



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ibn Khaldoun –Tiaret–
Faculté Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Nutrition et Technologie agroalimentaire



Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme de Master académique
Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences alimentaires
Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :
Kouachi Wiam
Khettab Khaoula
Mehyaoui Abdeldjallil
Thème

**Évaluation de la qualité technologique des
blés tendres cultivés dans la région de
Tiaret**

Soutenu publiquement le

Jury:	Grade
Président: M.Alinehari Abdelkader	MCA
Encadrant:M.Benbeguara Mourad	MAA
Co-encadrant:Mme Moulay Meriem	MCA
Examineur 1: Mme Taibi Asmaa	MAB

Année universitaire 2023-2024

Remerciements

En préambule à ce mémoire, nous souhaitons adresser notre plus grande gratitude à Dieu qui nous a apporté son aide le long de notre parcours universitaire, et sans lequel la réalisation du présent travail n'aura pas pu être possible.

En deuxième lieu, nous tenons à remercier notre promoteur : Mr BENBEGUERA.M, Co-promoteur : M. M. MOULLEY qui ont accepté de diriger ce travail et pour leurs efforts fournissent et leurs aides et leurs orientations constantes.

Nos profonds remerciements vont aux membres du jury; Mr Ali nehari et M Bettayeb; qui nous ont fait l'honneur de participer et de juger notre mémoire

Et de même, nous remercions toute personne ayant contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Aux personnes qui nous ont aidé directement ou indirectement. Et, nous tenons aussi à exprimer toute notre gratitude à tous nos enseignants du primaire jusqu'au supérieur pour tous les efforts consentis afin de nous transmettre éducation, savoir et science.

Sincères remerciements

اهداء

الحمد لله حباً وشكراً وامتناناً على البدء والختام

(وَأَخِرُ دَعْوَاهُمْ أَنْ الْحَمْدُ لِلَّهِ رَبِّ الْعَالَمِينَ)

لم تكن الرحلة قصيرة ولا الطريق محفوفاً بالتسهيلات، لكنني فعلتها، فالحمد لله الذي يستر البدايات
وبلغنا النهايات بفضلته وكرمه

اهدي هذا النجاح لنفسي الطموحة أولاً ابنت بطموح وانتهت بنجاح ثم الى كل من سعى معي لإتمام
مسيرتي الجامعية دمت لي سنداً

وبكل حب اهدي ثمرة نجاحي وتخرجي :

الى النور الذي أثار دربي والسراج الذي لا ينطفئ نوره ابدا والذي بذل جهد السنين من اجل ان اعلي
سلام النجاح الى من احمل اسمه بكل فخر الى من حصد الأشواك عن دربي ليمهد لي العلم لطالما
عاهدته بهذا النجاح ها انا اتممت وعدي واهديته اليك
"حبيبي وقودوتي ابي الغالي عبد القادر "

اهدي تخرجي الى جنة الله في الأرض :

الى من علمتني الاخلاق قبل الحروف الى الجسر الصاعد بي الى الجنة الى الداعمة الأولى في حياتي
واليد الخفية التي أزلت عن طريقي الاشواك والمصاعب
"امي وصديقتي ورفيقة دربي فاطمة "

اهدي تخرجي الى ملهمي نجاحي:

من ساندني بكل حب عند ضعفي و ازاح عن طريقي المتاعب ممهداً لي الطريق زاراً الثقة
والإصرار بداخلي سندي والكتف الذي استند عليه دائماً لطالما كانوا الظل لهذا النجاح
"إخوتي "

"عز الدين، هبة، بختة، محمد "

من قال أنا لها "نالها" وأنا لها إن أبت رغباً عنها أتيت بها ، ما كنت لأفعل لولا توفيق من الله ، ها
هو اليوم العظيم هنا، اليوم الذي أجريت وسنوات الدراسة الشاقة حاملة فيها حتى توالت بمنه
وكرمه لفرحة التمام، الحمد لله الذي به خيرا و املاً الا وأغرقتنا سروراً وفرحاً ينسيني مشقتي.

كواشي ونام

Dédicaces

Au nom d'Allah, le plus puissant et le plus grand merci lui revient de m'avoir aidé tout au long de mes années d'études.

