



Université Mohamed Khider de Biskra
Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences Agronomies

MÉMOIRE DE MASTER

Sciences de la Nature et de la Vie
Sciences Agronomies
Qualité et normes applicables au génie agricole

Réf. :

Présenté et soutenu par :

TADJOURI Khaoula

Le : juin 2023

Contrôle de qualité de la farine

Etude de Cas : les Grande Moulins du Sud Oumach-
Biskra

Jury :

Pr	BOUKHIL Khaled	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Président
Pr	Achour Ammar	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Rapporteur
Pr	BOUMARAF Belkacem	MCA	Université Mohamed Khider Biskra	Examineur

Année universitaire : 2022/2023

Remerciement



Avant tout, nous remercions le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé, le courage, la patience ainsi que la volonté pour la réalisation de ce travail.

Louanges à Allah qui nous a accordé la réussite, le soutien et la persévérance, et nous a aidés à mener à bien ce travail après avoir découvert ce qui se cache derrière le voile de la connaissance. Voici les fruits de notre savoir, et il est temps de les cueillir.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements et notre gratitude au professeur honorable, M. Achoura Ammar, pour avoir supervisé ce travail, ainsi que pour toutes les aides, les conseils et les orientations qu'il nous a accordés tout au long de la préparation de ce mémoire. Il mérite mes éloges les plus sincères et mes prières les plus sincères.

Nous adressons également nos remerciements spéciaux aux Grands Moulins du Sud Biskra - Oumach - Biskra - en particulier au directeur, M. A. BENSALAH.

Nous tenons également à remercier tous les professeurs de la Faculté des Sciences Exactes et de la Nature et de la Vie du département des sciences agricoles, qui m'ont conseillé et m'ont tendu la main avec bienveillance, par générosité de leur part, pour la réalisation de ce travail. Qu'Allah les récompense en bien.

Dédicace :



Je vois que mon parcours universitaire arrive enfin à sa fin après de longs efforts et sacrifices. Aujourd'hui, je termine ma recherche de fin d'études avec toute la détermination et l'énergie dont je dispose, avec en moi une profonde appréciation et un sentiment d'appartenance envers toutes les personnes qui ont contribué à mon parcours.

Tout d'abord, je remercie Allah Tout-Puissant, car sans Sa grâce, je n'aurais rien pu accomplir. Louange à Allah au commencement et à la fin, louange à Allah pour chaque pas parcouru, chaque effort déployé et chaque réalisation accomplie grâce à Sa faveur. Louange à Allah pour l'achèvement du chemin, l'aboutissement des efforts et la satisfaction ressentie.

Je dédie cette réalisation tant attendue, fruit de mes efforts et de mes études, à celui qui m'a guidé sur le chemin de la vie, m'a entouré de son amour et de sa tendresse, à celui qui a tracé ma voie vers la connaissance, à celui qui a été mon refuge tout au long de ce voyage, à celle dont les paroles étaient douces et qui priait pour moi (ma chère mère, qu'Allah la préserve).

Et à mes frères et sœurs qui éclairent mon chemin comme des bougies.



Résumé :

Cette étude se concentre sur l'analyse de la production de blé et de farine, en examinant spécifiquement les caractéristiques et la composition des grains de blé et de la farine. La première partie de l'étude propose une revue de littérature approfondie sur le blé, comprenant son contexte historique, son origine et ses différentes catégories. De plus, elle présente un aperçu de la farine, en définissant sa composition et en discutant de ses caractéristiques et de ses différents types.

La deuxième partie de l'étude comprend une analyse expérimentale réalisée aux Grands Moulins du Sud Biskra, où l'unité de production et son importance géographique sont présentées. La méthodologie de recherche est décrite, y compris les objectifs de l'étude et les matériaux et méthodes utilisés pour l'analyse. Cela comprend la détermination de la teneur en humidité, la teneur en cendres, la réalisation de tests alvéographiques, et la mesure de la teneur en gluten et de l'indice de chute de Hagberg.

Le chapitre des résultats et des discussions présente les conclusions des analyses de la farine, telles que la teneur en humidité (moyen), la teneur en gluten et l'indice de chute de Hagberg est 95%, ce qui montre une bonne maîtrise. Les caractéristiques de qualité de la farine sont également examinées, notamment à travers les tests alvéographiques ont montré que la farine étudié est un blé panifiable courant. Les résultats obtenus sont discutés en détail, mettant en évidence les implications et la signification des conclusions.

Mots clés : blé, farine, Grands Moulins du Sud Biskra.

Abstract:

This study focuses on the analysis of wheat and flour production, specifically examining the characteristics and composition of wheat grains and flour. The first part of the study provides an in-depth literature review on wheat, including its historical context, origin, and different categories. Additionally, it provides an overview of flour, defining its composition and discussing its characteristics and different types. The second part of the study includes experimental analysis conducted at the Grand Mills of South Biskra, where the production unit and its geographical significance are presented. The research methodology is described, including the study objectives and the materials and methods used for analysis. This includes determining moisture content, ash content, conducting alveograph tests, and measuring gluten content and the Hagberg falling number.

The results and discussion chapter presents the findings of the flour analysis, such as the average moisture content, gluten content, and Hagberg falling number, which indicate good control. The quality characteristics of the flour are also examined, particularly through the alveograph tests that showed the studied flour is suitable for baking. The obtained results are discussed in detail, highlighting the implications and significance of the findings.

Keywords: wheat, flour, Grand Mills of South Biskra.

ملخص:

تركز هذه الدراسة على تحليل إنتاج القمح والدقيق، من خلال فحص خصائص وتركيب حبوب القمح والدقيق بشكل محدد. تتضمن الجزء الأول من الدراسة مراجعة شاملة للمصادر الأدبية حول القمح، بما في ذلك سياقه التاريخي وأصله وفئاته المختلفة. بالإضافة إلى ذلك، يقدم نظرة عامة على الدقيق، من خلال تحديد تركيبه ومناقشة خصائصه وأنواعه المختلفة. يتضمن الجزء الثاني من الدراسة تحليلاً تجريبياً تم إجراؤه في مطاحن جراند مولينز دو سود بسكرة، حيث يتم تقديم وحدة الإنتاج وأهميتها الجغرافية. يتم وصف منهجية البحث، بما في ذلك أهداف الدراسة والمواد والطرق المستخدمة في التحليل. يتضمن ذلك تحديد محتوى الرطوبة ومحتوى الرماد، وإجراء اختبارات الألفيوجراف، وقياس محتوى الغلوتين ومؤشر سقوط هاغبرغ. يقدم فصل النتائج والمناقشات استنتاجات تحليل الدقيق، مثل متوسط محتوى الرطوبة ومحتوى الغلوتين ومؤشر سقوط هاغبرغ، مما يشير إلى سيطرة جيدة. يتم أيضاً فحص الخصائص الجودة للدقيق، ولا سيما من خلال اختبارات الألفيوجراف التي أظهرت أن الدقيق المدروس مناسب للخبز. يتم مناقشة النتائج المتحصل عليها بالتفصيل، مبرزة الآثار والأهمية التي تنطوي عليها الاستنتاجات.

كلمات مفتاحية: قمح، دقيق، مطاحن جراند مولينز

Table de matière

Remerciement.....	
Table de matière	
Liste des figures :	
Liste des tableaux :	
Introduction :	1

PREMIER PARTIE :

Etude bibliographique

CHAPITRE I : Donnés bibliographiques sur le blé

I- présentation du blé.....	5
1-Historiques et origine du blé	5
2-Définition.....	6
3-Composition du grain de blé	7
4-Catégories de blé	10
II-présentation de la farine	13
1-Définition de la farine	13
2-Composition chimique de la farine	14
3-Caractéristique de la farine.....	17
4-Les différents types de la farine et utilisées	20
5-Transformation du grain de blé	21
6-Conditionnement de Farine	22

DEUXIEME PARTIE :

Etude expérimentale

CHAPITRE I : Présentation de l'unité de production

1-Présentation les Grands Moulins du Sud Biskra :.....	25
2-Situation géographique.....	25
3-L'importance de l'entreprise les Grands Moulins du Sud Biskra	26
4-Présentation de la ligne de production de farine et de semoule	27

CHAPITRE II : Matériel et méthode de travail

1-Objectif de l'étude.....	31
2-Matériel et méthodes.....	31
2.1-Taux d'humidité :	31
2.2-Détermination du taux de cendre :	32
2.3-Essai à l'alvéographe de chopin	33
2.4-Taux du Gluten humide et sec.....	34
2.5- l'indice de chute de HAGBERG	35

CHAPITRE III : Résultats et discussion

1-Les analyses de la farine	38
2.1-Taux d'humidité	38
2.3-Taux du Gluten humide et sec.....	40
2.4-l'indice de chute de HAGBERG	40
2-Résultats des caractéristiques de la qualité.....	41
2.1-Taux d'humidité	41
2.2-Essai à l'alvéographe de chopin	41
2.3-Taux du Gluten humide et sec.....	42
2.4-l'indice de chute de HAGBERG	43

Conclusion.....	45
Page Bibliographique :.....	47
Annex :	49
Référence :.....	Erreur ! Signet non défini.

