

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



FACULTE DES 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

REMERCIEMENT

Tout d'abord :

Merci à Allah le tout puissant qui m'a donné le courage et la patience pour réaliser ce modeste travail.

Je tiens à remercier notre promotrice Docteur AOUN Omar qui a accepté de nous encadrer, pour tout son aide, sa disponibilité, son suivie et sa confiance.

Nous remercions également Docteur HAMMOUI Yasmîna et Docteur BOUAOUDIA MADI Nadia d'avoir accepté d'examiner notre mémoire.

Nous voudrions remercier à tous les responsables de l'entreprise « les moulins HODNA » en particulier le personnel de laboratoire de l'unité Mr HACHI Islam,

Mme NABI Amani, Melle BOUZROURA Meriem et Melle DJAIDJA Bouchra pour la précieuse aide dans ce travail.

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

Dédicace

Je dédie ce modeste travail:

Tout d'abord, chers parents qui ont contribué et se sont assurés de fournir tout ce dont j'avais besoin, avec un soutien continu, des sacrifices, des souhaits et des prières pour réussir.

Et à toutes mes chères familles, frères, sœurs, oncles et oncles pour leurs encouragements, conseils et assistance, merci.

A toute la promotion du Master N ° 2 pour l'année 2019/2020 mes chers amis de l'Agence Nationale de Sécurité, ainsi qu'à mes amis, pour leur sympathie, humour et solidarité "avec l'aide.

TAHMI MERYEM

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

-A mes chers parents :ma mère et mon père pour la patience ,leur amour leur soutien et leur encouragement.

-A mes très chers frères : Djamal ,Djabir, Thameur et Walid et Mes belles sœurs : Sihem et Dalila et à tous leurs enfants.-

-A tous ma famille «famille Guasmi»

-A tous mes amies et mes collègues.

GUASMI Zeyneb

SOMMAIRE

Listes des tableaux.....	IV
Listes des Figures	V
ABRÉVIATIONS	VI
ملخص.....	VII
Résumé	VIII
ABSTRACT	IX
Introduction	1
CHAPITRE I.SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1 . Blé.....	3
1.1 Généralités sur le grain de blé	3
1.2 .Différence entre blé dur et blé tendre	5
1.3. Production	6
1.3.1.Production mondiale.....	6
1.3.2 .Production national.....	6
2.Transformation du blé tendre en farine	7
2.1. Farine de blé tendre	7
2.2.Transformation de blé tendre en farine	7
Chapitre II. Matériels et Méthodes.....	10
1. Analyses de blé tendre	10
1.1.Masse 1000 Grains	10
1.2.Indice de sédimentation(test de zeleny)	11
1.3.Poids spécifiques	12
1.4.Taux d'humidité	12
1.5. Impuretés	13
1.6.Ergot.....	14
1.6.1.Détermination de l'ergot.....	14
2 . Analyses de la farine.....	14

2.1.Teneur en gluten.....	14
2. 2. Taux d’humidité	15
2. 3.Taux d’affleurement	15
2.4.Essai à l’alvéographe.....	16
2.5.Taux des cendres	17
2.6. Acidité grasse de la farine	17
CHAPITRE III. Résultats et discussion	19
1. Analyses de blé tendre.....	19
1.1.Poids spécifique.....	19
1.2.Taux d’humidité	19
1.3.Indice de sédimentation(test de zeleny)	20
1.5. Masse 1000 grains	20
1.6.Classification des impuretés	20
2. Analyses de farine.....	22
2.1.Taux d’humidité	22
2.2.Gluten.....	22
2.3.Acidité	23
2.4.Cendres.....	23
2.5. Taux d’affleurement.....	23
2.6.Force boulangère	23
Conclusion.....	24
Références bibliographiques :	26

Listes des tableaux :

Tableau 1:composition chimique de grain de blé(Feillet2000).....	5
Tableau 2:différence entre blé tendre et blé dur(Abecassis2015).	5
Tableau 3:classification du farine selon la matiere minérale (les cendres)(Feillet2000)	7
Tableau 4:différents catégories des impurtés du blé tendre	13
Tableau 5:les paramètres de l'alvéogramme.....	16
Tableau 6:les analyses du blé tendre.	19
Tableau 7:classification des impuretés.....	21
Tableau 8:comparaison des valeurs des impuretés de HODNA MSILA et les valeurs de Codex Stan199-1995.	21
Tableau 9:les analyses de farine.....	22

Listes des Figures :

Figure 1:Anatomie schématique du grain du blé(SURGET and BARRON2005).....	4
Figure 2:Compteur des grains(NUMIGRAL12407CHOPIN.France)	10
Figure 3:moulin de laboratoire(BRABENDER880508.Germany)	11
Figure 4:un agitateur d'éprouvette(BRABENDER342.Germany)	11
Figure 5:NILMA Litre(BUHLERMLD100.Suisse).....	12
Figure 6:un humidimètre électrique(PFEUFFER50)	13
Figure 7:planchister de laboratoire.....	15
Figure 8:l'appaeil Alvégraphe CHOPIN	17
Figure 9:Four à moufle(Nabertherm Gmbh28865).....	17

ABRÉVIATIONS

FAO	Food and Agriculture Organization
U.R.S.S	Union des Républiques Socialistes Soviétiques
U.S.A	United States of America
MS	Matière Sec
B	Broyeur
NA	Norme Algérienne
NF	Norme Française
MO	Matière Organique
T H	Taux d'Humidité
FB	Force Boulangère
SDS	Sédimentation en milieu Dodécylsulfate de Sodium
ISO	Organization for Standardization International
PMG	Poids de Mille Grains
AFNOR	Association Française de Normalisation

ملخص

القمح من أساسيات النظام الغذائي الجزائري. والقمح هو أصل الدقيق الذي يمكننا فيما بعد صنع به الخبز. إن إنتاج القمح اللين في الجزائر متوسط وعموما يكون إنتاج القمح الصلب أكثر من إنتاج القمح اللين.