Je dédie ce modeste travail accompagné d'un profond amour :

Aux personnes les plus chers dans mon cœur, mes Parents Pour leurs amour, leurs soutien constant, leurs encouragements, leurs Sacrifices, leurs aides tout au long de mon parcours, sans eux ce travail n'aurait pas été possible, Que Dieu les garde pour moi.

A ma belle sœur : Soumia et mes chère frères : Oussama et Khalille, vous aime et je vous souhaite un avenir plein d'essor et de réussite.

A tous ma famille Khatteb et toute mes amies sans exception.

A tous ceux qui me sont chers et qui m'aiment.

À moi-même, avec toute la force et la détermination qui résident en moi, je dédie ce moment de réussite. Que ce soit le début d'un chemin plein de succès et d'accomplissements. Avec gratitude pour chaque obstacle surmonté et chaque leçon apprise, en avant vers l'avenir avec confiance et espoir.

Khaoula

Dédicaces

Avec tous mes sentiments de gratitude et d'appréciation, je dédie ce travail à ceux qui ont eu le plus de crédit dans ma vie académique et personnelle.

À mon cher père, qui m'a appris que l'ambition est sans limite, et que les chances ne sont que des défis à surmonter. Merci pour votre soutien continu et vos précieux conseils qui ont été un prodige pour moi dans ma carrière.

À ma mère affectueuse, qui a toujours été un exemple de dévouement et de patience. Merci pour votre amour inconditionnel, et pour chaque moment où vous étiez à mes côtés, vous me soutenez et me faites savoir.

À mes chers frères et sœurs, merci pour votre compréhension et votre soutien continus, et pour chaque moment de joie et de tristesse que vous avez partagé avec moi. Tu es mon pilier.

Pour mes professeurs estimés, qui n'ont pas lésiné sur leur science et leurs efforts, et ont toujours été les fusées éclairantes du Derby. Merci pour chaque leçon et chaque conseil que vous m'avez donné.

À mes chers amis, qui étaient à mes côtés dans les moments de joie et de détresse, de chercher les uns des autres les boutons. Merci pour votre amitié et votre soutien, qui ont eu un grand impact sur ma réussite.

Abdeljalil

Sommaire

Introduction.....	1
1. Définition de blé tendre	4
2. Production du blé dans le monde	4
3. Production du blé en Algérie	4
4. Caractéristiques morphologiques	4
5. Compositions chimiques	5
2. Les Etapes de transformation	8
2.1. Préparation du blé	8
2.2 Mouture.....	9
3. Farine de blé tendre	9
3.1. Définition	9
3.2 Composition biochimique de la farine de blé tendre	9
3.3. Types de farines	9
4. Appréciation de la qualité technologique des farines	10
4.1. Qualité hygiénique	10
4.2. Qualité physico-chimique	10
3.3. Qualité technologique :	11
3.4. Qualité biochimique.....	12
CHAPITRE I MATÉRIEL ET MÉTHODES	14
1. Objectifs du travail	15
2. Lieu de travail.....	15
3. Matériel utilisés	15
3.1. Matériel biologiques	15
3.2 Matériel de laboratoire.....	16
4. Protocole experimental.....	17
5. Analyses physico-chimiques du blé tendre	19
5.1. Agréage	19
5.2. Poids spécifique	22
5.3. Poids de mille grains	23
5.4. Mouture d'essai.....	23
5.5. Teneur en eau	25
5.6. Taux de cendre	26
5.7. Taux d'acidité grasse.....	27
6. Analyses technologiques	28
6.1. Taux de Gluten	28
6.2. Indice de chute	30
7. Consistographe	31
8. Essai à l'alvéographeChopin	32
9. Analyses microbiologiques.....	34
9.1. Dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	35
9.2. Dénombrement des moisissures.....	36
10. Essai de panification.....	37
CHAPITRE II	39

RESULTATS ET DISCUSSION.....	39
1. Analyses physico-chimiques de blé.....	40
1.1. Impuretés.....	40
1.2. Poids spécifique	41
1.3. Poids de mille grains	42
1.4. Teneur en eau	44
1.5. Teneur en cendre	45
1.6. Taux d'acidité grasse.....	45
2. Analyses technologiques	46
2.1. Taux de gluten humide et sec	46
2.2. Capacité d'hydratation	47
3. Taux d'extraction.....	48
4. Analyses physico-chimiques de la farine	50
4.1. Teneur en eau	50
4.2. Teneur en cendre.....	50
4.3. Taux d'acidité grasse.....	52
5.2. Capacité d'hydratation	53
5.3. Indice de chute	54
6. Teste Consistographe.....	56
7. Teste rhéologique.....	56
7.1. Gonflement (G) en (cm ³)	56
7.2. Le rapport de configuration (P/L)	58
7.3. Le travail (W) en (10 ⁻⁴ J)	58
8. Analyses microbiologique	60
8.1. Recherche et dénombrement d' <i>Escherichia coli</i>	61
8.2. Recherche des moisissures.....	61
9. Essai de panification.....	62
9.1. Appréciation de la pâte.....	62
9.2 Appréciation de pains.....	63
Conclusion	64
Références bibliographique	64
ANNEXES.....	64

