulangerie. Elle se fait par des opérations unitaires distinctes mais liées et qui sont ordonnées de manière spécifique en fonction du type de pain (pain courant français, pain de tradition française, pain au levain, etc.). Elles visent à des caractéristiques qualitatives attendues, et font appel à du matériel ou des opérations manuelles, des matières premières, du savoir-faire et des pratiques boulangères par des paysans-boulangers ou artisans boulangers. **(Philippe Roussel. ; 2020).**

### **II.1.10 : La valeur meunière et la valeur boulangère d'un blé**

Le terme de valeur meunière englobe, par définition, la Somme des qualités que présentera un blé durant sa mouture. Le terme de valeur boulangère se rapporte à l'appréciation des qualités des pâtes obtenues avec la farine d'un blé considéré. Précisons toutefois qu'il n'y a pas de frontière nette entre la valeur meunière et la valeur boulangère : le meunier lui-même étant le premier intéressé par la valeur boulangère des farines qu'il fabrique. (Calvel ;1980).

- **La valeur meunière**

Les facteurs de la valeur meunière d'un blé sont les suivants :

a) Le rendement possible d'un blé en farine

On pourrait dire que c'est le pourcentage théorique de farine présent dans un blé donné. Et, bien qu'il soit impossible, avec les procédés de mouture actuelle, d'extraire du grain la totalité

de la farine théoriquement présente, plus ce pourcentage ne sera élevé, plus la quantité de farine extraite d'un blé, toutes conditions égales par ailleurs, sera grande.

b) La faculté de séparation de l'amande farineuse des enveloppes qui la recouvrent.

- **La valeur boulangère**

La valeur boulangère d'un blé est une notion représentée ; toutes conditions de fabrication égales par ailleurs — par les aptitudes de la farine, qui en est tirée, à donner du beau et du bon pain, dans des conditions de travail et de rendement en harmonie avec une fabrication normale.

-Deux groupes de facteurs importants l'influencent :

1) Les qualités physiques de la pâte obtenue : Celles-ci, que l'on désigne, couramment, sous le terme de qualités plastiques, sont caractérisées par le degré « d'élasticité », de ténacité et de souplesse de la pâte.

2) Ses qualités fermentatives : La production gazeuse, qui se produit durant la fermentation panariaire, est liée à la quantité de sucres préexistants et à la bonne marche de l'amylolyse.

Et cette dernière est liée à la teneur de la farine en amylase et aux conditions dans lesquelles elle se développe (température, acidité du milieu, etc.).(Calvel., 1980).

### II.1.11 : Pétrissage

Opération de structuration des ingrédients d'une pâte afin d'obtenir la formation d'un réseau tridimensionnel, le gluten. Le pétrissage correspond principalement au développement et à l'orientation des protéines du gluten, en fonction des types de sollicitations mécaniques, notamment la compression et le cisaillement, et du régime d'écoulement de la pâte. Un travail en extension de la pâte, lorsque le réseau se forme, conduit à favoriser une incorporation plus irrégulière de l'air dans la pâte, on parle de « soufflage » ; cet effet est obtenu par certains pétrins mais aussi, en pétrissage manuel, par étirement et rabat de la pâte dans la dernière étape du pétrissage. Le pétrissage impacte directement la quantité, la répartition et la stabilisation de l'air dans la pâte. Un pétrissage dit « intensif » conduira, par rapport à un « pétrissage avec peu d'énergie dispersée », à une quantité d'air incorporée plus forte et à une dispersion plus régulière de l'air dans la pâte. Il préfigurera des structures de mie avec de nombreuses alvéoles, petites et régulières (mie mousseuse et moelleuse) et une croûte plus fine et croustillante. En panification au levain, le pétrissage, généralement peu intensif, va donner une structure alvéolaire avec moins d'alvéoles, plus irrégulières aux parois plus épaisses, donc une mie et une croûte plus fermes. Sur la pâte en fin de pétrissage, le gluten, moins bien formé, stabilise moins l'eau ce qui provoque du suintement ; l'expression « morveuse » pour désigner une pâte mal pétrie qui reste suintante et relâche son eau peut être encore utilisée. Ce phénomène disparaît en cours de pointage avec l'évolution de la force de la pâte. À intensités de pétrissage, quantités et qualités de gluten et consistances identiques, les différences de structure de mie et de croûte seront impactées par le ferment utilisé (levain ou levure) et son activité. **(Philippe . ;2020).**



**Figure II.3 : Pétrissage [Site 8]**

### **II.1.12 : La fermentation**

La fermentation (pousse), de type alcoolique, est provoquée par l'action de la levure qui transforme les sucres présents dans la pâte en alcool (éthanol) et en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et est accompagnée d'un dégagement d'énergie. En l'absence d'oxygène.

La fermentation s'effectue dans une enceinte contrôlée entre 28 et 30 °C avec une humidité relative entre 80 et 90 p. cent. Elle se fait en trois étapes :

- Le pointage
- L'apprêt
- Début de la cuisson. (A. Doumandji -; et al ;2003).



**Figure II.4 : la fermentation [site 8]**

### **II.1.13 Cuisson**

C'est au cours de la cuisson que la transformation de la pâte fermentée ; en pain ; s'accomplit. Au cours de la première cuisson ; la fermentation à l'intérieur du pâton poursuit son activité jusqu'à ce que la chaleur interne ; atteignant une température comprise entre 45 et 50C° ; provoque la destruction des ferments et stoppe alors toute action de leur part. L'élévation de la température agit ensuite entre 60 et 70C°. Sur le gluten qu'elle coagule et sur l'amidon qu'elle transforme en empis. Le produit perd progressivement et rapidement sa plasticité et le pain prend son aspect définitif. (A. Doumandji ; et al ;2003).



**Figure II.5 : Cuisson [site 8]**

#### II.1.14 Additifs & améliorants en Panification

- **L'acide ascorbique :**

Il améliore le réseau glutineux durant le travail de la pâte et l'apprêt, et il améliore la tolérance des pâtes à l'enfournement.

**Mode d'action en panification :** Il s'agit d'un puissant réducteur capable de créer des ponts disulfures entre les chaînes protéiques du gluten, ce qui permet de renforcer le réseau glutineux, et améliore donc la fermeté de la pâte qui va retenir davantage les gaz de fermentation. (Amrouche ;2012).