Liste des figures :

Figure 01 : Lieux d'origine et de diffusion du Blé à travers le monde (Vilmorin, 1880).....	6
Figure 02 : Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000).	8
Figure 03 : Blé dur	12
Figure 04 : Blé tendre.....	13
Figure 05 : Situation géographique de GMS	26
Figure 06 : Alvéogramme avec indication des différents paramètres mesurés (Roussel, 1991).....	38

Liste des tableaux :

Tableau N° 01 : la position systématique du blé.....	7
Tableau N° 02 : la composition chimique du grain de blé.....	9
Tableau N° 03 : Composition chimique de la farine (Godon 2002) et (Atwell, 2001).....	17
Tableau N° 04 : Les types de farine de blé	20
Tableau N°05 : Tableau représentatif des taux d'humidité de la farine.	38
Tableau N°06 : Tableau représentatif des caractéristiques alvéographique de la farine.....	39
Tableau N°07 : Tableau représentatif des taux du Gluten humide et sec de la farine.....	40
Tableau N°08 : Tableau représentatif des taux d'affleurement de la farine.	40

Introduction :

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande part des Protéines de la ration. Les céréales fournissent 57 % de protéines consommées contre 23 % apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que 20 % par les produits d'origine animale.

Le secteur des céréales joue un rôle essentiel en Algérie sur les plans socio-économique et parfois politique. En tant que l'un des principaux importateurs mondiaux de céréales, en particulier de blé, l'Algérie dépend largement des importations pour répondre à la demande intérieure. Selon Ammar (2014), la production nationale de céréales ne représente que 30 % des besoins de la population, ce qui crée un déficit. Malgré les ressources abondantes en termes de qualité des terres agricoles et de superficie en Algérie, l'importation de blé est favorisée pour combler cette insuffisance¹.

Les céréales, notamment le blé, sont utilisées pour produire une variété de farines qui sont ensuite utilisées dans la préparation de gâteaux, viennoiseries, pâtisseries et pain. Cependant, les clients ont de plus en plus d'exigences spécifiques concernant ces produits. Afin de répondre à ces attentes, le contrôle de la qualité est essentiel. Il permet de garantir que les produits finis répondent aux normes de qualité établies et de satisfaire les besoins et les préférences des clients.

La farine de blé dur est généralement utilisée comme complément alimentaire pour le bétail. Bien qu'elle présente un intérêt nutritionnel important, il n'existe pas de législation nationale en Algérie qui couvre spécifiquement son utilisation à des fins de consommation humaine.

La qualité technologique de la farine dépend essentiellement de ses protéines de réserve, dont principalement le groupe des prolamines qui englobent les gliadines et les gluténines. En effet, ces protéines sont déterminantes à la capacité

du gluten de former son réseau viscoélastique, essentiel aux processus technologiques. Dans le gluten, les gliadines sont responsables de la viscosité du réseau alors que les gluténines agissent davantage sur son élasticité.

Notre présent travail, se propose le contrôle de qualité de la farine dans les grands moulins du sud Wilaya de Biskra. Pour cela, le mémoire est subdivisé en deux parties. Dans la première, nous nous sommes appelés à étude bibliographique des principales connaissances du blé et de la farine, nous avons abordé en détail les connaissances sur les compositions chimique de la farine, caractéristique de la farine et enfin la transformation du grain de blé.

Dans la deuxième partie, qui est la partie appliquée de l'étude, nous avons commencé par présenter l'entreprise où le stage a été effectué (les grands moulins du sud), en décrivant son emplacement, son domaine d'activité et son importance.

Ensuite, nous avons identifié les matériels et méthodes nécessaires pour mener notre étude. Cela comprenait les appareils et les tests utilisé pour recueillir des informations pertinentes.

Enfin, nous avons présenté les résultats de notre étude, Et qui contient les résultats obtenus et de les interpréter dans notre étude.

Notre objectif s'intéresser à différentes méthodes de contrôle de qualité de du produit finis (farine) de blé dans les grands moulins du sud Wilaya de Biskra

L'objectif personnel était de découvrir le monde professionnel et d'acquérir une expérience professionnel et des compétences de travail avec de nouveaux appareils ainsi que gérer un laboratoire d'analyse.

PREMIER PARTIE :
Etude bibliographique

CHAPITRE I :

Donnés bibliographiques sur le blé

CHAPITRE I : Données bibliographiques sur le blé**I- présentation du blé**

Le blé occupe la première place mondiale en termes de production, après le riz, en tant que source alimentaire pour les populations humaines. Il fournit environ 15% de leurs besoins énergétiques (Bajji, 1999)².

Le blé est principalement cultivé dans les pays du bassin méditerranéen, qui ont un climat aride et semi-aride, rendant l'agriculture particulièrement difficile. Ces régions se caractérisent par une augmentation des températures, une diminution des précipitations, ainsi que par la désertification et la sécheresse.

1-Historiques et origine du blé

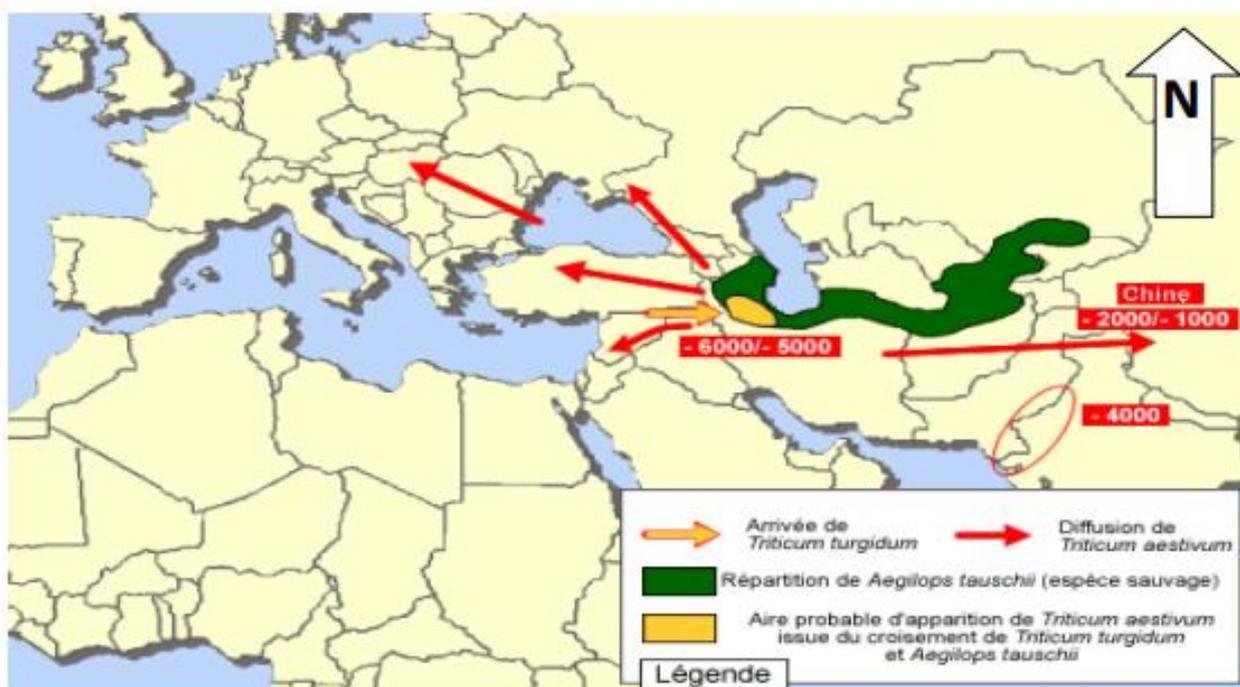
La civilisation du blé, par exemple, recouvre l'ensemble des territoires et des populations dont cette denrée est la principale culture et le principal aliment, ce qui était le cas de l'Europe, de l'Afrique du Nord, du Proche et du Moyen Orient.

Le blé dur a été cultivé cent ans avant J.C et son aire géographique est l'Asie Centrale, Iran, Irak, Abyssinie, Etats-Unis, monde méditerranéen, tandis que le blé tendre dont le nom commun, froment, est cultivé dans le monde entier et ce depuis 7 000 ans avant J.C. Les autres espèces comme l'épeautre (*T. spelta*), l'engrain (*T. monococcum*), et le blé amidonnier (*T. dicoccum*) ne sont cultivées que dans certains pays d'Asie.

Le blé tendre (*Triticum aestivum*) est apparu entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe. C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule italienne et de la Sicile³.

D'après Feldman (2001)⁴, en Afrique, la route la plus ancienne gagna l'Égypte depuis 6 000 ans et se poursuivit vers le Soudan et l'Éthiopie au sud, et vers la Libye à l'Est. A partir de la Grèce et de la Crète, certains blés rejoignirent

également la Libye, d'autres en provenance du sud de la péninsule Italienne et de la Sicile vers la Tunisie, l'Algérie et le Maroc (Figure 1)



**Figure 01 : Lieux d'origine et de diffusion du Blé à travers le monde
(Vilmorin, 1880)⁵**

2-Définition

Le blé est une céréale dont on tire la farine pour faire le pain et les pâtes alimentaires.

Comme les autres céréales, Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des *Gramineae*. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments⁶.

Le grain de blé est de forme ovoïde plus ou moins allongée, avec une face dorsale plus ou moins bombée et une face ventrale comportant un sillon profond. Contient de courts poils (la brosse) sur la partie supérieure et un germe visible sur la face dorsale de la partie inférieure. La couleur varie du roux au blanc, en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture et le climat (Calvel, 1980)⁷.