LISTE DES ABRIVIATIONS

- CCLS.** Coopérative des Céréales et Légumes Secs.
- CH.** Capacité d'hydratation.
- ERIAD.** Entreprise des industries alimentaires céréalières et dérivés.
- F.** Farine.
- FAO.** L'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- G.** Gonflement.
- GH.** Gluten humide.
- GS.** Gluten sec.
- H.** Humidité.
- ISO.** Organisation internationale de normalisation.
- ITGC.** Institut Technique des Grandes Cultures.
- JORA.** Journal Officiel Algérien.
- Kg/hl.** Kilogramme par hectolitre.
- L.** L'élasticité.
- NA.** Norme algérienne.
- NF.** Norme Française.
- OCDE.** Organisation de coopération et de développement économique.
- P.** Ténacité.
- P/L.** Le rapport de ténacité sur l'élasticité.
- PMG.** Poids de mille grains.
- PS.** Poids spécifique.
- TA.** Taux d'acidité grasse.
- TC.** Taux de cendre.
- TE.** Taux d'extraction.
- W.** Travail de l'alvéographe.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01. Composition chimique du grain de blé.....	06
Tableau 02. Composition biochimique d'une farine de type 55.....	09
Tableau 03. Classification de la farine.	10
Tableau 04. Les caractéristiques morphologiques des variétés des blés tendres étudiées.	16
Tableau 05. Matériel de laboratoire.	17
Tableau 06. Taux d'impureté des variétés des blés tendres étudiés.	40
Tableau 07. Les normes du poids spécifique des blés tendres.	42
Tableau 08. Des normes données par l'ITGC.	43
Tableau 09. Normes caractérisant l'indice de chute des farines.	55
Tableau 10. Résultats de consistographe de la pâte des trois variétés étudié.	56
Tableau 11. Les normes de la force boulangère de farine analysées.	59
Tableau 12. Résultats des analyses microbiologiques des farines analysées.....	60
Tableau 13. Les résultats des analyses microbiologiques des blés tendres analysés.	60
Tableau 14. L'appréciation de la pâte des farines analysées.	63
Tableau 15. Appréciation des pains de trois variétés étudié.	64

LISTE DES FIGURES

Figure 01. Schéma de grains de blé.....	05
Figure 02. Protocole expérimental.	18
Figure 03. Les étapes de l'agrégation du blé.	20
Figure 04. Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés.	33
Figure 05. Préparation de dilutions décimales.....	35
Figure 06. Etapes de test de panification.	38
Figure 07. Poids spécifique de trois variétés de blé tendre analysées.....	41
Figure 08. Poids de mille grains de trois variétés de blé tendre étudiés.	43
Figure 09. Teneur en eau de trois variétés de blé tendre étudiées.	44
Figure 10. Teneur en cendre de trois variétés de blé tendre analysées.	45
Figure 11. Taux d'acidité grasse de trois variétés de blé tendre analysées.	46
Figure 12. Taux de gluten humide et sec de trois variétés de blé tendre.	47
Figure 13. Capacité d'hydratation de trois variétés de blé tendre.....	48
Figure 14. Taux d'extraction de trois variétés de blé tendre.....	49
Figure 15. Teneur en eau de trois types de la farine.	50
Figure 16. Teneur en cendre de trois types de la farine.	51
Figure 17. Taux d'acidité grasse de trois types de la farine.	52
Figure 18. Gluten humide et sec de trois types des farines analysées.	53
Figure 19. Capacité d'hydratation de trois types de farines analysées.	54
Figure 20. Indice de chute de trois types de la farine.	55
Figure 21. L'indice de gonflement des trois types des farines étudiées.	57
Figure 22. Rapport de configuration des trois types de la farine.....	58
Figure 23. Force boulangère des trois types de la farine.	59