- **La lécithine de soja (émulsifiant) (Maximum 300g/ quintal) :**

- Rendre la pâte molle et apporte de la souplesse (ingérer du gras).
- Rendez les pâtes plus faciles à étirer.
- Permet d'obtenir des miettes plus molles et plus fines.
- Limitez la stagnation. (Amrouche ;2012)

- **Amylase :**

Ce sont en fait des enzymes naturellement présentes dans les grains de blé, donc elles sont également présentes dans la farine. En tant qu'additif, l'amylase peut être d'origine fongique. Ils améliorent la tenue de la pâte en machine à pain et améliorent le volume et l'apparence du pain pendant le processus de cuisson. (Amrouche ; 2012)

- **Blé malté :**

Mode d'action : c'est un blé qui a germé et qu'on a torréfié. Donc, ce blé est riche en amylase. Il peut améliorer le développement et l'apparence du pain, la couleur de la croûte et la texture de la mie. . (Amrouche ; 2012)

- **Le gluten :**

C'est la protéine indispensable du blé. Il renforce le réseau des pâtes, Il confère l'élasticité et aussi progresse la plasticité et le développement. Il augmente aussi la capacité d'hydratation et la résistance mécanique de la farine. (Amrouche ;2012)

- **La farine de fève :**

Obtenue par mouture, elle favorise le blanchiment de la pâte et de la mie de pain. Elle active aussi la fermentation et améliore la tolérance des pâtes. Enfin elle permet d'augmenter le volume et donne une croûte homogène aux pains L'ajout de farine de fève dans une pâte à pain permet de fixer l'oxygène de l'air lors des pétrissages intensifiés, grâce à une enzyme, nommé lipoxygénase, qui permet d'accélérer l'oxydation de la pâte. (Amrouche ; 2012).

- **Gomme de guar :**

La gomme de guar (E412) est extraite de la graine du légumineux *Cyamopsistetragonoloba*, où elle sert de réserve d'aliments et d'eau. Elle est utilisée comme épaississant et stabilisant dans les aliments grâce à sa texture uniforme et ses propriétés pour former des gels. Sinon, il peut être éventuellement remplacé par de l'agar-agar qui augmente la durée de conservation du pain sans gluten. (Amrouche ; 2012)

- **Gomme de xanthane**

Elle est utilisée comme stabilisateur, épaississeur et émulsifiant dans l'industrie alimentaire. Cela coûte relativement cher. (Amrouche ;2012).

### **II.1.15 Qualité réglementaire de la farine de blé**

➤ **Facteurs de qualité – critères généraux**

La farine de blé et tout ingrédient ajouté doivent être saine et propres à la consommation humaine (**Codex ; 1985**) la farine de blé doit être exempte d'odeur et de goûts anormaux et ne doit pas contenir d'insectes vivants.

➤ **Facteurs de qualité – critères spécifiques**

❖ **Teneur en eau 15,5 % m/m maximum**

Une teneur moindre en eau peut être exigée pour certaines destinations, compte tenu du climat, de la durée du transport et de celle du stockage. Les gouvernements acceptant la norme sont priés d'indiquer et de justifier les critères applicables dans leur pays (**Codex ; 1985**).

❖ **Ingrédients facultatifs**

Les ingrédients suivants peuvent être ajoutés à la farine de blé en des quantités nécessaires à des fins technologiques :

- Produits à base de malt à activité enzymatique obtenus à partir du blé, du seigle ou d'orge ;
- Gluten vital de blé ;
- Farine de soja et de légumineuse. (**Codex ; 1985**).

# **Chapitre III :**

# **Matériel et Méthodes**

## **Matériel et Méthodes :**

### **Introduction :**

Nous n'avons pas pu faire le pratique en raison des circonstances exceptionnelles « Virus corona » qui traverse le pays et le monde.

Et Pour le but d'étudier les caractéristiques physico-chimiques et technologiques de blé tendre ; Nous avons pris le travail **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** et aussi **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem**.

Selon le travail de **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** : le but de leur travail est l'objectif d'apprécier la qualité technologique des farines de blé tendre commercialisées par le moulin de Baghlia. Donc ils sont fait des analyses physico-chimiques et technologiques ; qui sont présentées par : les tests physicochimiques (taux d'humidité et taux d'affleurement) et technologiques (test de sédimentation SDS, le gluten, et l'essai à l'alvéographe Chopin) et le cendre de farine.

Et selon la mémoire de GUASMI Zeyneb et TAHMI Meriem ; que le travail qui a été fait est réalisé dans l'objectif du suivi la qualité physicochimique et technologique de blé tendre utiliser pour la fabrication de farine et la farine commercialisée par Complexe commerciale et industrielle HODNA MSILA, et la comparaison des différents résultats des analyses par les Normes pour déterminer la qualité de blé tendre utilisé pour la fabrication de farine et la qualité de farine commercialisé.

### **III.1. Taux d'affleurement :**

Le taux d'affleurement est un examen granulométrique

$$\text{Taux d'affleurement} = (m_0 / m_1) \times 100$$

$m_0$ : Masse du refus en gramme

$m_1$  : Masse de l'échantillon en gramme. ( **Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)**).

**Matériel :** Tamis

**Réactif :** Farine

**-Mode opératoire :**

-mettre 100g de farine sur un tamis à une ouverture de maille égale 200

- fermer par le couvercle la boîte réceptrice.
- mettre en mouvement de 5 min
- noté le poids de chaque refus enfin d'expérience.

### III.2. Taux l'alvéographe :

L'alvéographe est un appareil permettant de déterminer le comportement mécanique d'une pâte de farine (sa force boulangère).

Le principal intérêt de l'alvéographe est de prédire l'aptitude d'un blé ou d'une farine à être utilisé dans la fabrication de produits de cuisson. (**Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)**).



**Figure III.1 : Alvéographe [site 9].**

-Les différents paramètres alvéographiques sont :

P (mm) ou ténacité de la pâte :

- L (mm) : extensibilité de la pâte, en mm
- G (cm<sup>3</sup>) : gonflement de la pâte, « indice de gonflement de la bulle » et l'aptitude du réseau de gluten à retenir un gaz.
- W (10<sup>-4</sup> joules) : force boulangère
- P/L : C'est le rapport de configuration de la ténacité/l'élasticité.
- Ie (indice d'élasticité). (**Bengriche et Tiliouine ; (2016-2017)**).