Dans la position systématique du blé et selon Ozenda (2000)⁸, le blé appartient à :

Tableau N° 01 : la position systématique du blé

Règne	<i>Plantae</i>
Sous-règne	<i>Cormopyites</i>
Embranchement	<i>Spermaphytes</i>
S/Embranchement	<i>Angiosperme</i>
Classe	<i>Monocotylédones</i>
Ordre	<i>Graminales</i>
Famille	<i>Graminacées ou Poacées</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticumaestivum.L</i>

3-Composition du grain de blé

3.1-Structure du grain

L'espèce *Triticumvulgare* est composée de trois parties essentielles l'enveloppe, l'amande farineuse et le germe. Chacune de ces parties est formée de réseaux très complexes.

a- Les enveloppes : Constituées de couches de cellules superposées : Le péricarpe (enveloppe du fruit) qui comprend l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe ; le tégument séminal et bande hyaline ; En outre, il y a l'assise protéique, ou cellule à aleurone.

Lors du processus de mouture, ces enveloppes forment du son et sont riches en minéraux, en matières protéiques et en matière grasse. Elles contiennent également des pigments qui donnent la couleur distinctive des grains ainsi qu'une quantité importante de vitamines du groupe B.

b- Amande : Elle représente 80-85% du poids total du grain. Il est constitué d'une couche à aleurone et d'un albumen amylicé au sein duquel subsistent

des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois cellululosiques sont peu visibles (Feillet, 2000).

- c- **Germe** : Il représente environ 3% du poids de la graine (Figure4), il constitue la future plante c'est un groupe riche en matière grasses, en sucres et vitamines (B et E) (Godon, 1982)⁹.

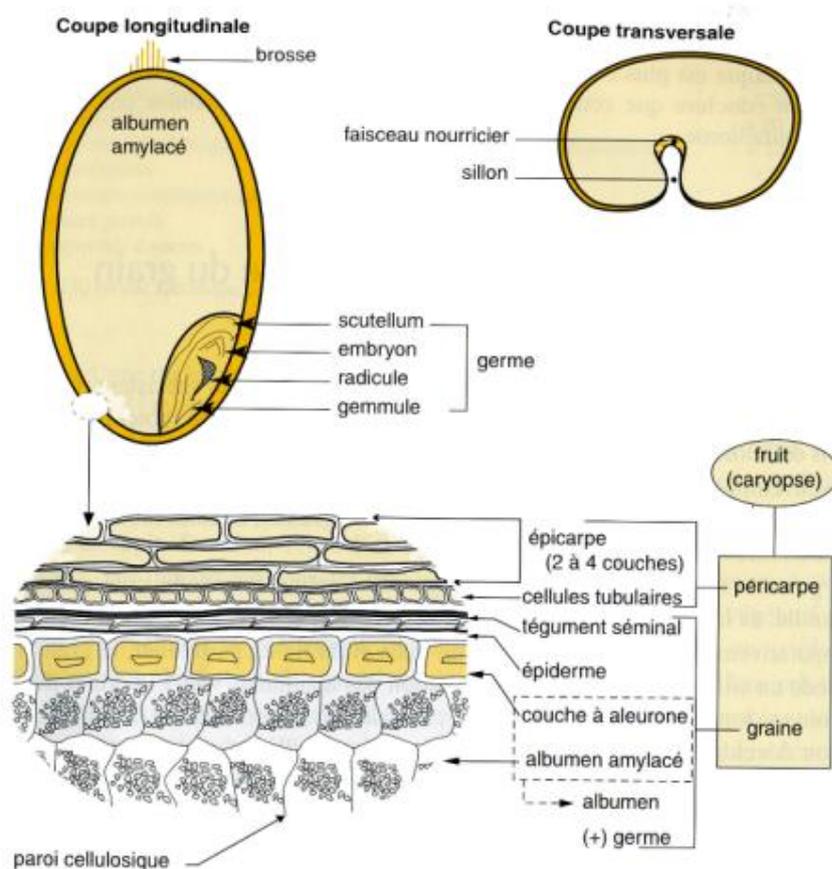


Figure 02 : Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000)¹⁰.

3.2-Composition chimique du grain

Selon (FEILLET, 2000). Le grain de blé est constitué principalement d'amidon (environ de 70%), de protéines (10 à 15%) et de pentosanes (8 à 10%) ; les autres constituants qui se trouvent en quantités faibles, sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines¹¹.

Ait– Slimane-Ait-Kaki, 2008. Illustre la composition chimique des différentes parties d'un grain de blé : valeurs moyennes et écarts courants exprimés en % de la matière sèche de la partie considérée¹².

Tableau N° 02 : la composition chimique du grain de blé

Parties du grain%	Amidon (petites glucides)	Protéines	Lipide	Cellulose Hémicellulose Pentosanes	Minéraux
Péricarpe	16 (±2)	12(±2)	1(±0.2)	67(±7)	4(±1)
Tégument séminal	10(±1)	16(±3)	4(±1)	58(±5)	12(±3)
Assise protéique	12(±2)	32(±3)	8(±1)	38(±3)	10(±5)
Germe	20(±1.5)	38(±2)	15(±2)	22(±2)	5(±1)
Amande	85(±10)	11(±3)	2(±0.1)	1.5(±1.5)	05(±0.2)

Eau : Les grains du blé sont particulièrement déshydratés, leur teneur en eau est aux environs 14 %, de fait de leurs fonctions d'abord protectrice de l'embryon, puis ensuite nourricière de la jeune plante. Ces grains sont constitués de cellulose et de toutes les substances nécessaires au développement du germe : glucides, protides, lipides, minéraux et vitamines¹³.

Les protéines : du blé sont divisées selon leurs caractéristiques biologiques et leur localisation dans le grain, on distingue ainsi deux classes de protéines : les protéines métaboliques avec les albumines et les globulines (15-20% des protéines) et les protéines de réserve avec les gliadines et les gluténines (80-85% des protéines).

Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement

des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination. Les réserves de la graine comprennent essentiellement¹⁴.

- 9 à 15 % de protéines : essentiellement des protéines de réserves.
- 1,5 à 2 % de lipides dont 60 % sont des lipides libres apolaires et 40 % sont des lipides polaires.

Les glucides : 70 à 80 %, essentiellement de l'amidon ; du gluten associé à l'amidon ; des hémicelluloses (des parois cellulaires) ; des sucres solubles et des protides.

Enzymes tels que : des α et β amylases, des protéases ainsi que des lipases et des lipoxygénases (Cherdouh, 1999)¹⁵.

Les vitamines : Localisées surtout dans le germe, leur répartition varie selon le sol, le climat et la variété du blé. On retrouve surtout les vitamines : B1, B2, B5, PP, B6 et E. les variations dues aux traitements technologiques sont beaucoup plus marquées parce que certaines vitamines sont très sensibles à la chaleur (GODON et LASSERAN, 1989)¹⁶.

4-Catégories de blé

Le Blé dur (*Triticum durum Desf.*) est une espèce de Blé qui se distingue du Blé tendre (*T. vulgare Host*) grâce à des caractères morphologiques, physiologiques, cytologiques (28 chromosomes portés par les génomes A et B) et technologiques. Parfois, on confond le Blé dur (Durum wheat des américains) avec les Blés tendres de force à grains vitreux (Hard spring ou Hard winter). C'est une erreur qui est de moins en moins commise en France à cause du développement de la culture et de l'utilisation particulière du grain de cette espèce¹⁷.

4.1-Le blé dur :

Le blé dur (*Triticum turgidum var. durum*) est l'espèce la plus cultivée dans le bassin méditerranéen de l'Afrique du Nord (Bonjean et al. 2016),

Cette catégorie de blé est cultivée dans les pays de climat chaud et sec. Les grains de blé dur sont plus allongés, souvent même pointus, avec des enveloppes assez minces et blanche. Ils donnent moins de son que les blés tendres, bien que contenant plus de gluten (Ait–Slimane-Ait-Kaki, 2008)¹⁸.

Le blé dur occupe dans le monde 5 % du total des terres réservées aux blés, avec une production de 38 million métrique de tons en 2014 (Ranieri, 2015)¹⁹.

Le blé dur érigé au rang d'espèce pour la première fois par le botaniste français Desfontaines en 1798, après ses voyages en « Barbarie », semble très ancien en Afrique du Nord, dans les régions telliennes²⁰.

Les grains de blé utilisés pour la semoule ont une texture dure et allongée, parfois même pointue, et présentent une cassure légèrement jaunâtre. Cependant, la farine obtenue à partir de ces grains est moins adaptée à la fabrication de pains.

La plus grande partie du blé dur produit dans le monde est constituée de blé de printemps ; toutefois, il existe des variétés de blé dur d'hiver (qui ont besoin de vernalisation pour amorcer la transition de la phase végétative à la phase reproductrice); ces variétés ont été évaluées en vue de la production dans le Sud des États-Unis (Domnez et al., 2000)²¹.



Figure 03 : Blé dur

4.2-Le blé tendre :

Selon Lersten (1987), le blé tendre (*T. aestivum*) est une graminée annuelle ou annuelle hivernale, de hauteur moyenne. Les feuilles ont un limbe plane, et l'inflorescence est un épi terminal, à fleurs parfaites. L'état végétatif de la plante se caractérise par la présence d'un plateau de tallage, dont les bourgeons axillaires se transforment en tiges feuillées. Les tiges, appelées chaumes, possèdent cinq à sept nœuds ainsi que trois ou quatre feuilles véritables²².

Les grains des blés sont arrondis, les enveloppes sont épaisses, sans transparence. Ils se prêtent particulièrement bien à la mouture ; en effet, lors du passage entre les cylindres, les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans se broyer, libérant l'amande et donnant une très forte proportion de son. Les blés tendres permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contenant environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification²³.

Le blé tendre est également présent en Afrique du Nord depuis longtemps, mais sa culture spéciale dans les régions telliennes est plus récente (période coloniale) ; il existait autrefois surtout à l'état d'impuretés dans les champs de blé dur. D'ailleurs les noms indigènes dans ces régions sont beaucoup moins nombreux que pour le blé dur²⁴.