LISTE DES ANNEXES

Annexe 01. Pains obtenus à partir des farines analysées.	79
Annexe 02. Les photos des variétés des blés tendres analysés.	80
Annexe 03. Appareillage de laboratoire.	81
Annexe 04. Les tableaux de mouture d'essai.	86
Annexe 05. Résultats microbiologiques de dénombrement d'Escherichia coliet des moisissures.	89
Annexe 06. Alvéogrammes des farines analysées.	90
Annexe 07. Tableau d'addition d'eau au pétrissage de l'essai alvéographique.	92



Introduction

Introduction

Le domaine des céréales en Algérie joue un rôle essentiel sur les plans socio-économiques et parfois politiques. L'Algérie figure parmi les principaux importateurs mondiaux de céréales, notamment de blé tendre et blé dur. Malgré les efforts dans la céréaliculture en Algérie, en particulier dans les zones sahariennes qui ont enregistré des résultats satisfaisants en matière de production mais le problème de la qualité reste posé.

Selon **Ammar (2014)**, il y a une pénurie de production, qui représente 30% des besoins de la population. Elle encourage l'importation du blé, même si l'Algérie est riche en points de vue, en qualité et en superficie des terres agricoles.

Le citoyen algérien consomme environ 60% de sa nourriture en blé tendre, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) en font un consommateur important (**Diponzo N., Kaan F., Nachit M., 1993**) (**Benbelkacem F., Saldi A., Brinis, 1995**).

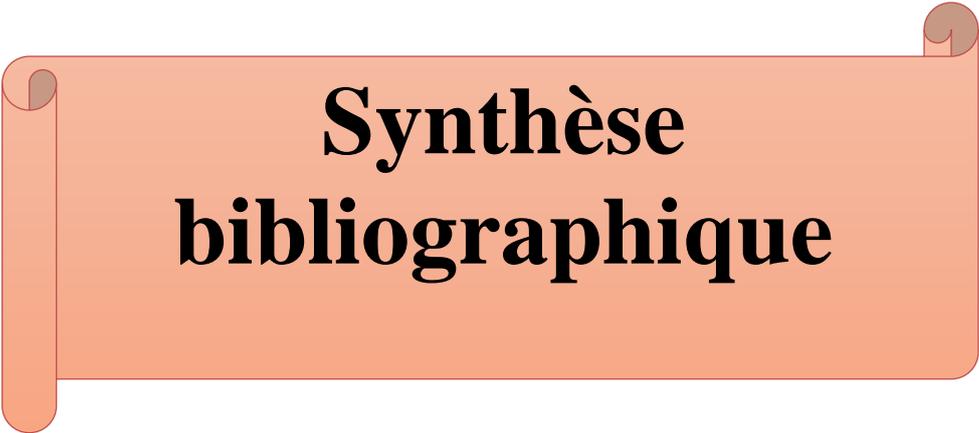
En Algérie, le pain revêt une importance socio-économique spécifique et représente une part significative de la consommation quotidienne d'aliments. Selon **Tazerot et youyou(2009)**, il découle de l'utilisation de farine, d'eau, de levure, de sels et de différents améliorants.

L'amélioration de la qualité technologique du blé tendre (*Triticumaestivum*) est l'une des préoccupations majeures des céréaliers. Elle repose principalement sur ses protéines de réserve, notamment le groupe des prolamines qui comprend les gliadines et les gluténines. Ces protéines jouent en effet un rôle crucial dans la capacité du gluten à créer un réseau viscoélastique, qui est indispensable aux processus technologiques (**SHEWRY, 1997**).

Plusieurs moulins en Algérie sont responsables de la transformation de cette matière première en produit final destiné aux consommateurs locaux.

Après la trituration, les blés produits donnent des semoules et des farines de qualité moyenne qui ne satisfait pas les clients et ne résiste pas à la concurrence agressive

Dans ce contexte nous avons menu un travail qui vise à évaluer la qualité technologique de trois variétés de blé tendre cultivées dans la région de la wilaya de Tiaret et à étudier leurs propriétés physiques, chimiques, technologiques, et rhéologiques et à corriger les défauts de la farine.