#### **-Principe :**

Le principe de la mesure repose sur l'étude du comportement d'un échantillon de pâte ; formé à partir d'un mélange de farine et d'eau salée lors de sa déformation sous l'effet d'un déplacement d'air à débit constant.

Dans un premier temps ; le disque de pâte résiste à la pression et ne se déforme pas ; puis il gonfle sous forme de bulle plus ou moins volumineuse selon son extensibilité et éclate.

L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe ; appelée alvéogramme.

**Matériel :** Alvéographe.

**Réactif :** Farine

L'eau salée

### **-Mode opératoire :**

-Préparé la pâte à partir de farine et l'eau salée.

-étudiées son comportement sous l'action d'une pression d'air.

-Obtenir la courbe alvéogramme qui représente l'évolution à l'intérieure de bulle en fonction de temps.

### **III.3. Cendre de farine :**

Teneur en cendres du blé et de la farine est importante pour la mouture. Meuniers besoin de connaître la teneur globale en minéraux du blé pour atteindre ou des niveaux de cendres spécifiés dans la farine. Étant donné que les cendres sont principalement concentrées dans le son, la teneur en cendres de la farine est une indication du rendement auquel on peut s'attendre pendant le fraisage. La teneur en cendres indique également les performances de fraisage en révélant indirectement la quantité de contamination par le son dans la farine. Cendre dans la farine peut affecter la couleur, donnant une couleur plus foncée aux produits finis. Certains produits de spécialité nécessitant une farine particulièrement blanche nécessitent une faible teneur en cendres tandis que d'autres produits, tels que la farine une teneur élevée en cendres. (Naega , 2005)

Incinération d'une prise d'essai jusqu'à combustion complète ; à une température de 550°C ; il est nécessaire d'ajouter de l'éthanol pour les enflammer (pré-incinération) ; on introduit les capsules à l'intérieur du four, et on attend la combustion complète de la totalité du produit.

-Le taux de cendre (TC) est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche.

$$TC (\%) = (m_2 - m_1) \times (100/m_0) \times (100/100-H)$$

$m_0$  : masse en gramme de la prise d'essai.

$m_1$  : masse en gramme de la capsule d'incinération.

$m_2$  : masse en gramme de la capsule d'incinération et du résidu d'incinération.

H : teneur en eau (%) en masse de l'échantillon. .( Bengriche et Tiliouine ; (2016-2017)).

**Matériel :** Le four

**Réactif :** Farine

Ethanol

**-Mode opératoire :**

-calciner un échantillon de 2g de farine à une température de 550C°.

-Ajouter l'éthanol pour les enflammer.

-Introduire les capsules à l'intérieure du four.

-Attendre 4h pour obtenir la combustion complète de la totalité.

### **III.4. Mesure de l'indice de sédimentation (test de ZELENY)**

**-Intérêt**

L'indice de sédimentation a deux intérêts principaux :

- Un intérêt réglementaire : il est retenu comme critère dans la définition des conditions minimales à l'intervention.
- Un intérêt technique : il permet de classer les blés suivant leur qualité.

L'analyse est simple et rapide, et nécessite peu de manière première.( **Collectif ;2001**)

**-Principe**

Le principe de la mesure de l'indice de sédimentation repose sur l'aptitude des protéines de la farine à gonfler en milieu acide. L'indice de Zélény correspond à la hauteur du dépôt obtenu après agitation et sédimentation d'une préparation de farine en suspension dans un réactif (acide lactique, isopropanol et colorant).( **Collectif ;2001**)

La mouture est réalisée sur un moulin spécifique qui fait partie intégrante de la méthode.

**Matériel :** Eprouvette

**Réactifs :** solution SDS

Acide lactique

Eau distillée

Farine

**-Mode opératoire :**

- Introduire une quantité de farine dans l'éprouvette

- Ajouter l'eau distillée
- Ajouter brutalement dans un temps bref
- Introduire une quantité de solution SDS et acide lactique
- Laisser au repos dans un temps

### **III.5. Teneur en gluten**

#### **III.5.1. Gluten humide**

##### **-Principe**

La teneur en gluten humide est déterminée en lavant la farine ou le blé moulu échantillon avec une solution saline pour éliminer l'amidon et les autres solubles de l'échantillon. Le résidu restant après le lavage est le gluten humide.

Le test de gluten humide fournit des informations sur la quantité et les estimations la qualité du gluten dans les échantillons de blé ou de farine. Le gluten est responsable des caractéristiques d'élasticité et d'extensibilité de la pâte de farine. (NAEGA ; 2005)

La teneur en protéines est une spécification de farine courante requise par utilisateurs finaux dans l'industrie alimentaire.

**Matériel :** Pas de matériel

**Réactifs :** la farine

L'eau salée

##### **-Mode opératoire :**

- Mélanger 10g de farine avec 5ml d'eau salée
- Isoler le gluten de la farine par lixiviation d'un pâton sous un mince filet d'eau désionisée ou salée
- Peser le gluten obtenu

##### **Méthode de calcul :**

La teneur en gluten (GH) humide est exprimée en pourcentage :

$$\text{GH (\%)} = (m_0/m_1) * 100$$

**M0 :** la masse de farine en g

**M1 :** la masse de gluten en g

### III.5.2. Gluten sec

#### -Principe

Le principe du dosage du gluten sec repose sur le séchage ou l'élimination de la fraction d'eau présente dans le gluten humide. ( **Bengriche et Tiliouine ; (2016-2017)**).

#### Méthode de calcul :

La teneur en gluten sec (GS) exprimée en pourcentage de fraction massique de l'échantillon initial est égale à :

$$\text{GS (\%)} = \text{M2/M0} \times 100$$

#### A. Capacité d'hydratation du gluten

La capacité d'hydratation du gluten (CH) représente la quantité d'eau absorbée par le gluten. ( **Bengriche et Tiliouine ; (2016-2017)**).

#### Méthode de calcul :

$$\text{CH\%} = (\text{Teneur en gluten humide} - \text{Teneur en gluten sec}) / (\text{Teneur en gluten humide}) \times 100$$

### III.6. Humidité

#### -Principe

La détermination de la teneur en humidité est une première étape essentielle dans l'analyse de la qualité de la farine puisque ces données sont utilisées pour d'autres tests.