Figure 04 : Blé tendre

II-présentation de la farine

La farine de blé tendre, également connue sous le nom de farine de froment, est le produit obtenu à partir des grains de blé tendre *Triticum aestivum*. En effet, la farine est obtenue par un processus de mouture et de broyage qui implique la réduction des grains en une poudre suffisamment fine, tout en éliminant partiellement le son et le germe.

1-Définition de la farine

La farine du latin *farina*, poudre provenant de la mouture des grains de céréales et de certaines légumineuses.

Le blé tendre, également connu sous le nom de froment, est transformé en farine pour l'alimentation humaine, principalement utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits. Cette farine est qualifiée de "panifiable" car elle contient du gluten.

La farine, sous forme qualitatif, correspond au produit résultant de la mouture exclusive de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement propre,

étant entendu que la qualité du blé mis en œuvre est basée sur les normes du blé sain, loyal et marchand.(Chene, 2001)²⁵.

La farine est un composé complexe contenant différents constituants tels que des protéines, des lipides et des sucres. Les particules d'amande ont une taille comprise entre 15 et 200 µm. L'utilisation répandue de la farine est due à sa capacité à retenir le gaz, permettant ainsi l'expansion de la pâte lors de la cuisson (Gan et al., 1995)²⁶.

«La dénomination de farine sans autre terme qualitatif désigne exclusivement le produit de la mouture de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement pur. Les produits de la mouture des autres graines, céréales, légumineuses, nettoyés et industriellement purs, seront désignés par le mot farine suivi du qualitatif indiquant l'espèce de graines de céréales ou légumineuses entrant dans la composition soit à l'état isolé, soit à l'état de mélange » (GODON et WILLM, 1998)²⁷.

2-Composition chimique de la farine

Selon (Godon 2002) et (FEILLET, 2000) La composition moyenne d'une farine est :

- **L'eau**

La teneur en eau varie entre 14 à 16 %, c'est ainsi que dans les transactions commerciales et selon la campagne céréalière la teneur en eau est sanctionnée par des réfections sur prix. (Calvel, 1980)²⁸.

Il est crucial de comprendre la teneur en eau ou l'humidité d'un produit pour plusieurs raisons. En connaissant cette mesure, il est facile de déterminer la teneur en matière sèche (% de matière sèche = 100 - % teneur en eau).

- **Amidon**

Représente 65 à 70 % du poids total de la farine, c'est une forme de réserve des glucides chez les plantes. Il contient dans sa structure deux polymères : l'amylose et l'amylopectine. Ces molécules absorbent l'eau, et sous l'effet de la chaleur, elles forment un gel essentiel à la transformation de la farine. (FEILLET, 2000)

- **Protéines**

La teneur en protéines des farines de blé destinées à la fabrication de produits de cuisson à base de céréales varie de 7 à 15 % environ. Elle est fonction de la teneur en protéines des blés mis en mouture, de la répartition de celles-ci dans le grain et du taux d'extraction de la farine par rapport au grain (Godon and Guinet, 1994).

Shewry et collaborateurs (1986)²⁹ ont proposé deux grandes catégories de protéines caractérisés par leur solubilité dans différents milieux :

- Les protéines métaboliques (protéine de structure) : les Albumines et Globulines
- Les protéines de réserves : les Gliadines et les Gluténines

- **Matières minérales**

Les composés minéraux, bien que présents en faible quantité, sont essentiels pour déterminer la pureté et le type d'une farine. En outre, ils présentent un intérêt nutritionnel important car ils contribuent à notre apport en éléments tels que le phosphore, le potassium, le calcium, le soufre et le magnésium.

- **Les vitamines**

Les vitamines sont essentielles pour le corps humain et la farine contient une quantité significative de ces substances. Cependant, étant donné que les vitamines sont sensibles à la chaleur, une partie d'entre elles est détruite pendant la cuisson.

Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain. Une farine dont le taux d'extraction est de 75

à 80 % contient environ 20 % de la vitamine (B6), 25 % de biotine, 30 % d'acide nicotinique (B1), 55 % de l'acide pantothénique (B12) et 70 % de la vitamine E (Bornet F, 1992)³⁰.

- **Les enzymes**

La farine contient des enzymes en quantités limitées, parmi lesquelles les amylases, les lipases, les lipoxygénases et les protéases sont les plus importantes. Des documents font également état de la présence de phytase (une phosphatase), de peroxydases et de catalases dans la farine. (Boudreau and Ménard, 1992)³¹.

Amylase : C'est une enzyme qui coupe les chaînes glucidiques au hasard, et induit une libération des dextrines et une chute rapide de la viscosité de la pâte. La farine est aussi riche en β amylases, qui attaquent les extrémités d'une chaîne glucidique, en détachant le maltose, provoquant l'abaissement progressif de la viscosité du milieu.

La lipoxygénase : Est une enzyme qui oxyde les lipides, elle oxyde les acides gras insaturés libres non estérifiés qui correspondent aux acides gras essentiels³². (Popineau, 1992).

Lipases : Les lipases distribuent les caroténoïdes sous une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche (Cheriet G., 2000)³³.

Tableau N° 03 : Composition chimique de la farine (Godon 2002) et (Atwell, 2001)³⁴

Humidité	14 à 16%
Matières minérales	0.40 à 0.60 %
Matières grasses	1 à 2 %
Amidon	63 à 72 %
Sucres	4.5 à 5 %
Protéines	7 à 15 %
Vitamines	du groupe B- et E

3- Caractéristique de la farine

D'après (DOUMANDJI et al. 2003) les caractéristiques de la farine sont les suivantes³⁵ :

3.1- Caractéristique organoleptique

- **Odeur et saveur de la farine :**

La farine n'a pas d'odeur soutenue, une légère odeur lui est propre. Dans la bouche, la farine laisse un goût de froment suivant son degré d'altération. Les farines avariées ont un goût amer, un peu savonneux parfois. (Calvel, 1984)³⁶

- **L'essai au touché :**

Implique de prendre une poignée de farine dans la main, la serrer, puis l'ouvrir et l'observer : la farine de blé tendre se rassemble en une boule.

- **Couleur :**

La farine peut être d'un blanc éclatant ou légèrement crème, sa nuance doit être uniforme. Il paraît difficile d'apprécier cette blancheur, il existe pourtant un moyen bien simple, c'est le procédé de PEKAR, on remarque : Si une farine paraît légèrement crème ou plus au moins rougeâtre et qu'elle subit une altération. -Si

de nombreuses piqûres se remarquent, elles indiquent que le blé employé est maigre ou que le taux d'extraction est élevé. (J. Bure, 1979)³⁷

3.2-Caractéristique physico-chimique

- **Teneur en eau :**

La teneur en humidité de la farine est un élément crucial pour sa conservation et son entreposage. (Inférieur ou égal à 15,5%) (NA 11-32-1991).

- **Taux d'Amidon :**

Le taux d'humidité de la farine est mesuré à l'aide d'un appareil appelé NIRS, qui utilise la transmission en proche infrarouge (IR) dans la plage de 1400 à 2500 nm. Les résultats sont exprimés en pourcentage d'amidon par rapport à la matière sèche.

- **Teneur en cendre :**

La mesure du taux de matières minérales, principalement présentes dans les enveloppes et les germes, est un indicateur important pour le meunier en termes de taux d'extraction. La tolérance pour cette mesure est de 0,67% avec une marge d'erreur de 0,00. (NA 733).

- **Taux de Protéine :**

La teneur en protéines est mesurée à l'aide d'un appareil appelé NIRS (système proche infrarouge) qui utilise une plage spectrale en proche infrarouge (1400-2500 nm) pour mesurer l'échantillon broyé, soit par transmission, soit par réflexion. Cette mesure nécessite un étalonnage préalable en utilisant un échantillon de composition connue et un traitement mathématique du spectre résultant de l'analyse de l'échantillon inconnu, qui est stocké dans un microprocesseur.

3.3-Caractéristique technologique

- **Indice de ZENELY :**

Fournit une indication générale de la quantité et de la qualité du gluten dans la farine, et il est couramment admis qu'il est corrélé avec la force de la farine pour la panification. (22 à 30 /NA 1184 -94). Alors que le test de sédimentation est réalisé selon un protocole expérimental utilisant les propriétés de gonflement des protéines en milieu acide³⁸.

- **Test à l'alvéographe CHOPIN :**

Appelé forces boulangères réalisé selon la norme ISO 5530-4 : 2002. Le principe de la méthode repose sur le gonflement d'un échantillon de pâte soumis à une pression d'air. Le volume de la bulle est fonction de l'extensibilité de la pâte. L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée Alvéogramme. L'alvéographe permet d'étudier la ténacité (P), l'extensibilité (L), le gonflement (W) et l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité (P/L) de la pâte³⁹.

- **La détermination du gluten humide :**

Le processus implique la création d'une pâte en mélangeant un échantillon de farine avec une solution de chlorure de sodium, suivie de la séparation du gluten humide en rinçant cette pâte avec la solution de chlorure de sodium. Ensuite, le produit obtenu est essoré et pesé. (NA 735.1991, ISO 55 31)⁴⁰.

- **Valeur boulangère**

Dans le domaine de la boulangerie, il est nécessaire d'avoir un taux de gluten minimal de 9%. Le gluten est un mélange de protéines composé principalement de gliadine et de gluténine, et il confère à la pâte ses propriétés plastiques. Ces propriétés sont influencées par les composants de la farine, qui sont essentiels pour évaluer la propriété plastique à l'aide de l'Alvéographe. La farine utilisée

pour la fabrication de pains doit répondre aux critères suivants énoncés dans le Décret exécutif n°91_572 du 31 décembre.