Synthèse bibliographique

1. Définition de blé tendre

Le blé tendre est une espèce de fruits secs de la famille des Graminées. Il s'agit d'une céréale de la sous-espèce *Triticum Aestivum*. On le cultive afin de produire de la farine panifiable destinée au pain (**Feuillet, 2000**).

2. Production du blé dans le monde

Selon **Hamel (2010)**, les céréales, notamment le blé, jouent un rôle essentiel dans la production agricole et représentent la principale source de nourriture pour 35% de la production mondiale.

D'après les estimations de la FAO, la production mondiale de blé devrait atteindre un niveau record de 784 millions de tonnes en 2022-2023, ce qui représente une augmentation de 0,6 % par rapport à la campagne précédente. La croissance escomptée de la production repose en grande partie sur des prévisions de rebonds importants de la production au Canada et en Fédération de Russie, qui devraient compenser plus que compenser les replis prévus dans plusieurs pays, dont l'Argentine, l'Australie, l'Union européenne, l'Inde, le Maroc et, surtout, l'Ukraine (**FAO, 2022**).

Le blé est la principale source mondiale de protéines végétales et de calories. On le retrouve aussi dans la composition de nombreux produits alimentaires : pain, pâtes, pâtisseries, nouilles, semoule, boulgour, couscous. Il s'agit également de la culture vivrière qui représente la plus grande superficie cultivée à l'échelle mondiale (environ 14 %) et qui exerce la plus grande part des échanges de produits alimentaires à l'échelle mondiale (**OCDE/FAO, 2020**).

3. Production du blé en Algérie

Les produits céréaliers jouent un rôle essentiel dans le système alimentaire et dans l'économie algérienne. La perception de cette caractéristique est évidente à travers toutes les étapes de la filière (**Djermoun, 2009**).

Selon la **FAO (2021)**, la production totale de céréales en Algérie est estimée à 3,5 millions de tonnes en 2021, ce qui est en dessous de la moyenne quinquennale et d'environ 38 % de moins que l'année précédente.

4. Caractéristiques morphologiques

Morphologiquement, le grain de blé est ovoïde et a sur la face ventrale un sillon dans toute sa longueur. Le germe est situé à la base dorsale, surmonté d'une brosse. Le grain de blé a une longueur de 5 à 7 mm et une épaisseur de 2,5 à 3,5 mm, pour un poids variant de 20 à 50 mg (**Remil, 2018**).

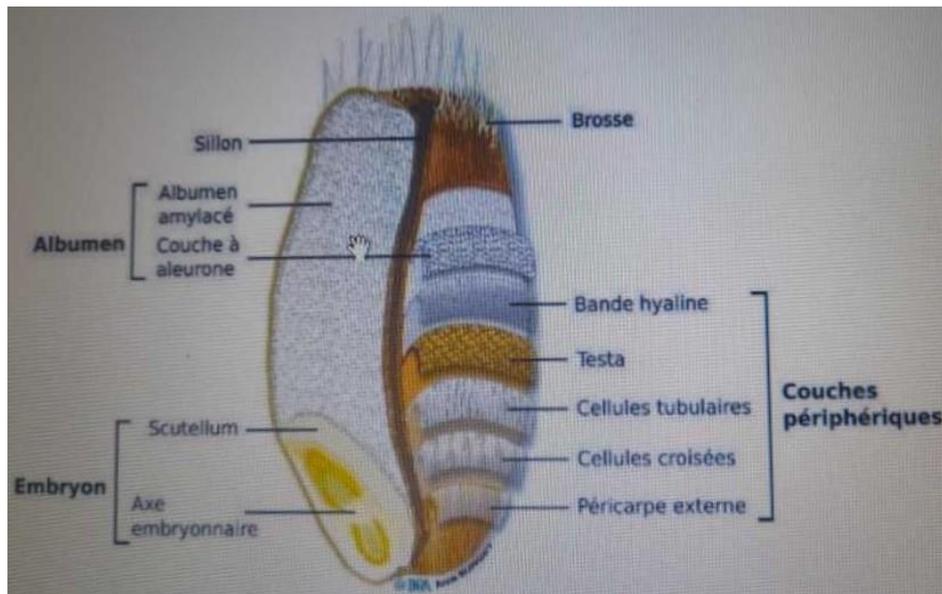


Figure 01: Histologie du grain de blé (Kara, 2015).

✓ Enveloppes

Selon **Calvel (1984)**, les enveloppes constituent entre 13 et 15% du poids total du grain. Les couches de cellules superposées forment ces enveloppes.