L'humidité est également un indicateur de la capacité de stockage du grain. Farine avec une teneur élevée en humidité (plus de 14,5%) attire les moisissures, les bactéries et les insectes, qui provoquent tous une détérioration pendant le stockage. Blé ou farine à faible la teneur en humidité est plus stable pendant le stockage.

La teneur en humidité peut être un indicateur de rentabilité de la mouture. Farine est vendu au poids, le grain est acheté au poids et de l'eau est ajoutée pour atteindre le niveau d'humidité standard avant le fraisage. Plus il y a d'eau ajoutée, plus de poids et de rentabilité tirés du blé.

(**NAEGA ; 2005**)

#### Matériel : Etuve

Balance analytique

Dessiccateur

**Réactifs :** La farine

**-Mode opératoire :**

- Broyer et sécher de produit à une température bien définie pendant une durée déterminée
- Réaliser le séchage à une température de 130C° dans une étuve en utilisant la balance analytique sensible +/- 0.1mg et dessiccateur

### **III.7. Analyse microbiologique**

La farine de blé entier été analysés pour leur contenu microbien, à savoir. Nombre total de plaques (TPC) et le nombre de levures et de moisissures (YMC) pour accéder aux sécurités microbiennes des farines avant transformation. Le TPC et Les YMC des farines ont été réalisées selon la norme méthodes (AOAC 2000). Un échantillon de farine (10 g) a été pesé de manière aseptique dans un flacon contenant 90 ml d'eau distillée stérilisée pour effectuer une dilution 10-1. L'échantillon a ensuite été tourné sur un agitateur rotatif à 30 C pendant 10 min pour suspendre microbes dans l'eau. Ensuite, des dilutions en série jusqu'à 10-6 ont été préparées à partir de cette suspension. Pour TPC, 1 ml aliquote de toutes les dilutions ont été ajoutées à des boîtes de Pétri stériles (en triple pour chaque dilution) auquel, 15 ml de stérile, refroidi (45 C) un milieu gélosé nutritif a été versé. Lors de la solidification, le les plaques ont été incubées, en position inversée pendant 48 h à  $35 \pm 2$  C.

Pour YMC, 1 ml aliquote de dilutions (jusqu'à 10-5) ont été ajoutés à des boîtes de Pétri stériles (trois exemplaires pour chaque dilution) pour qui, 15 ml d'agar-dextrose de pomme de terre stérile et froid (45 C) les médias ont été versés. Lors de la solidification, les plaques ont été incubé, en position inversée pendant 5 jours à  $25 \pm 2$  C.

La limite supérieure pour compter les colonies de TPC et YMC était de 300 et 150, respectivement. Les résultats ont été rapportés en log10 unités formant colonie (ufc)/g. **(Bhavnita Dhillon et al ; 2020).**

# **Chapitre IV :**

# **Résultats et Interprétation**

**-Taux d'affleurement :**

**Tableau VI.1 :** Taux d'affleurement des farines. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).

<b>Farine</b>	<b>Taux d'affleurement (%)</b>	<b>Les normes (%)</b>
Farine 1	96	$\leq 180$
Farine 2	75	$24 \leq X \leq 129$

La farine 1 de **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** représentent le taux d'affleurement 96 sont conformes aux normes ( $\leq 180$ ) et la farine 2 de **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** représentent 75 dont leur taux est compris entre 24 et 129 ; ces résultats sont en ligne avec le taux d'affleurement et les grains de farine ne sont pas rejetés ; ce qui indique la finesse des deux produits.

**-Taux l'alvéographe :**

**Tableau VI.2 :** Résultats des analyses alvéographiques. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).

<b>Farine</b>	<b>Force boulangère (10-4 j)</b>	<b>Les normes (10-4 j)</b>
Farine 1	183	$130 \leq X \leq 250$
Farine 2	155.5	$149 \leq X \leq 162$

La force boulangère « w » Les valeurs obtenues montrent que les farines 1 sont  $w = 183$  dont leur force est comprise entre  $w = 130$  et  $w = 250$  sont conformes aux normes requises pour la panification ; et Les valeurs des farines 2 sont  $w = 155.5$  dont leur force est comprise entre  $W = 149$  et  $W = 162$  sont conformes aux normes requises pour la panification. Cela est dû à la bonne qualité de l'échantillon de blé ; qui est utilisé comme principe de mesure dans l'appareil l'alvéographique

**- Cendre de farine :**

**Tableau VI.3 :** Cendre de farine des farines. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).

<b>Farine</b>	<b>Cendre de farine (%)</b>	<b>Les normes (%)</b>
Farine 1	0.66	$0.56 \leq X \leq 0.76$
Farine 2	0.66	$0.61 \leq X \leq 0.71$

Les farines 1 de **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** présentent des taux 0.66 est comprise entre 0.56 et 0.76 et la farine 2de **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** présentent des taux 0.66 qui est comprise entre 0.61et 0.71 donc les valeurs obtenues sont acceptables et conformes à la norme de cendre ; Ils sont donc considérés comme excellents et purs.

### **-Test de sédimentation**

**Tableau VI.4** : les résultats de test de sédimentation. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).

<b>Farine</b>	<b>Résultat de test (%)</b>	<b>Normes (%)</b>
Farine 1	56	$X < 90$
Farine 2	24.8	$22 < X < 30$

D'après les résultats obtenus dans ces 2 expériences réalisés dans ces mémoires concernant le test de sédimentation :

La valeur moyenne des analyses effectuées est 56 donc elle est conforme aux normes internationales utilisées dans cette étude (farine 1). Pour l'autre valeur trouvée 24.5 qui correspond également aux valeurs qui ont été prises comme référence (farine 2)

### **-Test de gluten**

Il faut noter les caractéristiques du gluten telles que :

- La facilité d'obtention
- L'élasticité
- La consistance
- La couleur

**Tableau VI.5 :** Taux de gluten des farines. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).

Farine	Gluten humide (%)	Gluten sec (%)	Gluten sec (%)	Normes (%)
Farine 1	24.3	8.1	66.67	67 à 68% (capacité d'hydratation) 8-10% (le taux de gluten sec)
Farine 2			65.65	64.98-66.32

Cependant, les caractéristiques technologiques des blés dépendent à la fois de la quantité et de la qualité des protéines du gluten. En ce qui concerne la capacité d'hydratation du gluten, le tableau montre que les deux farines ont une capacité d'hydratation qui répond à la norme.