قمنا بهذه الدراسة بهدف مراقبة النوعية الفيزيائية والكيميائية للقمح اللين المستعمل في صناعه الدقيق والدقيق الذي يتم تسويقه من طرف «مطاحن ألحضنه المسيله» ومقارنه نتائج التحاليل التي تحصلنا عليها بالمعايير الدولية والحكم عن نوعيه القمح ونوعيه الدقيق المسوق من طرف «مطاحن ألحضنه المسيله» .

من خلال النتائج التي أجريت القمح اللين المستعمل في صناعه الدقيق ذو نوعيه متوسط ونتائج التحاليل توافق المعايير .

الكلمات الرئيسية: القمح اللين. الدقيق . النوعية الكيميائية والفيزيائية. المعايير

Résumé :

Le blé est la base de régime alimentaire Algérienne, il est à l'origine de farine qui donne par la suite le pain.

La production du blé tendre en Algérie est moyenne et généralement le rendement du blé dur est élevé que le rendement du blé tendre .

Le présent de travail est réalisé dans l'objectif du suivi la qualité physicochimique et technologique de blé tendre utilisé 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 .

Les résultats obtenus montrent que la qualité de blé tendre importé pour la fabrication de farine et la farine commercialisée par complexe commerciale et industrielle HODNA MSILA de qualité moyenne et généralement les résultats des analyses conforme aux normes.

Les mots clés :blé tendre ;farine ;qualité physicochimique ;qualité technologique, fabrication ;normes.

ABSTRACT :

Wheat is the basis of the Algerian diet, it is the origin of flour which subsequently gives bread . The production of soft wheat in Algeria is average and generally the yield of durum wheat is higher than the yield of soft wheat

The present work is carried out with the objective of monitoring the physicochemical and technological quality of strained wheat used for the manufacture of flour and the flour marketed by Commercial and industrial complex HODNA MSILA, and the comparison of the different results of the analyzes by the Standards to determine the quality of soft wheat used for the manufacture of flour and the quality of flour marketed. The results obtained show that the quality of soft wheat imported for the manufacture of flour and flour marketed by commercial and industrial complex HODNA MSILA of average quality and generally the results of the analyzes comply with the standards.

Keywords : Soft wheat ; flour ; physicochemical quality ;technological quality ;standards

INTRODUCTION

Introduction

Les céréales représentant un produit de base pour la plupart des pays ; particulièrement les pays maghrébins (Djermoun 2009) à cause de sa richesse en composition (protéines, minéraux, amidon, cellulose...) et leurs bienfaits connus , les céréales les plus cultivées dans le monde sont :le blé ,riz, maïs, l'orge.

les produits céréaliers occupent un secteur principal ou culture en Algérie par son importance en alimentation ;le blé considéré comme la base de régime alimentaire algérienne(Adamou-Djerbaoui, Denys et al. 2013) .

le grain de blé est composé essentiellement en trois parties :l'enveloppe, le germe et l'albumen amylicé (Barron, Abecassis et al. 2012).tout les parties de grain de blé utilisé soient par l'alimentation humaine ou animale

il existe deux types de blé : blé dur (*Triticum durum*) utilisé pour la fabrication des semoules et le blé tendre (*Triticum aestivum*) c'est le produit principale pour fabriquer la farine ,la différence entre eux en texture de l'albumen(friable et farineuse pour blé tendre et très vitreuse et dur pour le blé dur)(Abecassis 2015).

Tout le monde recherche des produits alimentaires de bonne qualité(qualité nutritionnelle et sanitaire)qui assuraient la sécurité de consommateurs et offrent une valeur nutritive élevée,

Pour les produits céréaliers particulièrement la farine ,une farine de bonne qualité se caractérisé par sa couleur blanche et tout les analyses qui fait lors de sa fabrication est conforme aux normes.

L'objectif de notre étude est :

La suivre de qualité physicochimique et technologique de la farine« moulin industriel HODNA MSILA.

-faire une comparaison entre les valeurs trouvées lors des analyses physicochimiques et technologique et les Normes nationaux et internationaux et on dit que cette farine est de bonne qualité et panifiable ou non.

Notre mémoire est composé de deux parties :

- Une partie bibliographique sur des généralités pour le blé ,la farine et transformation du blé tendre en farine.
- Une partie expérimentale pour les différentes analyses de blé tendre et farine et comparaison des résultats des analyses par les Normes.

I SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I.SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

1 . Blé

1.1 Généralités sur le grain de blé

Les céréales peut définies comme un grain ou une graine comestible famille d'herbe, *Gramineae* , Les céréales sont cultivées pour leurs graines comestibles principalement nutritives comme le maïs , l'orge , le riz, le blé , Certains céréales sont utilisé directement comme des aliments de base pour l'homme ou indirectement via l'alimentation du bétail depuis la début de la civilisation. Les céréales sont les principales sources de nourriture (FAO 2002) et les aliments à base de céréales sont une source majeure d'énergie, de protéines, de vitamines B et minéraux pour la population mondiale. Généralement, les céréales sont bon marché à produire, sont facilement stockées et transportés et ne se détériorent pas facilement s'ils sont gardés au sec.(McKevith 2004).

Le blé est une culture connue et excellente pour de nombreux pays à climat tempéré. Il est également considéré comme l'une des grains alimentaires les plus cultivées et consommées dans certaines parties du monde (Mignon 2002).