✓ Albumen

En représentant environ 82 à 85 % du poids total du grain, l'albumen représente la principale composante du grain de blés. L'albumen est principalement constitué de granules d'amidon (moyenne de 70% du volume) reliés entre eux par une matrice protéique qui laisse place à des pores et qui se sépare du germe et des enveloppes du grain lors de la mouture (**Topin et al., 2007**).

✓ Le germe

L'embryon de la plante est le germe, qui constitue 3 % du grain. Il est très petit et d'un jaunâtre, mais c'est la partie la plus nutritive (très riche en sels minéraux, vitamines et protéines). Il assure la régénération de l'espèce (**Feuillet, 2000**).

5. Compositions chimiques

Selon **Cheriet (2000)**, le grain de blé renferme de nombreuses substances telles que les glucides, les lipides, les sels minéraux et d'autres éléments qui jouent un rôle dans l'alimentation humaine (Tableau 01).

Tableau 01 : Composition chimique du grain de blé (Feuillet, 2000).

Nature des composants	Teneur (%)
Protéines	10-15
Amidon	76-71
Pentosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucre libre	2-3
Lipide	2-3
Matière minérale	1,5-2,5

✓ Lipides

Les lipides se trouvent en petites quantités dans le grain de blé (2%). Les lipides du grain de blé comprennent des acides gras essentiels tels que les acides palmitique et linoléique, des vitamines liposolubles et des phytostérols (Aissaoui, 2018).

✓ Protéines

Les protéines présentes dans les grains de blé sont nombreuses : protéines de structure, protéines biologiques actives et protéines de réserve. Il n'y a pas une distribution homogène de ces protéines dans le grain de blé, elles se trouvent principalement dans le germe et l'assise protéique. Seules les protéines sont responsables de l'extensibilité, de la ténacité, de l'élasticité et de la cohésion de la pâte. Le gluten joue un rôle essentiel à la fois sur le plan quantitatif (80-85% des protéines totales) et technologique parmi les différentes formes de protéines du blé (Benhania, 2013).

✓ Matières minérales

Dans le blé, on retrouve des matières minérales qui représentent environ 2 à 3% de la substance humide du grain (Godon, 1991).

Le grain de blé renferme une faible proportion de matières minérales et une répartition inégale.

Il y a 80 % de cendres dans les enveloppes, tandis que 20 % sont dans l'amande (**Doumandji et al., 2003**).

✓ **Glucides**

Les glucides sont principalement composés de 80% d'amidon polymère de glucose, avec 17-28 % de chaînes linéaires d'amylose et de chaînes ramifiées plus longues d'amylopectines (**Remil, 2018**).

✓ **Pentosanes**

Selon **Kiger et Kiger (1967)**, les pentosanes ou l'hémicellulose sont principalement présentes dans les enveloppes des grammes (allant de 7 % à 8 % par rapport au grain et de 20 % à 22 % dans le son).

✓ **Cellulose**

Selon **Kiger et Kiger (1967)**, la répartition de la cellulose varie de manière inégale dans les différentes parties du grain. Elle représente 38 % de la cellulose dans le péricarpe, 11 % dans la couche hyalin, 0,6 % dans l'endosperme et 2 % dans l'embryon et le scutellum.

✓ **Sucre simple**

Les composés de ce groupe ne représentent que 2 % à 3,5 % de la farine. On retrouve différents sucres tels que le glucose, le saccharose, la raffinose et le tri fructose ou la levosine (**Kiger et Kiger, 1967**).

2. Les Etapes de transformation

2.1. Préparation du blé

✓ **Nettoyage**

Il est essentiel de passer par cette étape afin de supprimer toutes les impuretés avant d'être envoyées au premier broyeur. L'élimination du blé de mauvaise qualité peut avoir un impact sur la qualité de la farine. Dans toutes ces opérations, il est important d'éviter toute blessure ou casse des grains (**Feuillet, 2000**).

✓ **Conditionnement**

Le blé est conditionné après le nettoyage afin de faciliter la séparation des enveloppes du son et de l'amande et le broyage de celle-ci (**Feuillet, 2000**).

✓ **Mouillage ou humidification**

IL est essentiel d'avoir une humidité de 16% pour effectuer le mouillage, ce qui est réalisé en ajoutant de l'eau au blé.