### -Test d'humidité

Humidité de la farine est un élément d'une importance capitale pour sa conservation, si l'humidité est très élevée, la durée de stockage est limitée le développement des moisissures est favorisé par contre une humidité très faible favorise l'oxydation de la farine.

**Tableau VI.6 :** Taux d'humidité. (Bengriche et Tiliouine; (2016-2017)) ; (Guasmi et Tahmi ; (2019-2020)).

Farine	Humidité (%)	Normes (%)
Farine 1	15,4	13-16
Farine 2	15.5	15.2-16.6

Les valeurs de taux d'humidité de farine dans les deux conformes aux normes.

### -Résultat d'analyse microbiologique :

Les résultats des études microbiennes sont présentés dans le **tableau IV.1**. Le nombre initial de bactéries sur plaque de farine de blé entier était de 2,9 log<sub>10</sub> cfu/g d'échantillon de farine. Après germination pendant 3 jours, le nombre a augmenté de plus de 2 cycles log (5,4log<sub>10</sub>cfu/g d'échantillon de farine). Le nombre de levures et de moisissures en entier la

farine de blé était de 2,5 log<sub>10</sub>cfu/g d'échantillon de farine. Cette la population microbienne a augmenté de plus de 1 cycle log (3,9 log<sub>10</sub>cfu/g d'échantillon de farine) après 3 jours de germination.

Des résultats similaires ont été rapportés par, que le nombre de bactéries sur plaque est passé de 4,9 à 6,2 log<sub>10</sub>cfu/ g après la germination du blé alors que la levure et la moisissure le nombre a augmenté de 3,5 à 4,0 log<sub>10</sub>cfu/g. Cependant, une gamme typique de numération bactérienne sur plaque, levure et moisissure le nombre trouvé dans le blé utilisé pour la transformation est de 3 à 8 log<sub>10</sub>cfu/g et 2 à 7 log<sub>10</sub>cfu/g, respectivement.

Ainsi, le GWF préparé, bien qu'ayant un taux bactérien plus élevé le nombre des plaques, et le nombre des levures et des moisissures, est adapté pour la transformation en pains (**Bhavnita Dhillon et al ; 2020**).

**Tableau VI.7** : Les résultats des études microbiennes.(**Bhavnita et al. 2020**).

<b>Paramètres</b>	<b>Farine de blé entier</b>
Densité apparente (g/ml)	0,92 ± 0,02a
Capacité d'absorption d'eau (g/g de farine)	2,12 ± 0,19a
Indice de solubilité dans l'eau (%)	4,78 ± 0,30a
Capacité d'absorption d'huile (g/g de farine)	2,32 ± 0,21a
Numéro(s) décroissant(s)	420 ± 1b
pH	6,81 ± 0,06b
Teneur totale en phénols (g GAE/g farine)	1002,5 ± 26,16a
Activité antioxydante (%)	12,35 ± 0,41a
Numération bactérienne sur plaque (log10cfu/g)	2,9 ± 0,01a
Nombre de levures et moisissures (log10cfu/g)	2,5 ± 0,03a



# **Chapitre V : Discussion**

**\*Taux d'affleurement :**

La granulométrie d'une farine permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des Particules dont elle est composée ; le comportement des farines au cours de leur transformation.

Les résultats qui représentent selon **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** : que le taux d'affleurement est 96% pour la farine courante notamment la vitesse d'hydratation en dépend (FEUILLET, 2000).

La norme AFNOR (1982), fixe pour une farine courante un taux de refus au tamis de maille 180 micromètre, inférieur à 10%.

Contrairement aux résultats présentés par **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** qu'affleurement dans ce passage 70% obtenues dans ce tamis et le refus c'est une poussière de farine. Pour les résultats les farines sont affleurées de 75%

Moyenne :  $0.75 \times 100 = 75\%$

Une très bonne farine (farine fine).

Les résultats cités dans les deux thèses sont conformes aux critères taux d'affleurement.

**\*Taux l'alvéographe :**

Les résultats qui donné dans la mémoire de **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** : des W alvéographiques de 183 et des P/L élevés et déséquilibrés, elles se caractérisent aussi par des gonflements G faibles (inférieur à 20), des ténacités élevées.

Selon PENA et al. (2005), les farines qui ont un « P/L » élevé (supérieur à 1) donneront des pâtes trop tenaces, peu tolérante au pétrissage et absorbe beaucoup d'eau, ainsi qu'un faible gonflement.

Les indices d'élasticité des farines étudiés ont donné des indices compris entre 48 et 55, donc le blé à un indice d'élasticité qui peut être considéré comme bon.

Contrairement aux résultats présentés par **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** que :

Normes  $W \leq 180$  ; Selon N°91-572 de 1991 une farine a une force

Inférieur ou égal 180 est une farine panifiable ; Et ont les valeurs des analyses sont inférieur à 180 donc la farine est panifiable.

Donc appareil d'alvéographe dans les deux résultat conformes aux normes. Mais il y a une nette différence entre les valeurs et cela est dû à la qualité de farine et quelle force de cette farine.

### \*Cendre de farine :

Les résultats qui représentent selon **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** : la farine avec un taux de cendre compris entre 0.5% et 0.6% est du type 55. Donc c'est une farine courante. La farine courante est moins pure car elle contient beaucoup de matières minéralisées.

Et les résultats de : **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** : Le taux de cendres est varié entre 0.61 et 0.7. Donc on peut dire que cette farine est du type 0.65 ; Ainsi, les résultats montrent que la teneur en cendres détermine la bonne classification de la farine.

Et finalement, nous concluons que : La mesure du taux de cendres permet de connaître la minéralité d'une farine ; c'est ce taux qui détermine le classement des farines. (Plus une farine est blanche et pure, moins elle contient d'enveloppes et donc de sels minéraux).

### \*Mesure de l'indice de sédimentation (test de ZELENY)

Le test de Zeleny appliqué uniquement pour le blé tendre (*Triticum aestivum*) est un indicateur de qualité de gluten sec.

Les résultats qui représentent selon **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** que : Le volume de sédimentation est inférieur à 60 ml, c'est donc un blé de **force boulangère médiocre**. Le test SDS sédimentation a montré que les majorités étudiées peuvent être considérées comme de mauvaise qualité boulangère.