1.1.1 Classification botanique de graine de blé

Règne végétal :	<i>Plantae</i>
Sous-règne :	<i>Tracheobionta</i>
L'embranchement :	<i>Magnoliophyta</i>
Classe :	<i>Liliopsysda</i>
Sous-classe :	<i>Comelinidae</i>
Ordre :	<i>Cyperales</i>
Famille :	<i>Poaceae</i>
Sous-famille	<i>Pooideae</i>
Tribu :	<i>Triticeae</i>
Genre :	<i>Triticum</i>

Espèces : *Triticum aestivum* (Blé Tendre)(Bonneuil, Demeulenaere et al. 2007)

1.1.2 .Structure du grain de blé

Le grain de blé est constitué de 3 grandes parties (**Figure 1**) : le germe, l'albumen et les enveloppes ,Le germe est la partie du grain où le taux d'humidité et la concentration en lipides sont les plus importantes (Pomeranz 1988),l'albumen constitue le plus important compartiment du grain et représente environ 80% de son poids(Pomeranz 1988). Il correspond

au tissu de réserve. L'albumen à maturité est composé de deux parties: l'albumen amylacé et la couche à aleurone, alors que les tissus périphériques contiennent la majeure partie des fibres et minéraux la structure et les propriétés des fibres varient (Fincher and Stone 1986)

Les fibres solubles du grain proviennent majoritairement de l'albumen amylacé. Les tissus les plus périphériques (péricarpe, testa) sont quant à eux riches en fibres insolubles. Les enveloppes sont constituées de quatre tissus : le péricarpe externe, le péricarpe interne, la testa et la couche nucellaire. Ces enveloppes et la couche à aleurone sont composées principalement de polysaccharides (arabinoxylanes, xyloglucanes et cellulose).

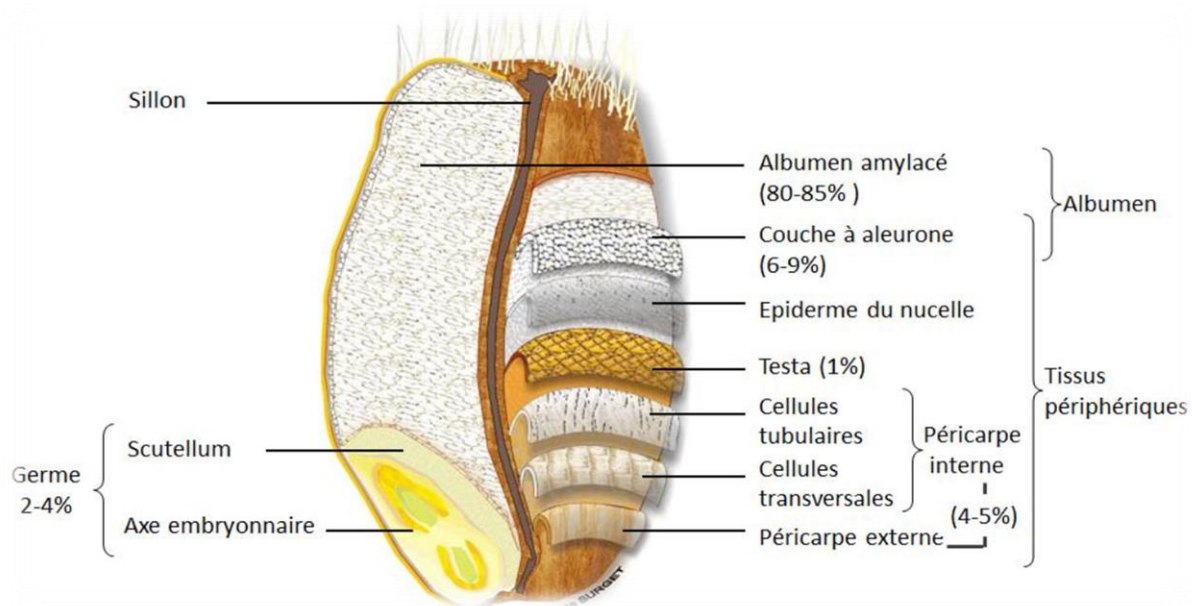


Figure 1:Anatomie schématique du grain du blé(SURGET and BARRON2005)

1.1.3. Composition biochimique de grain de blé

Le grain de blé est constitué principalement d'amidon (67-71%) se retrouver en totalité dans l'albumen amylacé et des protéines (10-15%) dans le germe et la couche aleurone et les autres Constituants comme les lipides, les sucres libres, les minéraux et les vitamines pondéralement Mineurs (quelques %seulement).

Tableau 1: Composition chimique de grain de blé(Feillet2000).

Nature des composants	Teneur(%ms)
Protéines	10 - 15
Amidon	67 - 71
Pentosanes	8 - 10
Cellulose	2 - 4
Sucres libres	2 - 3
Lipides	2 - 3
Matières minérales	1.5 - 2.5

1.2 .Différence entre blé dur et blé tendre

Le blé tendre(*Triticum aestivum*) diffère du blé dur(*Triticum durum*) à sa forme, sa couleur de grain et son utilisation : le blé tendre utilisé pour faire une farine et le blé dur utilisé pour faire une semoule. Comme indiqué dans **le tableau 2.**(Abecassis 2015)

Tableau 2:différence entre blé tendre et blé dur(Abecassis2015).



Blé tendre

- Nom scientifique :***Triticum aestivum*.
- Forme :**Arrondie.
- Couleur de l'albumen :**blanc.
- Texture de l'albumen :**friable à résistante.
- Utilisation :**utilisé pour faire une farine.