4-Les différents types de la farine et utilisées

La farine de blé tendre est la variété de blé la plus fréquemment utilisée dans la boulangerie. Cette farine est catégorisée selon des "types" qui dépendent de la quantité de cendres qu'elle contient. En d'autres termes, les types de farine sont classés en fonction du taux de cendres présent dans 100g de matière sèche. Si la farine est davantage raffinée, son taux de cendres sera plus bas. Les autorités gouvernementales réglementent cette teneur en cendres.

Le tableau (3) ci-dessous présente les types de farine selon trois critères (le taux cendres, l'humidité et taux d'extraction) d'après (FEILLET, 2000)⁴¹ et (BOULEGHIE et OUABED, 2002)⁴²

Tableau N° 04 : Les types de farine de blé

Type	Taux de cendre en%	Humidité (%)	Taux d'extraction Moyen correspondant	Description
45	Moins de 0.5	15.5	70 à 76	Farine très blanche
55	De 0.5 à 0.6	15.5	75 à 78	Farine blanche
65	De 0.62 à 0.75	15.5	74 à 80	Farine crème
80	0.75 à 0.9	15.5	80 à 85	Farine bise ou semi-complète
110	1.00 à 1.20	15.5	85 à 90	Farine complète
150	Plus de 1.4	15.5	90 à 98	Farine intégrale

5-Transformation du grain de blé

La farine de blé tendre est la variété de blé la plus fréquemment utilisée dans la boulangerie. Cette farine est catégorisée selon des "types" qui dépendent de la quantité de cendres qu'elle contient. En d'autres termes, les types de farine sont classés en fonction du taux de cendres présent dans 100g de matière sèche. Si la farine est davantage raffinée, son taux de cendres sera plus bas. Les autorités gouvernementales réglementent cette teneur en cendres.

- **Nettoyage du blé**

Lorsqu'il arrive au moulin, le blé est tout d'abord entreposé dans de vastes silos, puis il est acheminé vers des réservoirs à l'aide d'élévateurs ou de bandes transporteuses. Ensuite, il est déchargé dans des nettoyeurs séparateurs qui ont pour fonction d'éliminer les impuretés telles que la terre, les pierres, la paille, les grains vides, la poussière, les autres graines, etc. Une fois nettoyé, des trieurs sont utilisés pour ne conserver que les grains de blé purs⁴³.

- **Conditionnement**

Après l'étape de nettoyage, le blé est conditionné de manière à faciliter la séparation des enveloppes du son et de l'amande et le broyage de celle-ci⁴⁴.

- **La mouture**

Le processus de mouture permet de séparer le grain de blé en deux composants distincts : les enveloppes d'un côté et l'amande (amidon) de l'autre. Pour parvenir à cette séparation, le blé suit le parcours du labyrinthe dans le diagramme de mouture, qui est entièrement automatisé.

À la fin de ce processus, la farine obtenue contient encore une faible proportion de matières minérales provenant des enveloppes et de résidus du germe. Ces éléments déterminent le taux de cendres, qui est réglementé et mesure la quantité de matières minérales présentes dans la farine.

- **Broyage**

L'opération de réduction de la taille des grains de blé est réalisée en utilisant de l'énergie mécanique, comme décrit par Bourson en 2009. Cette étape se fait en faisant passer les grains entre de gros cylindres métalliques, qui ont remplacé les meules utilisées autrefois. Par de multiples passages à travers ces cylindres munis de cannelures de plus en plus fines, on parvient à séparer les enveloppes du grain et l'amande (l'amidon)⁴⁵.

À chaque étape de broyage, des tamis sophistiqués appelés plansichters sont utilisés pour séparer les différents produits en fonction de leur taille. Les plansichters permettent de classer les particules selon leur dimension, assurant ainsi un tri précis des composants de la farine obtenue.

- **Claquage et convertissage**

Le convertissage, effectué sur des appareils équipés de cylindres lisses, constitue la dernière étape de transformation du blé en farine. Son objectif est de broyer de manière intensive les particules fines restantes après les étapes précédentes, y compris les résidus de broyage fin, les gruaux résultant du claquage et les particules fines qui ont été séparées de la tête et du broyage. Cette opération vise à extraire le maximum de farine possible à partir de ces composants.

6-Conditionnement de Farine

La farine doit être conditionnée dans des récipients qui préservent les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit. Les matériaux d'emballage utilisés doivent être sûrs et adaptés à leur utilisation spécifique. Ils ne doivent pas transférer de substances toxiques, d'odeurs indésirables ou de goûts indésirables au produit. Lorsque la farine est conditionnée dans des sacs, ceux-ci doivent être propres, résistants et solidement cousus ou scellés pour éviter les fuites ou la contamination.⁴⁶.

DEUXIEME PARTIE :

Etude expérimentale

Chapitre I :
Présentation de l'unité de production

1-Présentation les Grands Moulins du Sud Biskra :

Les Grands Moulins du Sudest une entreprise à responsabilité limitée avec un capital de 135 millions de dinars. Elle a été créée dans le cadre d'un partenariat Algéro-émirati. La société est située dans la municipalité d'Oumach, dans la circonscription d'Oral, dans la wilaya de Biskra (une des wilayas de l'est de l'Algérie). À proximité de l'établissement, se trouve la coopérative des légumes et des céréales sèches qui fournit les matières premières, notamment le blé sous ses différentes variétés (tendre et dur). Le projet a été mis en place dans la municipalité d'Oumach pour diverses raisons, notamment des considérations géographiques. La société a bénéficié d'exonérations fiscales prévues par le décret législatif numéro 93-12. L'établissement s'étend sur une superficie totale de 54 225 mètres carrés, avec une superficie couverte de 4 920 mètres carrés répartie entre l'unité de farine (2 850 mètres carrés) et l'unité de semoule (2 070 mètres carrés).

2-Situation géographique

Son emplacement géographique se trouve dans la municipalité d'Oumache, relevant de la circonscription d'Ourlal dans la wilaya de Biskra. Cette municipalité est connue pour ses activités industrielles et est traversée par la route nationale numéro 03, qui relie le nord et le sud de l'Algérie. Elle est également traversée par une ligne de chemin de fer. À proximité de la grande entreprise de moulins du Sud, se trouve la coopérative des légumes et des céréales sèches, qui lui fournit des matières premières : le blé sous ses deux types, "tendre et dur".



Figure 05 : Situation géographique de GMS

3-L'importance de l'entreprise les Grands Moulins du Sud Biskra

L'importance de l'entreprise les Grands Moulins du Sud Biskra se manifeste par les points suivants :

1. Produits essentiels : Les produits de l'entreprise sont fondamentaux et indispensables pour les consommateurs.
2. Couverture du marché : L'entreprise couvre une grande partie des besoins du marché.
3. Création d'emplois : L'entreprise offre des emplois et contribue à absorber une partie du chômage.
4. Emplacement géographique stratégique : Grâce à son emplacement géographique stratégique, l'entreprise Abou Moulin Abou Bari bénéficie d'une connexion avec d'autres régions.

Dans le but de réaliser un avantage concurrentiel et d'attirer un plus grand nombre de clients, l'entreprise les Grands Moulins du Sud Biskra a établi un ensemble d'objectifs, notamment :

5. Fournir les besoins du marché en produits alimentaires.
6. Élaborer des politiques de production conformes aux exigences du marché.
7. Mettre en place des stratégies commerciales capables de faire face à la concurrence.
8. Aspirer à acquérir une position de leader dans son domaine d'activité.
9. Élargir et développer les unités de production et de travail.
10. Réduire les coûts de production en bénéficiant des économies d'échelle afin d'obtenir des prix compétitifs.

4-Présentation de la ligne de production de farine et de semoule

Service de production : Il est responsable du bon déroulement du processus de production en termes de qualité et de contrôle de la qualité du produit. Ce service s'acquitte des tâches suivantes :

- Réception des matières premières.
- Mélange du blé et filtration des impuretés, préparation pour la mouture. •
Pesée du blé filtré pour déterminer le poids des impuretés filtrées.
- Réception des sacs.
- Stockage et commercialisation des produits.
- Préparation des équipements et contrôle de la qualité et de la norme.

Le laboratoire : Le laboratoire est chargé de contrôler les matières premières (blé et ses types) ainsi que le produit final, et de déterminer les caractéristiques analytiques pour suivre la stabilité de la qualité. Le laboratoire dispose d'un petit moulin expérimental pour tester les échantillons de blé proposés par les

fournisseurs afin de définir les spécifications de qualité du produit final. Cela se fait dans le but de :

- Respecter les spécifications de contrôle de la qualité et de surveiller la matière première à son arrivée.
- Possibilité de mélanger différentes matières premières pour améliorer la qualité.

Le service de stockage : Ses principales missions consistent à stocker les produits semi-finis et les produits finis dans les silos et les emplacements spécifiques. Le service de stockage veille à assurer un environnement approprié pour la conservation des produits, en mettant en place des conditions de température, d'humidité et de sécurité adéquates.

Le service commercial : Le service commercial assure la coordination avec le service de production en envoyant des données sur le volume de production et le stock de produits finis afin de permettre au service commercial d'accomplir ses tâches. Les stocks sont envoyés à ce service après avoir étudié et organisé les commandes selon leur priorité dans le registre des commandes, qui comprend la date de la commande, le volume des transactions pour le client et les droits de propriété, afin de trouver un équilibre entre la quantité de stock et le volume des commandes. Il supervise également les opérations d'enregistrement des ventes et le suivi des droits de l'entreprise vis-à-vis des clients, ainsi que le suivi des factures qui sont ensuite envoyées au service de comptabilité. Ce dernier fournit ensuite une déclaration mensuelle au service des impôts.