Le test de sédimentation SDS a été utilisé par **AXFORD et al. (1979)** et **PAYNE et al. (1987)**, pour prédire la force des blés et la qualité boulangère.

Contrairement aux résultats présentés par **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** que la valeur moyenne des analyses effectuées conforme aux Normes.

Donc l'indice de sédimentation de deux farines conformes aux normes. Mais il y a une nette différence entre les valeurs de ces deux et cela est dû à l'utilisation de réactif de bleu de méthylène dans la farine 2 au contraire farine 1.

### \*Test de gluten

Sur le plan technologique le gluten détermine en grande partie les caractéristiques rhéologiques de la farine.

Les résultats qui représentent selon **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** que la teneur en GS des farines appartient à l'intervalle préconisé en boulangerie à savoir entre 8 et 10%.

Contrairement aux résultats présentés par **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** que les valeurs de taux d'humidité de farine dans quelques jours conformes aux normes et dans

---

d'autres jours dépassent les normes. Lorsque la teneur en eau dépasse 15.5, il y a un risque d'altération de farine.

En ce qui concerne la capacité d'hydratation du gluten, les deux farines ont une capacité d'hydratation qui répond à la norme.

Les caractéristiques technologiques des blés dépendent à la fois de la quantité et de la qualité des protéines du gluten.

La qualité du gluten obtenue peut varier entre 8 et 12 % conforme à la norme Algérienne, cela est dû à la qualité de blé réceptionné.

### **\*Test d'humidité**

La teneur en eau des farines est un paramètre important à déterminer, car la réalisation des tests technologiques tel que l'essai au mixographe, à l'alvéographe Chopin et la précision des divers résultats analytiques exigent sa détermination.

Les résultats qui représentent selon **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine** que Les valeurs obtenues s'intercalent dans la fourchette 13-16% des teneurs en eau signalée par **GRANVOINNET** et **PRATX** (1994)

Contrairement aux résultats présentés par **GUASMI Zeyneb** et **TAHMI Meriem** que les résultats sont aux normes, et aucun effet de dommage du blé lors de stockage pour la farine lorsque le blé est dépassé 14.5% le blé considéré comme non marchand et de ce fait il est refus.

Les valeurs de taux d'humidité de farine dans les deux conformes aux normes.

Lorsque la teneur en eau dépasse 15.5, il y a un risque d'altération de farine

Les valeurs sont proches entre eux et cela est dû à utilisation de même méthode et aussi au climat qui augmente le taux d'humidité.

# Conclusion Générale

### Conclusion

Le blé tendre est la culture la plus populaire au monde. Il représente une ressource renouvelable importante pour les denrées alimentaires, les aliments pour animaux et les matières premières industrielles.

Ainsi, nous avons évoqué les travaux réalisés par **GUASMI ZEYNEB** et **THAHMI Meriem** et aussi **BENGRICHE Thoraya** et **TILIOUINE Nasrine**, qu'ils sont visés à déterminer les propriétés physiques chimiques et technologiques des farines qui ont été étudiées ; Et Les résultats obtenus sont globalement conformes aux normes algériennes.

La farine entière a été analysée pour son contenu microbien ; c'est-à-dire ; la totalité des plaques et des levures et des moisissures pour accéder aux sécurités microbiennes des farines avant transformation ; et le résultat obtenu est adapté pour la transformation en pain.

Donc Le blé joue un rôle important dans la vie quotidienne, il est utilisé dans la production de la farine la demande d'augmenter surtout dans l'Algérie.

La qualité de la farine peut être déterminée en fonction de la qualité du blé en le plantant dans des conditions adaptées à ses caractéristiques pour obtenir une bonne récolte.

Par conséquent, Donc ; Il est nécessaire d'améliorer continuellement la productivité de la qualité du blé en raison de la demande croissante pour celui-ci. Et toutes les ressources matérielles et humaines doivent être fournies pour augmenter la productivité.

# Références Bibliographiques

### Références bibliographiques

- ❖ **Abis, S. (2012).** Le blé en Méditerranée sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire relations commerciales CIHEAM, Paris.
- ❖ **Bengriche Thoraya et Tiliouine Nasrine (2016-2017).** Analyses physico-chimiques et technologiques des farines issues du moulin de « Baghlia » ; Mémoire de fin D'ETUDES En vue d'obtention de diplôme de Master II en Contrôle de Qualité et Nutrition en Agro-alimentaire ; Université M'Hamed Bougara Boumerdès.
- ❖ **A.DoumandjiAmel ;B.doumandji-MiticheBahia ;S.doumandji Salaheddine(2003).** Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock. OFFICE DES PUBLICATIONS UNIVERSITAIRES : EDITION : 2.02.4512.
- ❖ **Atwell W.A., (2001).**Wheat flour. Eagan press, Minnesota. USA, 129p
- ❖ **Anonyme1 (2016) :** [www.planétoscope.com](http://www.planétoscope.com). Annales des départements américain de l'agriculture (usda), « Production mondiale record pour le blé ».
- ❖ **Anonyme2 (2016) :** <http://www.jeune-indipendant.net>, « Production algérienne des céréales », dernière mise à jour, le 08 Avril 2016.
- ❖ **Benlemmane Samira, EL Hadi Djamel, Aouebd Ali. ;(2018).** DÉVELOPPEMENT D'UN PAIN COMPOSITE. Agrobiologia.
- ❖ **Bhavnita Dhillon ; Garima Choudhary ; Navdeep Singh Sodhi. ;(2020).** A study on physicochemical, antioxidant and microbial properties of germinated wheat flour and its utilization in breads. Association of Food Scientists & Technologists (India).
- ❖ **Calvel R, (1980),** La boulangerie moderne, Ed Egrolle. France. P22-25
- ❖ **Chennafi, H., Aidaoui, A., Bouzerzour, H. & Saci, A. (2006).** Yield response of durum wheat (*Triticum Durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. Asian Journal of Plant Sciences 5 : 854-860.
- ❖ **Codex. Stan (1985).** Norme Codex Pour La Farine De Blé. Codex Standard 152-1985. 1985, P. 4.
- ❖ **Collectif (2001) contrôle de la qualité des céréales et protéagineux** Institut technique des céréales et des fourrages ,8,avenue du président Wilson ,75116 paris
- ❖ **Cruz J.F., Hounhouigan D.J. Havard M., Ferre T(2019).** La transformation des grains. Collection Agricultures tropicales en Poche, Qua, Presses agronomiques de Gembloux, CTA, Versailles, Gembloux, Wageningen. P23-26