Blé dur

- Nom scientifique :** *Triticum durum*.
- Forme :**Allongée.
- Couleur de l'albumen :**jaune ambré.
- Texture de l'albumen :**très vitreuse et dure.
- Utilisation :** pour faire une semoule

1.3. Production

1.3.1. Production mondiale

la culture des céréales dans le monde est estimée à 700 millions d'hectares, avec une capacité la production approximativement 12 milliards de quintaux correspondant à un rendement moyen d'environ 16 q/ha. le blé vient en tête avec 227 millions d'hectares et 3 300 millions de quintaux. Où l'U.R.S.S est à l'avant-garde des pays producteurs, avec plus de 930 millions de quintaux (1/4 de la production mondiale), Puis l'Europe arrive avec 730 millions de quintaux , et les U.S.A. avec 430 millions de quintaux(Moule 1971).

1.3.2 .Production national

Les céréales sont cultivées en Algérie de toutes sortes, le blé et l'orge constituant la majorité de la production, l'Algérie ayant enregistré une production céréalière moyenne au cours des cinq dernières années (2008-2012) estimées à 32 millions de kantars selon la FAO, et pour le blé, 60% est à 19 millions de kantars comparés à l'orge.

Le blé est cultivé sous ses deux types en Algérie, mais la majorité du blé dur s'adapte mieux aux conditions climatiques locales et bénéficie de rendements plus élevés de blé tendre, où sa production était estimées à 13 millions de kantars en (2008-2012) contre 8 millions de kantars de blé tendre.(Rastoin and Benabderrazik 2014).

2. Transformation du blé tendre en farine

2.1. Farine de blé tendre

2.2.1. Définition

La première transformation du blé tendre en farine par d'un procédé appelé la mouture qui base sur la séparation de l'albumen amyloacé des tissus périphériques en d'abord , puis à le réduire en farine, la qualité de blé tendre contrôle le rendement final en farine et la qualité de cette dernière (Abecassis 1993).

La dénomination farine désigné la farine de blé tendre *Triticum aestivum* , la farine de panification est le produit de mouture de graines des céréales aptes a la panification et préalablement nettoyée (Journal Officiel N°36, 1991).

2.2.2. Différents types de farines

La qualité de farine dépend de la qualité du blé tendre utilisé, et les différents types de farine sont classés selon leur teneur en matière minérale (taux de cendres) (Feillet 2000).

Tableau 3: classification du farine selon la matière minérale (les cendres) (Feillet 2000)

Type de farine	Teneur en cendres	Usages
0.45	Inferieur de 0.5	Pâtisserie, farine de gruaux
0.55	0.5 à 0.6	Pain courante biscotterie ,panification fine.
0.65	0.62 à 0.75	Biscotterie
0.8	0.75 à 0.9	Pain spéciaux
1.1	1 à 1.2	Pain bis
1.5	>1.4	Pain complets

2.2. Transformation de blé tendre en farine

2.2.1. Nettoyage

Les systèmes des nettoyages différents d'un moulin à l'autre par la nature de machines mises en ouvre et l'ordre des opérations :

Ils sont néanmoins en commun de posséder un régulateur de flux destiné à assurer un débit constant des produits arrivant sur la première machine.

Un système d'aspiration pour éliminer les impuretés les plus légères (pailles), des machines de calibrage et de triage afin de séparer les blés des grosses et petites graines étrangères, d'époinçonneuse ou de brosse pour nettoyer la surface des blés et enfin d'une épierreuse et d'un séparateur magnétique. (Feillet 2000)

2.2.1.1. Conditionnement du blé

Le conditionnement de blé revêt une grande importance dans le traitement de blé.

Il consiste à mouiller les grains de blé afin de permettre une diffusion rapide de l'eau dans l'albumen et les enveloppes (Ménard and Boudreau 1992) et le conditionnement de blé principalement pour augmenter l'élasticité des enveloppes.

Le temps de conditionnement est généralement de 24h à 36 heures avant d'être moulus

2.2.3. Mouture

2.2.3.1. Mouture

-Le procédé de mouture est une combinaison d'opérations unitaires de broyage et de tri des particules selon leur taille ou leurs propriétés aérodynamiques. Ce procédé a été optimisé empiriquement afin d'extraire l'albumen amylic des grains avec une faible contamination par les tissus périphériques (SURGET and BARRON 2005).

-La mouture est principalement pour séparer l'amande farineuse du son du germe et de réduire cette amande en granules suffisamment fins.

2.2.3.2. Étapes de mouture

-**Broyage** : qui consiste à réduire progressivement des céréales en 1 ou 6 passages de cylindres cannelés pour séparer l'enveloppe de l'amande (Bourson 2009). Le but de broyage et de fragmenter le grain de blé progressivement en série des broyeurs : B1, B2, B3, B4, B5.

-**Blutage** : séparation des produits de mouture (semoules, farines, sons) sur la base de leurs dimensions (granulométrie) (Feillet 2000)

-**Claquage** : en farine à l'aide d'opération technique qui consiste à réduire et à épuiser les grosses et moyennes particules d'amande appelées semoules, ainsi que des particules d'enveloppes mélangées en particules plus fines et des cylindres lisses.

-**Convertissage** : pour réduire et à épuiser les particules d'amande (finots et gruaux) en farine après le broyage et le claquage à l'aide de cylindres lisses (Bourson 2009)

Le convertissage et le claquage sont effectués dans des appareils à cylindre lisses, respectivement des convertisseurs et des claqueurs (Feillet 2000)

2.2.4. Conditionnement de produit fini

Le stockage de farine entreposé dans des silos contient plusieurs cellules ou dans des sacs (Ménard and Boudreau 1992) après le stockage dans des sacs la farine est commercialisée dans le marché.