Le service d'approvisionnement et de distribution : Ce service est responsable de plusieurs tâches. Il commence par le service commercial qui envoie les informations nécessaires concernant les clients, ainsi que les factures de vente au service de comptabilité et financier. Il prépare également le rapport quotidien qui détaille le processus de sortie des marchandises, puis l'envoie au directeur de la production. Le service d'approvisionnement et de distribution est également lié au

service d'emballage, car il leur transmet les instructions d'envoi des marchandises une fois qu'elles ont été emballées.

Le service de comptabilité générale et financière : a les responsabilités suivantes :

- Enregistrement comptable et préparation des états financiers pour la ligne de production de farine et de semoule.
- Suivi de toutes les tâches liées à la production de farine et de semoule.
- Surveillance des factures des clients et émission de chèques pour le paiement des dettes aux fournisseurs.

Chapitre II :

Matériel et méthode de travail

1-Objectif de l'étude

L'objectif principal de cette étude est d'évaluer la qualité technologique et physico-chimique des différentes farines produites par les Grands Moulins du Sud de la wilaya de Biskra, à partir de blé tendre.

Les Paramètres utilisés sont relatifs aux caractéristiques de la farine de blé dur.

2-Matériel et méthodes

2.1-Taux d'humidité :

La teneur en eau est la perte de masse exprimée en pourcentage effectuée pendant 2h, dans une étuve réglée à 130- 133 °C à la pression atmosphérique jusqu'à l'obtention d'un poids constants.

Matériel :

- Vase métallique.
- Balance automatique d'une précision de 0.01 % comprise dans l'appareil.



- Etuve Brabender.



2.2-Détermination du taux de cendre :

Mettre le produit à analyser, préalablement broyé en cas de besoin, dans un four à moufle à $900 \text{ °C} \pm 25 \text{ °C}$ pendant 2 heures jusqu'à ce qu'il reste un résidu incombustible, une fois refroidi un aspect blanc apparaitre.

Matériel :

- Balance analytique
- Capsules d'incinération en platine de référence, en quartz ou en porcelaine.
- Four à moufle électrique à $900 \pm 25 \text{ °C}$.



- Dessiccateur contenant de l'anhydride phosphorique.



2.3-Essai à l'alvéographe de chopin

L'extensographe est d'usage courant aux Etats- Unis; la quantité nécessaire d'une solution saline (2 % de NaCl) est ajoutée à la farine (300g) pour que la consistance de la pâte formée dans le pétrin d'un farinographe atteigne 500UB à son maximum de développement; après boulage, façonnage et repos, la pâte est fixée sur un support par ses extrémités et soumise à une déformation exercée par un crochet placet en son milieu et qui descend à vitesse constante.

Matériel :

- Eprouvette graduée, capacité 200 ml, précision 0.2 ml.
- Balance.
- Erlenmeyer 250 ml.
- Chronomètre électronique.

- Alvéographe Chopin.



2.4-Taux du Gluten humide et sec

Selon (NA736, 1991), le gluten sec a été extrait par un séchage à 160°C pendant 4 minutes dans un Glutamic d'une boule de gluten humide (préparée par un malaxage et un lavage d'un mélange de farine avec une solution salée), à la fin de la phase de séchage, le gluten sec est récupéré et pesé.

Matériel :

- Flacon de 5 à 6 litres
- Tamis de toile de cuivre
- Mortier Spatule
- Essoreuse
- Balance électrique.

- Glutork



2.5- l'indice de chute de HAGBERG

Repose sur la mesure de la viscosité d'un empois, formé par la gélatinisation d'une suspension aqueuse de produit ou de mouture intégrale placée dans un bain d'eau bouillante, l'évolution de sa viscosité liée à l'activité des enzymes est appréciée par le temps mis par un agitateur pour traverser la préparation sous l'effet de son propre poids.

Opération :

La liquéfaction affecte la consistance de l'empois d'amidon et, par conséquent, la résistance à l'agitateur viscosimétrique et le temps qu'il met à chuter d'une distance définie à l'aide d'un appareil dite FALLING NUMBER (Figure 08) (FALLING NUMBER 1400, PERTEN instrument, France), comprenant un bain-marie, compte-secondes électronique, agitateur viscosimétrique, tubes viscosimétriques et un bouchon en caoutchouc, adaptables aux tubes viscosimétriques. Balance électrique.

Matériel :

- FALLING NUMBER



Chapitre III :

Résultats et discussion

1-Les analyses de la farine

2.1-Taux d'humidité

Selon le décret exécutif algérien n°91-572 du décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain, la teneur en eau d'une farine de panification doit être inférieure à 15,5%. Les résultats d'humidité que nous avons obtenus de l'analyse des farines des différents passages ainsi que la farine totale (tableau 10), obéissent tous à la norme nationale (algérienne).

Tableau N°05 : Tableau représentatif des taux d'humidité de la farine.

	Humidité
Valeur	14.70

2.2-Essai à l'alvéographe de chopin

Le comportement d'une pâte formée à partir d'un mélange de farine et d'eau salée est évalué pendant la déformation. Un disque de pâte est soumis à un débit d'air constant ; dans un premier temps il résiste à la pression, puis il gonfle sous la forme d'une bulle, selon son extensibilité, et éclate. Cette évolution est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée alvéogramme.

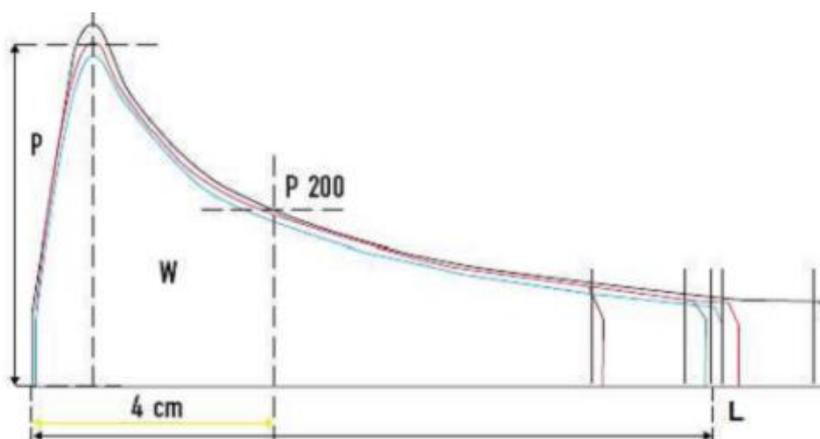


Figure 06 : Alvéogramme avec indication des différents paramètres mesurés (Roussel, 1991)

Le «W» : Il vient du mot anglais "Work" et désigne le travail au sens physique du terme. Sa valeur est proportionnelle à la Surface (S) de la courbe.

Le «P» : Correspond à la pression maximale d'air insufflée nécessaire à la déformation et donc à l'obtention de la bulle de pâte. Il exprime la ténacité de celle-ci et est donné en mm sur l'axe des ordonnées de l'alvéogramme

Le «L» : Ce paramètre correspond à l'extensibilité de la pâte depuis le début du gonflement jusqu'à éclatement de la bulle. Il indique l'élasticité de la pâte et l'allongement au façonnage. Il est donné en mm sur l'axe des abscisses de l'alvéogramme

Le « P/L » : Ce rapport appelé "rapport de configuration de la courbe" ou "rapport de ténacité au gonflement", représente l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte.

Indice de gonflement «G» : Le gonflement « G » est la moyenne du gonflement correspondant aux abscisses de rupture, obtenue par l'abaque de gonflement. Cet indice exprime l'extensibilité de la pâte, c'est un critère important de la qualité des blés et des farines (Calvel, 1984)⁴⁷

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le (Tableau N°00).

Tableau N°06 : Tableau représentatif des caractéristiques alvéographiques de la farine.

	W	P	L	G	P/L
Valeur	310	100	147	27.3	0.68

2.3-Taux du Gluten humide et sec

La détermination de la quantité de gluten existant dans une farine doit permettre de reconnaître si cette farine est de bonne valeur boulangère (Feillet, 2000). Toutefois, il ne suffit pas qu'une farine contienne un fort pourcentage de gluten pour avoir une bonne valeur boulangère (Calvel, 1984)⁴⁸.

Tableau N°07 : Tableau représentatif des taux du Gluten humide et sec de la farine.

	G_h	G_s
Valeur	71.26	7.20

2.4-l'indice de chute de HAGBERG

L'indice de chute de HAGBERG mesure indirectement l'activité des amylases (enzymes dégradant l'amidon) qui peut devenir excessive dans le cas de présence de grains germés ou en voie de germination (Godon et al. 1997)⁴⁹. Les moyennes des valeurs d'indice de chute varient entre $334.6 \pm 38.7s$ et $413.1 \pm 17.0s$.

Tableau N°08 : Tableau représentatif des taux d'affleurement de la farine.

	l'indice de chute	Norme
Valeur	300	$334.6 \pm 38.7s$

2-Résultats des caractéristiques de la qualité

Les résultats obtenus après les tests des propriétés physico-chimiques et technologiques de la farine à la réception et son influence sur la qualité.

2.1-Taux d'humidité

D'après les résultats obtenus, on remarque que cette farine a un taux d'humidité de (14,70 %), donc il est conforme aux normes (entre 14,5 et 15 %).