- ❖ **Djermoun, A. (2009).** Etude sur La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. Nature et Technologie 1 : 45-53.
- ❖ **Farid Amrouche (2012),** De blé au pain, Génie alimentaire
- ❖ **Guasmi Zeyneb, Tahmi Meriem (2019-2020).** Suivi qualité physicochimique et technologique durant les étapes de fabrication de farine « cas d'un moulin industriel Hodna msila » ; mémoire : master académique filière : biologie option : nutrition et science des aliments ; universite mohamed Boudiaf de msila.
- ❖ **Henry, Y. & De Buyser, J. (2001).** L'origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp : 69-72.
- ❖ **Inraa (2006).** Deuxième rapport national sur l'état des ressources phylogénétique pour l'alimentation et l'agriculture, pp : 12-17.
- ❖ **Jaques Mathiu ;(2012).** DIAGNOSTIC DES ACCIDENTS DU BLE TENDRE. Directeur générale ARVALIS-institut du végétal. 3rue Joseph et Marie Hackin 75116 Paris.
- ❖ **Kellou R, (2008).** « Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives sud céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop ». Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM), Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.
- ❖ **MADRP (2018).** Statistiques du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural et de la Pêche.
- ❖ **NAEGA S., (2005).** Wheat and flour testing methods: A guide to understanding wheat and flour quality. Published by "Wheat Marketing Center, Inc". Portland, Oregon, USA.
- ❖ **Philippe Roussel, Bernard Onno, Elisa Michel, Delphine Sicard, coord (2020).** La panification au levain naturel Éditions Quæ RD 10, 78026 Versailles Cedex, France p68-69
- ❖ **Padilla ET Oberti, (2000).** Cité par Rym Kellou (2008).
- ❖ **Romain J., Thomas C., Pierre S., Gerard B., (2007).** Science des aliments : biochimie-microbiologie-procédés-produits. Lavoisier, Paris, 449p.
- ❖ **Statista (2019).** Les principaux pays producteurs de blé dans le monde 2016-2019. <https://fr.statista.com/>

### Site web :

- [1] : <https://www.rapport-gratuit.com/projet-de-fin-detudes-comparaison-des-proprietes-boulangeres-de-farines-issues-de-bles-locales-et-de-bles-importes/>. (La date : 18/05/2021 à 19 :14)
- [2] : <https://agronomie.info/fr/aperçu-sur-le-cycle-biologique-du-ble/> (La date : 18/05/2021 à 19 :14).
- [3]: <https://www.fermeallicoud.com/fermepommart/stockage-et-conservation-du-ble/>.(La date :22/05/2021 à 14 :45).
- [4] : <https://www.arvalis-infos.fr/ventiler-les-cereales-des-la-recolte-@/view-10721-arvarticle.html>.(La date :25/05/2021 à 18 :00).
- [5] : <https://www.arvalis-infos.fr/fusarioses-des-epis-du-ble-attention-aux-pluies-autour-de-la-floraison-@/view-32608-arvarticle.html>.(La date : 25/05/2021 à 17 :53).
- [6] : <http://aaafasso.fr/nature-environnement/cartes-globales-des-vers-nematodes-du-sol/> (La date : 25/05/2021 à 17 :34).
- [7] : [https://www.google.com/search?q=LA+FARINE+de+bl%C3%A9+tendre&sxsrf=ALeKk03435itCDbvFZXQhr5K36aTbzGXHA:1623090232368&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiK-fOlkobxAhWsxIUkHZUnCvAQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=657](https://www.google.com/search?q=LA+FARINE+de+bl%C3%A9+tendre&sxsrf=ALeKk03435itCDbvFZXQhr5K36aTbzGXHA:1623090232368&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiK-fOlkobxAhWsxIUkHZUnCvAQ_AUoAXoECAEQAw&biw=1366&bih=657) (07/06/2021 à 19 :29h) .
- [8]: micro-guides EPI (pain et farine)  
[https://espace-pain.info/wp-content/uploads/2016/04/Pain\\_et\\_Farine.pdf](https://espace-pain.info/wp-content/uploads/2016/04/Pain_et_Farine.pdf)
- [9] : <https://chopin.fr/fr/article-de-blog/alveographe.html>.(La date :25/05/2021 à 23 :36).

**Annexes**

**Annexes**

*République Algérienne Démocratique Et Populaire*  
*Ministère De L'Enseignement Supérieur Et De La Recherche Scientifique*  
*Université M'Hamed Bougara Boumerdès.*



**Faculté des Sciences**

**Département de biologie**

**MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES**

En vue d'obtention de diplôme de Master II en Contrôle de Qualité et Nutrition  
en Agro-alimentaire

**Thème:**

**Analyses physico-chimiques et technologiques des farines  
issues du moulin de « Baghlia »**

Présenté par :

M<sup>lle</sup> BENGRICHE Thoraya

M<sup>lle</sup> TILIOUNE Nasrine

Devant le jury :

Présidente: M<sup>me</sup> AOUS Wahiba

Maître de conférence /UMBB

Examinatrice : M<sup>me</sup> AIT KAKI Sabrina

Maître -assistant/ ESSALA

Promotrice : M<sup>me</sup> YOUYOU Soraya

Maître -assistant/UMBB

Année Universitaire: 2016-2017

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
جامعة محمد بوضياف/المسيلة  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF DE M'SILA



FACULTEDES SCIENCES  
DEPARTEMENT DE MICROBIOLOGIE ET BIOCHIMIE  
MEMOIRE : MASTER ACADEMIQUE  
FILIERE: BIOLOGIE  
OPTION: NUTRITION ET SCIENCE DES ALIMENTS

Présenté par : GUASMI Zeyneb  
TAHMI Meriem

**Thème :**

**Suivi qualité physicochimique et technologique durant  
les étapes de fabrication de farine «cas d'un moulin  
industriel HODNA MSILA».**

DEVANT LE JURY :

Encadreur : Dr. AOUN Omar

Examineur : Dr. HAMMOUI Yasmina

Examineur : Dr. BOUAOUDIA MADI Nadia

*Promotion : 2019-2020*



## A study on physicochemical, antioxidant and microbial properties of germinated wheat flour and its utilization in breads