II . MATERIELS ET METHODES

Chapitre II. Matériels et Méthodes

Les analyses ont été réalisées au niveau du laboratoire des moulins HODNA MSILA (**lieu de stage**). Le complexe commercial «HODNA MSILA» constitué d'une minoterie et semoulerie

1. Analyses de blé tendre

1.1.Masse 1000 Grains

La détermination de masse 1000 Grains est réalisée par la pesée et le comptage des grains entiers.(NA731.2013).

- prélever une masse composée approximativement de 500 grains de l'échantillon tel quel

,séparer les grains entiers, pesée à l'aide d'une balance de précision de **0.001 g**.

-Compter par un compteur des grains automatique(NUMIGRAL1 2407CHOPIN, France),et par règle de trois obtention de masse de 1000 grains.



Figure 2:Compteur des grains(NUMIGRAL12407CHOPIN.France)

$$m_H = \frac{m_0 \times 1000}{N}$$

Mo :est la masse en grammes .des grains entiers de la quantité prélevé.

N:est la nombre des grains entiers trouvés dans la masse mo.

La masse ms, en grammes, de 1000 grains sur sec est donnée par la formule :

$$ms = \frac{m_H \times (100 - H)}{100}$$

m_H :est la masse en grammes de 1000 grains tels quels.

H :est la teneur en eau. Exprimés en pourcentage en mase des grains tels quels.

1.2.Indice de sédimentation(test de zeleny)

Le test de SDS(**sédimentation en milieu dodécylsulfate de sodium**) a été réalisé par la mouture totale des grains selon le protocole de (Axford, McDermott et al. 1978)qui basé sur le gonflement des protéines de la farine dans une solution d'acide lactique-SDS.

-la mouture s'effectuer dans un moulin de laboratoire(**BRABENDER 880508, Germany**), après une agitation par un agitateur d'éprouvette(chaque éprouvette contient une quantité de farine et une solution d'acide lactique, en présence du réactif de bleu de promophénol)munie d'un chronomètre(**BRABENDER342, Germany**)et un repos bien défi



Figure 3:moulin de laboratoire(BRABENDER880508.Germany)



Figure 4:un agitateur d'éprouvette(BRABENDER342.Germany)

1.3.Poids spécifiques

Le poids spécifique ou le poids d'hectolitre est un paramètre physique exprimé en kilogramme par hectolitre.

le poids d'hectolitre (**PHL**) est le poids des grains remplissant un volume donné résultant la densité du grain et l'efficacité de conditionnement (Ghaderi, Everson et al. 1971)

La méthode de mesure de poids spécifique, cités dans les contrats commerciaux est la norme **NFenISO7971-3**,et l'appareil utilisé est **NILMA litre (BUHLER MLD 100, Suisse)**.



Figure 5:NILMA Litre(BUHLERMLD100.Suisse)

1.4.Taux d'humidité

L'humidité est un test s'effectuer sur le blé et la farine pour déterminer la la teneur en eau d'un échantillon. La perte de masse s'exprimer en pourcentage(**NF ISO 712**).

-Après broyage ou non et conditionnement éventuel, séchage de produit a une température bien définie pendant un durée déterminée

-Le séchage est réalisé à une température de 130°C à 133 °C à une étuve. Utilisant une balance analytique sensible à $\pm 0.1\text{mg}$, un dessiccateur contenant un dessiccateur efficace ,des capsules cylindriques numérotées en aluminium et des capsules en verre.

-il existe un autre méthode pour mesurer l'humidité est une méthode rapide on utilise un humidimètre électronique qui affiche directement le taux d'humidité .



Figure 6:un humidimètre électrique(PFEUFFER50)

1.5. Impuretés

Par définition les impuretés considèrent comme l'ensemble des éléments généralement indésirable avec l'échantillon (blé tendre)soit les éléments d'origine organique et non organique(BOUSLAH, El MOUEDDEB et al.)

Selon la norme (NA 15213, 2013) la méthode de détermination des impuretés , c'est séparation, le classement puis la pesée comme indiqué dans le tableau.

Tableau 4:différents catégories des impuretés du blé tendre

Classe	Séparation	Définition
1° catégorie	Matières inertes	•Débris végétaux secs (glumes, pailles...) •Éléments minéraux (terre, sable, pierres, métaux ...), • Insectes et les acariens morts et les débris d'animaux nuisibles aux céréales (débris d'insectes, soies, déjections)
2°catégorie	Grains cassés ou brisés	•Grains cassés les morceaux de grain plus petit que les trois quarts du grain entier avant cassure.
	Grains mouchetés	•Grains mouchetés, les grains présentant, à d'autres endroits que le germe même, des colorations situées entre le brun et le noir brunâtre.
	Grains germés	•Nettement à l'œil nu, la radicule ou la plumule.
	Grains échaudés ou maigres	•Les grains qui passent à travers un tamis à fentes de 1,9 mm. Ce sont des grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau.
	Grains d'autres céréales	•Les grains et fragments de grains de céréales n'appartenant pas à l'espèce du lot examiné, les graines et les fragments de graines de protéagineux et d'oléagineux.

1.6.Ergot

L'ergot est causé par un champignon (*Claviceps purpurea*), *C.purpurea* contient des alcaloïdes responsables de l'ergotisme (Lorenz and Hosney 1979).

1.6.1.Détermination de l'ergot

Séparer l'ergot de l'échantillon pour essai. Le placer dans une coupelle et le peser de 0.01g près.