Donc le taux d'humidité de nos farines est conforme à la norme. Cela montre qu'elles sont issues des grains bien séchés et bien conservés.

2.2-Essai à l'alvéographe de chopin

La comparaison des caractéristiques alvéographiques de la farine mis en œuvre aux normes de la panification données par J.O.R.A. (1991)⁵⁰ a montré que le gonflement (G) de 17cm³ est non admis par ces normes (G > à 18 cm³), tandis que le rapport de configuration (P/L) de 1.48 est un peu élevé (P/L : compris entre 0.45 et 0.65) renseignant sur la ténacité élevée de cette farine et se traduisant par un alvéogramme légèrement déséquilibré.

D'après les résultats obtenus de l'Essai à l'alvéographe de chopin, on remarque que :

Le «W» = 325 (10⁻⁴J)

Selon Calvel (1986), le W chiffre la valeur globale des qualités plastiques. Il est principalement lié à la teneur en protéines.

Le «P» = 100 (mm)

La valeur de P est en relation avec la capacité d'hydratation qui augmente avec l'augmentation de taux d'amidon endommagé et selon Ammar et al. (2000), l'augmentation du travail de déformation, résulte de l'élévation de la ténacité.

Le «L» = 147 (mm)

Selon RAO et al. (2010), « L » dépend de la teneur en protéines, par contre P est affectée généralement par les techniques de mouture. D'autre part, les facteurs génétiques et environnementaux sont des facteurs qu'on ne peut exclure.

Le « P/L » = 0.68

Les gluténines à haut poids moléculaire et les gliadines sont responsables de la variabilité des paramètres alvéographiques (Renard et Thery, 1988).

Indice de gonflement «G» = 27.35 (mm)

L'indice de gonflement représente l'extensibilité des pâtes est une expression de la capacité de l'extension des protéines et permet d'apprécier l'aptitude du réseau du gluten à retenir le gaz carbonique (Kittissou, 1995).

2.3-Taux du Gluten humide et sec

D'après les résultats obtenus de Taux du Gluten humide et sec, on remarque que :

Le gluten humide = 71.26

Le gluten humide renseigne sur la force de gluten, il peut varier entre 0 pour un gluten mou et 100 pour un gluten très résistant et tenace. Les valeurs comprises entre 60 % et 90 % sont données par un gluten équilibré et de bonne valeur technologique (Gresle, 2000).

Gluten sec = 7.20

La teneur en GS de la farine totale et celle issue du convertisseur appartient à l'intervalle préconisé en boulangerie à savoir entre 8 et 10%, par contre les farines issus du broyeur, diviseur et claqueur sont inférieurs à 8%.

2.4-l'indice de chute de HAGBERG

La mesure de l'activité amylasique revêt un intérêt capital, en particulier celle des α amylases qui est corrélée positivement avec la qualité du pain (Pomeranz, 1983).

Les résultats représentés sur le tableau N° 00 illustrés que l'indice de chute est 300 micromètre pour la farine, ils corroborent avec les résultats de Boyacioglu et D'Appolonia (1994), qui signalent que l'activité enzymatique est fonction de la nature de l'amidon.

Conclusion

Conclusion

Cette étude nous a permis la caractérisation physicochimique, biochimique de la farine de blé dur. Les résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

D'après les résultats obtenus, on remarque que cette farine a un taux d'humidité de (14,70 %), donc il est conforme aux normes (entre 14,5 et 15 %). la teneur en eau de la farine permet une conservation correcte ;

Les analyses physico-chimiques et technologiques des farines :

Concernant Essai de chopin de la farine, les résultats obtenus ont montré que la farine étudié est un blé panifiable courant; toutefois si la force de la farine est bonne il se caractérise des Gonflement faibles, des ténacités P élevées, des rapports de configuration P/L déséquilibrés et élevés ainsi que par des indices d'élasticité Ie élevés, donc ces blés sont impanifiables en l'état..

Pour la teneur en gluten sec, seul la farine totale et celle issue du convertisseur sont conformes à la norme. Le gluten humide = 71.26, Gluten sec = 7.20.

Pour l'indice de chute est 300 micromètre pour la farine, donc les résultats concernant le taux d'affleurement sont t supérieurs à 95 %, ce qui montre une bonne maîtrise du diagramme de mouture.

A la fin nous pouvant conclure que la qualité de farine englobe un ensemble de plusieurs paramètres suivant la composition de chaque molécule qui compose, et l'influence de chacun sur l'autre.

Page bibliographique :

- ABDERREZAK Kirouani, et all, (2019).
- AIT-SLIMANE-AIT-KAKI S (2008).
- AMMAR M, (2014).
- ATWELL W.A. (2001).
- BAJJI M. (1999).
- BORNET F. (1992).
- BOUDREAU, A., and MÉNARD, G. (1992).
- BOUKARBOUA, A., And BOULKROUN, M. (2016).
- BOULAL H., ZAGHOUANE O., EL MOURID M. Et REZGUI S. (2007).
- BOULEGHIE, R Et OUABED, K., (2002)
- BOURAD Dalila (2009).
- BOURSON, Y. (2009).
- BURE, J. (1979).
- CALVEL R, (1984).
- CALVEL, R. (1980).
- CHENE, (2001).
- CHERDOUH A. (1999).
- CODEX. Stan (1985).
- Djilali BOUHADI Et Al, (2020).
- DONNEZ, J., SPADA, F., SQUIFFLET, J., & NISOLLE, M. (2000).
- DOUMANDJI A., DOUMANDJI S., DOUMANDJI M.B. (2003).
- FEILLET P. (2000).
- FELDMAN, M (2001)
- GAN, Z., Ellis, P., and SCHOFIELD, J. (1995).
- GODON, (1982).
- GODON, B Et J.C LASSERAN, (1989).
- GODON, B., and WILLM, C. (1998).
- J.O.R.A. (1991).

LERSTEN, N. R. (1987).

OZENDA, P. (2000).

GRIGNAC, P. (1978).

PERTEN H., (1990).

POPINEAU.Y, (1992).

RAYMOND C., (1980).

TITOUAN Bonnot (2016).

VILMORIN Andrieux (1880).

Annexes

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية



كلية العلوم الدقيقة والطبيعية والبيئة
قسم العلوم الزراعية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة محمد خيضر بسكرة

بسكرة في: 2023/04/30

رقم: 74 /ق.ج.ز/2023

إلى السيد /مدير المطاحن الكبرى للجنوب
- اوماش بسكرة -

الموضوع: طلب مساعدة الطالب(ة) لإنجاز رسالة الماجستير

في إطار تحضير رسالة الماجستير يشرفنا أن نطاب من سيادتكم المحترمة مساعدتكم و دعمكم التقني والعلمي للطالب(ة): تجوري خولة المسجل(ة) في السنة الثانية الماجستير بقسم العلوم الزراعية، جامعة محمد خيضر بسكرة ،

تقبلوا منا هذا الطلب بفائق الاحترام والتقدير

رئيس القسم

الأستاذ المشرف



LE DIRECTEUR DE
ADMINISTRATION GÉNÉRAL
A. BENSALAH

Résultats d'analyse semoule mois mars

Teneur en eau H (%)	ISO 712\NA:1132-1990-
Teneur en gluten humide G _H (%)	PTQ ISO 553\NA:735-1991
Teneur en gluten index G _s	ICC-137-
	Références
	Références

Désignation	01/03	02/03	05/03	06/03	07/03	09/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03
H	13.81	13.88	13.99	14.00	13.96	13.89	13.87	14.20	14.03	14.00	14.09	14.00	14.52	14.55	14.48	14.02	14.00	14.00	14.02	14.01	14.42
Gluten																					
G _H	63.52	61.25	62.00	60.20	63.44	65.81	62.40	60.82	61.22	61.00	62.22	62.55	61.42	60.98	63.52	58.20	60.20	61.25	62.40	63.44	65.00
G _s	9.25	9.05	9.40	10.00	9.18	9.52	9.15	9.54	9.47	9.32	9.97	9.42	9.17	9.82	9.29	10.35	10.00	9.25	9.15	9.18	8.43
Granulation																					
Rehus tamis 710µ	02.20	01.56	01.63	01.85	02.23	01.58	02.42	02.17	01.62	02.43	01.59	02.66	01.74	01.62	00.96	01.61	02.28	02.73	02.32	02.02	02.34
Rehus tamis 500µ	40.54	40.13	40.08	41.75	42.15	41.75	49.82	36.22	34.87	37.20	34.97	37.50	30.42	30.51	20.72	28.90	30.87	28.26	23.00	29.52	23.11
Rehus tamis 450µ	06.68	07.20	07.12	06.67	06.82	06.64	09.45	11.30	10.47	11.65	10.52	11.71	07.28	07.34	07.86	07.46	07.69	07.76	09.85	09.52	09.74
Rehus tamis 355µ	26.68	26.37	26.12	26.43	25.40	26.49	19.85	29.02	31.62	28.97	31.70	28.90	27.01	27.00	29.20	25.94	23.83	25.97	35.21	33.62	35.00
Rehus tamis 250µ	16.27	17.44	17.50	15.95	16.74	16.66	12.01	16.02	16.23	14.38	16.40	14.47	17.82	17.90	22.89	18.02	17.46	19.19	16.15	20.00	16.22
Rehus tamis 180µ	05.81	05.90	06.10	04.80	05.10	04.70	04.09	03.76	04.19	03.69	03.95	03.33	09.20	09.17	10.90	09.86	10.55	09.17	09.00	04.12	09.14
Rehus tamis <180µ	02.23	01.32	00.96	02.50	01.46	01.90	02.21	01.01	00.96	00.79	00.86	01.07	06.31	06.22	06.98	07.80	06.41	06.45	04.20	00.91	04.45