Bhavnita Dhillon<sup>1</sup> · Garima Choudhary<sup>1</sup> · Navdeep Singh Sodhi<sup>1</sup>

Revised: 19 January 2020 / Accepted: 20 February 2020  
© Association of Food Scientists & Technologists (India) 2020

**Abstract** Wheat is consumed worldwide because of its high nutritional content and convenience to form different products. Whole wheat is an important source of dietary fiber and its consumption is known to lower the risk of colon cancer, diabetes mellitus and cardiovascular disease. Germination of wheat results in better availability of nutrients and offers many health benefits. In this study, germinated wheat flour (GWF) was prepared and analyzed for its proximate composition, functional properties, antioxidant activity and microbial count along with whole wheat flour (WWF). The GWF was having 9.2% higher protein content than that of WWF. No significant change was observed in the ash, fat and crude fiber content after germination. GWF showed higher oil absorption capacity and water solubility index. Falling number of GWF was found to be lower. The total phenolic content increased more than two folds after germination and antioxidant activity increased from an initial of 12.35% in WWF to 33.28% in GWF. The microbial counts of GWF were within acceptable range for processing. Breads were prepared by replacing WWF with GWF at 0–100% levels and were analyzed for their proximate composition and acceptance on Hedonic Scale. The 100% GWF bread was having 8.7% higher protein content than 100% WWF bread. The overall acceptability score for all breads were high (> 7.3) whereas the bread prepared with 50% GWF got the highest overall acceptability score of 8.4. The results of this study indicate that bread with improved nutrition and acceptable quality can be prepared from GWF.

**Keywords** Germinated wheat flour · Bread · Sensory · Antioxidant activity · Total phenolic count

### Introduction

Wheat (*Triticum aestivum* L.) is widely consumed in various forms like breads, biscuits, cookies, cakes, pasta, noodles, *chapatti* and it is a convenient source of carbohydrates, proteins, essential amino acids, minerals, vitamins and health beneficial phytochemicals (Steve 2012).

Whole wheat is an important source of dietary fiber, the consumption of which is known to lower the risk of colon cancer, diabetes mellitus and cardiovascular disease (Koehler et al. 2007). But whole wheat also has some anti-nutrients, which are substances that can prevent the absorption of nutrients and inhibit digestive enzymes (Raes et al. 2014). Germination is one of the processes which could increase the content of bio-accessible minerals and nutrients in plant foods for absorption in human body and thus improve the nutritive quality of whole wheat flour (van Hunget al. 2012). Germination also reduces anti-nutrients like phytic acid thus possible improving the bioavailability of wheat nutrients (Azekeet al. 2011).

Germination of grains causes increased activities of hydrolytic enzymes thus causing improvements in the contents of total proteins, total sugars, Vitamin C, B-group vitamins and folate (Hefni and Withoft 2011). In germinated wheat flour the carbohydrates are modified to contain more resistant starch (Van Hung et al. 2012) along with increased proteins and fibers as compared with non-germinated wheat potentially affecting glycemic response and is beneficial for diabetic patients (Nelson et al. 2013). In vivo studies indicate blood glucose effects are improved following germinated-wheat consumption compared with

✉ Bhavnita Dhillon  
bhavnita.food@gndu.ac.in

<sup>1</sup> Department of Food Science and Technology, Guru Nanak Dev University, Amritsar, Punjab 143005, India

---

## ملخص

القمح هو أحد أسس النظام الغذائي الجزائري. القمح هو أصل الدقيق الذي يمكننا من خلاله صنع الخبز لاحقاً يتم تنفيذ هذا العمل بهدف مراقبة الجودة الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لدقيق القمح العادي ، لتحقيق هذا الهدف قارنا النتائج التي تم الحصول عليها من قبل BENGRICHE Thoraya و كذلك TILIOUINE Nasrine و GUASMI و Zeyneb و TAHMI Meriem في عملهم حيث تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية والتكنولوجية لتحديد معدل الرماد ؛ معدل النتوء الرطوية ... إلخ وهكذا تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أنها تتوافق مع المعايير. ولدينا النتائج التي تم الحصول عليها من التحليلات الميكروبيولوجية. أن عدد اللوحات الخميرة والعفن مناسبان للمعالجة في الخبز.

نهج الدراسة القائم على تحسين جودة الدقيق لضمان جودة جيدة للمستهلك

## Résumé

Le blé est l'une des bases de l'alimentation algérienne. Le blé est à l'origine de la farine avec laquelle on pourra par la suite faire du pain.

Le présent travail est réalisé dans l'objectif de suivi la qualité physico -chimiques et technologique des farines de blé tendre, Pour atteindre ce but :

On a comparé les résultats qui sont obtenues par BENGRICHE Thoraya et TILIOUINE Nasrine et aussi GUASMI Zeyneb et TAHMI Meriem dans cette travaux que les des analyses physico-chimiques et technologiques effectuées détermination du taux de cendre ; taux de d'affleurements ; d'humidité...etc.

Et donc Les résultats obtenus montrent que sont conformes aux normes.

Et avons les résultats obtenus des analyses microbiologiques ; que les nombres des plaques ; des levures et des moisissures est adapté pour la transformation en pains.

L'approche de l'étude fondée sur l'amélioration la qualité des farines pour assurer une Bonne qualité pour le consommateur.

**Mots clés :**blé ; farine ; qualité physico – chimiques ; Technologiques ; microbiologiques.

## Abstract

Wheat is one of the bases of the Algerian diet. Wheat is the origin of the flour with which we can later make bread.

This work is carried out with the objective of monitoring the physico-chemical and technological quality of common wheat flour, To achieve this goal

We compared the results obtained by BENGRICHE Thoraya and TILIOUINE Nasrine and also GUASMI Zeyneb and TAHMI Meriem in their work as the physico-chemical and technological analyzes carried out determination of the ash rate ; outcrop rate ; humidity ... etc.

And so the results obtained show that comply with the standards.

And we have the results obtained from the microbiological analyzes; that the numbers of the plates ; yeast and mold suitable for processing into breads.

The study approach based on improving the quality of flour to ensure good quality for the consumer.

**Keywords :** wheat ; flour ; physico-chemical quality ; Technological ; microbiological.

---