2 . Analyses de la farine

2.1.Teneur en gluten

2. 1.1. Gluten humide

Pour déterminer la teneur en gluten , mélanger 10g de farine(m_0) avec 5ml d'eau salée

Isolement de gluten à la farine se fait par lixiviation (lavage par l'eau) d'un pâton sous un mince filet d'eau dés ionisé ou salée(pour évacuer l'amidon et les matières solubles dans l'eau. Le gluten (m_1) obtenu est pesé.

La teneur en gluten(**GH**) humide est exprimé en pourcentage :

$$\text{GH (\%)} = \frac{m_0}{m_1} \times 100$$

m_0 :la masse de farine en g.

m_1 :la masse de gluten en g.

2.2.2 .Gluten sec

Le gluten sec est déterminé après séchage d'un boule de gluten humide dans un Glutamic (**GLUTORK 2020, PERTEN instrument, France**) à 160 C° pendant 04 minutes, puis on pesé le gluten sec (**GS**).

La teneur en gluten sec (GS) exprimée en pourcentage de fraction massique de l'échantillon initial est t égale à:

$$\text{GS(\%)} = \frac{m_0}{m_1} \times 100$$

2.2.3.Capacité d'hydratation du gluten

La capacité d'hydratation du gluten (CH) représente la quantité d'eau absorbée par le gluten.

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

GH :gluten humide

GS :gluten sec

2. 2. Taux d'humidité

La même méthode appliquée aux grains (blé tendre et blé dur) et aux farines.

2. 3.Taux d'affleurement

Le taux d'affleurement est un examen granulométrique, réalisé à l'aide d'un plachister du laboratoire(**Rüetschi, EL-Motoren CH5034, Germany**),C'est la quantité de farine extraire ou refus par un tamis dont l'ouverture de maille est choisie en fonction de finesse du produit à analyser.

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.



Figure 7:plachister de laboratoire

2.4.Essai à l'alvéographe

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

Selon la norme (NA 1188, 1990) , le test de l'alvéographe permet de déterminer les caractéristiques rhéologiques des pâtes.

La pâte est préparée à partir de farine et l'eau salée et on a étudié son comportement sous l'influence d'un courant d'air (sa 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

L'alvéogramme obtenus est une courbe qui représente l'évolution de la pression à l'intérieur de la bulle formée en fonction du temps. Cette courbe permet de déterminer les paramètres suivants : la ténacité de la pâte «**P**», la longueur «**L**», le rapport «**P/L** », le gonflement **G** et le travail de déformation « **W** ».

Tableau 5:les paramètres de l'alvéogramme.

P	Indice de la ténacité de la pâte exprimé en mm sur l'axe des ordonnées de l'alvéogramme , c'est la pression maximale d'air nécessaire pour l'insufflée de la bulle de pâte .
L	Indice d'extensibilité de la pâte , exprimé en mm sur l'axe des abscisses de l'alvéogramme, qui indique la capacité à avoir une porosité(alvéoles) ,l'élasticité de la pâte et l'allongement au façonnage .
W	C'est l'abréviation de mot anglais "work" , ce qui signifie le travail , sa valeur est proportionnelle à la surface "S" de la courbe .
P/L	C est le rapport de configuration ténacité-extensibilité ,qui représente l'équilibre entre la ténacité et la gonflement .



Figure 8:l'appaeil Alvéographe CHOPIN

2.5.Taux des cendres

Incinération d'une prise d'essai jusqu'à combustion complète des matières organiques puis pesée du résidu obtenu. Le résidu obtenu est floconneux après incinération à 550 °C et vitrifié après incinération à 900 °C. (JO n° 35 - 2006)

Avant de commencer l'incinération des échantillons, il est nécessaire d'ajouter de l'éthanol pour les enflammer (pré-incinération) après que le produit soit brûlé, on introduit les capsules à l'intérieur du four, et on attend la combustion complète de la totalité du produit .



Figure 9:Four à moufle(Nabertherm GmbH28865)

2.6. Acidité grasse de la farine

L'acidité grasse est l'expression conventionnelle des acides, essentiellement des acides gras libres, extraits dans les conditions qui suivront. Elle est exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche.

La détermination de l'acidité fait par la mise en solution des acides dans l'éthanol à 95% (v/v) à la température du laboratoire, suivie par une centrifugation et titrage d'une partie aliquote de la solution surnageant par l'hydroxyde de sodium (JO n° 35 – 2013)

III RÉSULTATS ET DISCUSSION

CHAPITRE III. Résultats et discussion

1. Analyses de blé tendre

Tableau 6: les analyses du blé tendre.

Jours Critère	08/03/2020	09/03/2020	10/03/2020	11/03/2020	15/03/2020	16/03/2020	17/03/2020
Poids spécifique	82.7	84.9	82.2	80.89	85.9	82.2	81.4
Taux d'humidité	12	12	11.7	12.3	12.2	12.3	12.3
Indice de Sédimentation	26	30			20	21	27
Ergot	0	0	0.028	0	0	0	0
Masse 1000 grains	38.44	39.54	37.093	39.14	37.19		40.2

1.1.Poids spécifique

le poids spécifique ou le poids d'hectolitre est paramètre physique ,exprimé en kg/hl qui donne une idée sur la qualité de blé et sur le rendement.

Normes :75-85 kg/hl

Min =80.89
Max =85.9
Moyenne=82.88
Ecart type :±1.83

les valeurs trouvés lors des analyses est compris entre 80.89 et 85.9 kg/hl donc ont conforme aux norme et on a un blé de bonne qualité et a un rendement élevé.

1.2.Taux d'humidité

d'après les résultats des analyses qui ont a fait ;le taux d'humidité est entre 11.7% et 12.3% et pour la valeur des normes on a(H<14.5 %)donc les résultats sont aux normes ,aucun effet de dommage du blé lors de stockage(lorsque le blé est dépassé 14.5% le blé considéré comme non marchand et de ce fait il est refus.