Résultats d'analyse FARINE mois mars

Teneur en eau H (%) Références ISO 712\NA:1132-1990-
 Teneur en gluten humide G_H (%) Références PTQ ISO 553\NA:735-1991
 Teneur en gluten index G_s Références ICC-137-

L'indice de chute Références ICC107/1 AACCC56-81B ISO / DIS 3093

Alveographe Références ISO 5530/4

Désignation	01/03	02/03	05/03	06/03	07/03	09/03	12/03	13/03	14/03	15/03	16/03	19/03	20/03	21/03	22/03	23/03	26/03	27/03	28/03	29/03	30/03
H	14,45	14,70	14,90	14,74	14,55	14,76	15,00	15,05	14,45	14,37	14,00	14,44	13,99	14,52	14,57	14,36	14,70	14,08	14,52	14,66	14,20
Gluten																					
G _H	72,55	71,26	80,30	73,12	80,36	76,22	74,55	72,55	78,42	62,44	72,55	76,42	77,08	70,00	69,88	76,55	70,00	67,85	70,32	71,22	71,33
G _s	7,25	7,20	7,39	7,50	7,50	7,40	7,34	7,25	7,80	9,5	7,25	8,22	7,81	7,40	7,29	7,62	9,16	9,88	7,24	7,33	7,27
L'indice de chute	312	300	312	307	366	360	307	338	311	345	330	322	362	360	362	347	345	322	331	345	344
Alveographe																					
P	96	100	96	99	102	96	96	96	100	96	113	95	114	100	76	78	88	87	107	89	95
L	150	147	140	180	176	147	150	150	164	147	189	142	182	147	115	119	130	127	187	136	145
G	27,3	27,3	27,3	30	29,3	28,3	27,3	27,2	26,82	28,3	30,6	29	29	27,1	23,9	24	28,1	29	26,7	26	26,8
W	325	310	317	330	340	345	325	319	336	332	370	320	332	362	318	324	355	360	330	336	378
P/L	0,64	0,68	0,68	0,55	0,57	0,65	0,64	0,64	0,60	0,65	0,6	0,66	0,62	0,68	0,66	0,67	0,68	0,67	0,6	0,65	0,66
I _e	54,1	50,1	56,1	57,3	56	54,1	54,1	52,3	51,4	51,2	50	56,1	54,2	57,2	57,2	52,3	52,3	57	53,1	57,1	57,8

Références :

-
- ¹ Ammar, (2014). Organisation de la chaîne logistique dans la filière des céréales en Algérie Etat et lieux et perspectives, Master of science ,121p.
- ² Bajji. (1999). Étude des mécanismes de résistance au stress hydrique chez le blé dur : caractérisation de cultivars différant par leurs niveaux de résistance à la sécheresse et de variants somaclonaux sélectionnés In vitro. Thèse de doctorat. Univ. Louvain.
- ³ Boulal, el all. (2007). Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA, Algérie, 176 p.
- ⁴ Feldman, (2001), Origine of Cultivated wheat. Dns Bonjean A.P et W.J Angus (éd) the world wheat breeding. Intercept Limited, Andover, Angleterre, P 3-58.
- ⁵ Vilmorin Andrieux (1880), les meilleurs blés, paris. In-fol VIII-175p ; pl en coul wheat for Kansas, Kansas state university Agricultural Experiment station.
- ⁶ Feillet. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, Paris, 308p
- ⁷ Calvel. (1980). La boulangerie moderne
- ⁸ OZENDA, (2000). Organismes végétaux, 2. Végétaux supérieurs. Tome 2, Paris, 516p.
- ⁹ Godon, (1982). Biotransformation des produits céréaliers, Tec et Doc-Lavoisier, paris.
- ¹⁰ BOURAD (2009), Étude du potentiel technologique de la farine de blé dur : panification, Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires, Université Abderrahmane Mira-Béjaia.
- ¹¹ Feillet. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, Paris, 308p
- ¹² Ait-Slimane-Ait-Kaki (2008). Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse Doctorat en Sciences. Univ. Annaba.

- ¹³ BOURAD (2009), Étude du potentiel technologique de la farine de blé dur : panification, Mémoire de Magister en Sciences Alimentaires, Université Abderrahmane Mira-Béjaia.
- ¹⁴ Ait–Slimane-Ait-Kaki (2008). Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse Doctorat en Sciences. Univ. Annaba.
- ¹⁵ CHERDOUH. 1999. Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve des blés durs Algériens (*Triticum durum* Desf.) : relation avec la qualité. Mémoire Magistère. Univ. Constantine.
- ¹⁶ GODON, et LASSERAN, (1989) : Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales, Ed, Tec et doc .Lavoisier, paris.
- ¹⁷ P. GRIGNAC (1978), Le Blé Dur : Monographie Succinte, Algerian Annals of Agronomy, Vol 8, Num 2, p 84-97.
- ¹⁸ Ait–Slimane-Ait-Kaki, 2008. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse Doctorat es Sciences. Univ. Annaba.
- ¹⁹ Abderrezak el all, (2019), Caractérisation de quelques variétés Algériennes de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*) par le biais des marqueurs phénotypiques, Journal of Applied Biosciences 142: 14464 – 14477.
- ²⁰ J. Erroux, blé, sur <https://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/1766>.
- ²¹ Donnez, Spada, F., Squifflet, J., & Nisolle, M. (2000). Bladder endometriosis must be considered as bladder adenomyosis. Fertility and sterility, 74(6), 1175-1181.
- ²² Lersten, (1987). Morphology and anatomy of the wheat plant. Wheat and wheat improvement, 13, 33-75
- ²³ Ait–Slimane-Ait-Kaki (2008). Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse Doctorat en Sciences. Univ. Annaba.
- ²⁴ J. Erroux, blé, sur <https://journals.openedition.org/encyclopedieberbere/1766>.

- ²⁵ CHENE, 2001. La farine. Journal de l'ADRIANOR. (26),pp. C.3-C.8.
- ²⁶ Gan, Ellis, P., and Schofield, J. (1995). Gas cell stabilisation and gas retention in wheat bread dough. Journal of Cereal Science 21, 215-230.
- ²⁷ Godon, and Willm, (1998). "Les industries de première transformation des céréales."
- ²⁸ CALVEL, 1980. « La boulangerie moderne ». 9ème édition
- ²⁹ TITOUAN BONNOT (2016), Réponse du grain de blé à la nutrition azotée et soufrée : Etude intégrative des mécanismes moléculaires mis en jeu au cours du développement du grain par des analyses-omiques, thèse de doctorat, Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II,
- ³⁰ Bornet. (1992). Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines Edition, ESF. Paris, P.1533.
- ³¹ Boudreau, and Ménard, (1992). Le blé: éléments fondamentaux et transformation," Presses Université Laval.
- ³² POPINEAU, 1992, Transformation enzymatique des protéines de blé, publié dans la biotransformation des produits céréaliers, Lavoisier, chap.2p 34-38.
- ³³ Cheriet. (2000). Étude de la galette différent types recettes et mode de préparation, P 99.
- ³⁴ Atwell. (2001). Wheat flour. Eagan press, Minnesota, USA, 123 p.
- ³⁵ Doumandji, et all. (2003). Technologie de transformation des blés et problème dus aux insectes en stock, Ed :Office des publication universitaire, P.129.
- ³⁶ CALVEL, 1984. La boulangerie moderne. 10 ème édition. Eyrolle. Paris. 436p.
- ³⁷ BURE, 1979. Le pain. Acte du colloque Du C.N.E.R.N.A. Edition C.N.R.S. Paris.243p.
- ³⁸ Raymond, La boulangerie moderne, Editions Eyrolles, 1980. 190p.
- ³⁹ BOUHADI et al, (2020), Effet de l'ajout de la farine de malt sur les caractéristiques fonctionnelles et technologiques de la farine de blé tendr, Revue Nature et Technologie, univ Chlef.

- ⁴⁰ Perten, Rapid measurements of wet gluten quality by gluten index. *Cereal Foods World* 35, (1990). 401p.
- ⁴¹ Feillet. (2000). *Le grain de blé, composition et utilisation*. INRA, Paris, 308p
- ⁴² Bouleghie, et Ouabed, 2002 : Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état, département de nutrition, de l'alimentation et des technologies agroalimentaires DNAT.AA. P. 19-34.
- ⁴³ Boukarboua, and Boulkroun, (2016).Appréciation de la qualité technologique des farines commerciales par des tests indirects, Université des Frères Mentouri Constantine.
- ⁴⁴ Feillet. (2000). *Le grain de blé, composition et utilisation*. INRA, Paris.
- ⁴⁵ Bourson, (2009). "Mouture du blé tendre et techniques d'obtention de la farine," Ed. Techniques Ingénieur.
- ⁴⁶ Codex. (1985). Norme Codex Pour La Farine De Blé. Codex Standard 152-1985. 1985, P. 4.
- ⁴⁷ CALVEL, 1984. *La boulangerie moderne*. 10^{ème} édition. Eyrolle. Paris. 436p.
- ⁴⁸ CALVEL, 1984. *La boulangerie moderne*. 10^{ème} édition. Eyrolle. Paris. 436p.
- ⁴⁹ Godon, (1982). *Biotransformation des produits céréaliers*, Tec et Doc-Lavoisier, paris.
- ⁵⁰ J.O.R.A. 1991 (Journal Officiel de la République Algérienne) (1991). Décret exécutif N° 91/ 572 du 31 décembre relatif à la farine de la panification et du pain.