Min=11.7
Max=12.3
Moyenne :11.3
Ecart type :±0.25

1.3. Indice de sédimentation (test de zeleny)

Test de zeleny appliqué uniquement pour le blé
Tendre (*Triticum aestivum*) est un indicateur de qualité
De gluten sec.

Normes : 22-30 ml

La valeur moyenne des analyses effectuées est 24.8 ml
Donc elle est conforme aux Normes.

Min=20

Max=30

Moyenne : 24.8

Ecart type : ± 3.76

1.4. Ergot

La valeur trouvée lors des analyses est 0.028.

Pour les Normes la contamination de blé par champignon *Claviceps purpurea* doit être pas dépassé 0.05 au maximum.

1.5. Masse 1000 grains

Le poids de 1000 grains (PMG) est paramètre physique
qui donne une idée sur les dimensions des grains de blé.
selon la norme FAO on classe les blés selon leur masse
de 1000 grain de la manière suivante :

- 60 à 80 g blés gros.

- 35 à 55 g un blé moyen

- inférieur à 30 g un petit blé

D'après les résultats obtenus, la valeur sont comprise

Entre 37.09 et 40.2 donc on peut classer ce blé comme un blé moyen

Min=37.09

Max=40.2

Moyenne=38.60

Ecart type : ± 1.27

1.6. Classification des impuretés

l'agréage de blé ou classification des impuretés fait pour savoir la qualité de blé, un taux des impuretés élevé :

- démunie la qualité de farine (la farine obtenue après la mouture a une couleur noire)

- détruire les machines de mouture (lorsque les impuretés contiennent des pierres et des métaux lourds)

Tableau 7:classification des impuretés.

Jours Critère		07/03	08/03	09/03	10/03	15/03	16/03	17/03
Impuretés de 1 ^o ère catégories	Matière inerte	0.003	0.003	0.001	0.003	0	0	0.016
	Débris Végétaux	0.29	0.221	0.007	0.112	0.217	0.168	0.044
	Grains sans valeurs	0.009	0.065	0	0.008	0.012	0.021	0.005
Impuretés de 2 ^o ème catégories	Grains Maigres	0.343	0.78	0.232	0.124	0.135	0.335	0.12
	Grains Cassés	2.94	3.409	2.753	1.849	2.582	4.722	1.337
	Grains Echaudés	0.838	0.601	0.601	0.777	0.261	0.5	0.574
	Grains Étrangers/bétail	0.22	0.436	0.221	0.14	0.28	0.04	0.136
	Grains mouchetés	2.601	1.538	1.137	2.435	0.54	1.457	1.476
	Grains boutés	0.879	1.481	2.146	0.963	1.696	2.169	1.126
	Grains piqués	0.066	0	0.049	0.041	0.017	0	0.04
Total		7.888	8.245	7.139	6.329	5.511	9.223	4.809

Tableau 8:comparaison des valeurs des impuretés de HODNA MSILA et les valeurs de Codex Stan199-1995.

Classification par codex Stan 199-1995	Limite maximale	Classification par complexe industriel et commercial HODNA MSILA	pourcentage%
Grains endommagés (y compris des fragments des grains qui présentent une détérioration visible due à l'humidité, aux maladies aux moisissures, à la chaleur ,à la fermentation ,à la germination ou à d'autre causes.	6%	-grains échaudés	0.59%
		-grains mouchetés	1.59%
		-grains boutés	1.49%
	6%		Total :3.68%
Grains minés par des insectes(grains qui ont été visiblement forés ou minés par des insectes)	1.5%	-grains piqués	0.04%

Les Normes :10%

La total des impuretés doit être pas dépassé 10%.

les valeurs des impuretés de complexe industriel et commercial HODNA Msila sont conformes aux normes de codex Stan 199-1995 .

2. Analyses de farine

Tableau 9:les analyses de farine.

Jours Critère	08/03/2020	09/03/2020	10/03/2020	11/03/2020	15/03/2020	16/03/2020	17/03/2020
Taux d'humidité	15.5	15.3	15.6	16.6	15.5	15.5	15.2
Capacité D'hydratation		66.32	64.89				
Acidité		0.019					
cendres	0.61				0.7		
Taux D'affleurement	0.98	0.55	1.29	0.78	1.16	0.25	0.24
Force boulangère					162		149

2.1.Taux d'humidité

Normes : $\leq 15.5\%$

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.

Min=15.2

Max=16.6

Moyenne :15.6

Ecart type : ± 0.46

2.2.Gluten

le gluten est indicateur qui déterminait la force de farine (lorsqu'une farine contient un taux de gluten inférieur de 25% est une farine faible)

Min=64.98

Max=66.32

Moyenne :65.65

Ecart type= ± 0.94

2.2.1. Capacité d'hydratation

La capacité d'hydratation de gluten est un paramètre à une relation directe avec la qualité de farine (la quantité d'eau ajoutée pour obtenir une consistance de la pâte).

un gluten de bonne qualité doit observer une quantité d'eau suffisante de 68% aux moyennes (Lecoq 1965), la valeur moyenne de capacité d'hydratation est 65.65% donc la farine a un gluten de moyenne qualité.

2.3. Acidité

Acidité grasse elle exprimée en g d'acide sulfurique par 100 g de matière sèche.

Normes : ≤ 0.03

La valeur d'acidité trouvée lors de l'analyse est 0.019 donc il est conforme aux normes.

2.4. Cendres

Le taux de cendres est varié entre 0.61 et 0.7

Donc on peut dire que cette farine du type 0.65

Est utilisée pour les biscoteries selon le tableau 02.

Min=0.61

Max=0.7

Moyenne=0.66

Ecart type : 0.04

2.5. Taux d'affleurement

Normes : Un tamis de 200 les farines de blé tendre et d'orge

Sont très affleurées 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).

Min=0.24

Max=1.29

Moyenne=0.75

Ecart type : 0.24

2.6. Force boulangère

Normes $W \leq 180$

Selon N°91-572 de 1991 une farine a une force

Inférieure ou égale 180 est une farine panifiable

Et ont les valeurs des analyses sont inférieures à 180 donc la farine est panifiable.

Min=149

Max=162

Moyenne=155.5

Ecart type : ± 9.19

Normes utilisées pour comparaison

-norme d'entreprise

-journal officielle algérienne (décret N°91-572 de 1991)

-norme codex pour le blé et le blé dur : codex stan 1995.

CONCLUSION

Conclusion :

Dans ce travail nous avons suivi les paramètres physicochimiques et technologiques de matière première pour la fabrication de farine (blé tendre) et la farine destinée à la panification.

Les résultats obtenus pour le blé tendre :

Poids spécifique : 82.88 ± 1.83 Masse 1000 graine $38,60 \pm 1,27g$

Indice de sédimentation : 24.8 ± 3.76 Taux d'humidité : 11.23 ± 0.25

Ergot : 0.028.

Les résultats pour le blé tendre conforme aux normes, le blé importé de bonne qualité et a rendement élevé.

Les résultats pour la farine :

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|
| • Force boulangère $115,5 \pm 9,19$ | • Taux d'affleurement $0,75 \pm 0,24$ |
| • Taux d'humidité $15,6 \pm 0,46$ | • Gluten $65,65 \pm 0,4$ |
| • Acidité 0,019 | • Cendre $0,66 \pm 0,04$ |

la farine de HODNA MSILA a une qualité moyenne selon les paramètres technologiques et le taux d'humidité de farine dépassé les normes.

Les Normes pour une farine panifiable sont :

Taux d'humidité ≤ 15.5

Indice de sédimentation : 22 à 30

W=180.

En général pour améliorer la qualité, il est nécessaire d'améliorer les techniques de correction de la processus de mouture

Références bibliographiques :

Abecassis, J. (1993). "Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés." Industries des céréales(81): 25-37.

Abecassis, J. (2015). "La filière blé dur." INRA-UMR IATE, Trafoon **24**.

Adamou-Djerbaoui, M., C. Denys, et al. (2013). "Etude du régime alimentaire d'un rongeur nuisible (*Meriones shawii* Duvernoy, 1842, Mammalia Rodentia) en Algérie." Lebanese Science Journal **14**(1): 15-32.

Axford, D., E. McDermott, et al. (1978). "Small scale tests of bread making quality." Milling Feed Fert.

Barron, C., J. Abecassis, et al. (2012). "Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche."

Bonneuil, C., E. Demeulenaere, et al. (2007). "Innover autrement? La recherche face à l'avènement d'un nouveau régime de production et de régulation des savoirs en génétique végétale." Dossiers de l'environnement de l'INRA(30): 29-53.

Bourson, Y. (2009). Mouture du blé tendre et techniques d'obtention de la farine, Ed. Techniques Ingénieur.

BOUSLAH, F., K. El MOUEDDEB, et al. "Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie [Durum Wheat Storage Problems Quality in Tunisia]."

Djermoun, A. (2009). "La production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques." Nature & Technology(1): 45.

Feillet, P. (2000). Le grain de blé: composition et utilisation, Editions Quae.

Fincher, G. and B. Stone (1986). "Cell walls and their components in cereal grain technology." Advances in cereal science and technology **8**: 207-295.

Ghaderi, A., E. Everson, et al. (1971). "Test weight in relation to the physical and quality characteristics of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell) 1." Crop Science **11**(4): 515-518.

Journal Officiel N°36, 1991: décret exécutif n°91-572 du 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain.

Journal Officiel N ° 35 - 2013: Arrêté du 06 Juin 2012 rendant obligatoire une méthode de l'acidité grasse dans les farines et les semoules de blé

Lecoq, R. (1965). "Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles."

Lorenz, K. and R. C. Hoseney (1979). "Ergot on cereal grains." Critical Reviews in Food Science & Nutrition **11**(4): 311-354.

McKevith, B. (2004). "Nutritional aspects of cereals." Nutrition Bulletin **29**(2): 111-142.

Ménard, G. and A. Boudreau (1992). "Le blé." SAINTE-FOY (Québec) Canada **2**.

Mignon, J. (2002). "L'entomophagie: une question de culture?" Tropicultura **20**(3): 151-155.

Moule, C. (1971). Céréales, La Maison rustique.

NA 1188,1990: Farines - Caractéristiques des pâtes - Détermination des caractéristiques rhéologiques au moyen de l'alvéographe IANOR.

NA15213 (2013). décret executif n 15213 journal officielle algerienne.

NA731.2013: Céréales et légumineuses -Détermination de la masse de 1 000 grains IANOR.

Norme(NF ISO 712) (V03-707) :céréales et produits céréaliers-Détermination de la teneur en eau

Norme(NF enISO7971) :Norme française pour la détermination d'une masse volumique dite masse à l'hectolitre

Pomeranz, Y. (1988). "Chemical composition of kernel structures." Wheat: Chemistry and technology **1**: 99.

Rastoin, J.-L. and H. Benabderrazik (2014). "Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb: pour un co-développement de filières territorialisées."

SURGET, A. and C. BARRON (2005). "Histologie du grain de blé." Industries des céréales(145): 3-7.