✓ **Le conditionnement ou temps de repos**

L'humidification des grains de blé sains permet d'assouplir les enveloppes pour éviter leur fragmentation et faciliter leur séparation. Celui-ci diminue également la dureté de l'albumen afin de faciliter sa transformation en farine sans altérer les granules d'amidon et préserver la valeur boulangère des farines (**Feuillet, 2000**).

Le blé conditionné passe une période de repos de 24 heures dans des boisseaux à blé propres avant d'être moulu.

✓ **Brossage**

Le processus de brossage se déroule à la vitesse du moulin et termine l'étape de nettoyage. On l'emploie avant le broyage.

✓ **Pesage**

Le blé est pesé à l'aide d'un système de bascule automatique. Cette étape est réalisée avant la fabrication.

2.2 Mouture

La mouture permet de séparer l'albumen lié aux enveloppes et de le fragmenter en petites particules (**Feuillet, 2000**).

On peut observer cette étape en observant le passage du blé à travers les cylindres métalliques selon sa taille. La séparation du son est effectuée de façon différente.

3. Farine de blé tendre

3.1. Définition

La farine, appelée «farine» ou «farine de panification», est une farine de blé tendre, sandre *Triticumaestivum*, sans autres nom.

Selon **Godon et Willm (1998)**, il s'agit de particules d'amande blanche très fines qui traversent des ouvertures de tamis de maille 193u.

3.2 Composition biochimique de la farine de blé tendre

Le tableau 02 montre la composition moyenne d'une farine.

Tableau 02 : Composition biochimique d'une farine de type 55 (Feuillet, 2000).

Constituants	Taux en pourcentage %
Amidon (glucide)	70 %
Protéines	8 à 12 %
Sucres	2 %
Pentosane (fibres-celluloses)	2 à 3 %
Eau	15,5 %
Matière grasses	1 à 2 %

3.3. Types de farines

Le classement de la farine est basé sur la quantité de cendre ou de matières minérales

(Tableau03).

Tableau 03: Classification de la farine (Romain et al., 2007).

Type de farine	Teneur en cendres ou matières minérales (% ramené à la matière sèche)	Aspect des farines	Usage
45	Inférieur à 0,50		Usages ménagers, farine de gruaux
55	0,50 % à 0,75 %	Blanches	Pain, Pâtisserie, Viennoiseries
65	0,62 à 0,75 %		Biscuiterie
80	0,75 à 0,90 %	Bises	Pain bis
110	1,00 à 1,20 %		
150	Supérieur à 1,4 %	Complète	Pains complets

4. Appréciation de la qualité technologique des farines

4.1. Qualité hygiénique

Selon Chabour (2000), la qualité hygiénique des farines sont résumés comme suit :

- *Couleur et odeur ordinaire,
- *Il n' ya pas de contamination : insectes vivants ou morts, fragments d'insectes, matière inertes, poils et déjections animales(en particulier les rougeurs),
- *Conformité en matière microbiologie,
- *Conformité en matière de toxicologie,
- *La conformité aux lois internationales concernant les résidus radioactifs.

4.2. Qualité physico-chimique

✓ Teneur en eau

Le taux d'humidité de la farine joue un rôle essentiel dans sa conservation et son stockage, il est recommandé qu'elle soit inférieure ou égal à 15,5% (NA 735;1990).

✓ Teneur en cendre

Le taux de cendres est un critère qui tend à être généralisé pour évaluer la pureté des farines, mais qui reflète en réalité la qualité des éléments minéraux présents dans la farine (Chabour, 2000).

✓ Acidité

L'acidité de la farine correspond à celle des substances qui peuvent être extraites par l'alcool éthylique à 95%, elle est principalement causée par la présence d'acides gras provenant de la décomposition des lipides naturels transférés du grain à la farine (Chabour, 2000).

3.3. Qualité technologique :

✓ Valeur meunière:

Il s'agit de la Capacité des grains à produire une farine de qualité, évaluée par:

*Le taux d'extraction ou le rendement en farine, souvent exprimé par le rapport

$$ET\% = \frac{\text{Poids de l'amande farineuse}}{\text{Poids du grain}}$$

*Le poids spécifique, également connu sous le nom de poids de l'hectolitre, permet de repérer les grains anormaux et lourds présentant une texture vitreuse et dense, il doit dépasser les 69kg/hl, la vitrosité témoigne de la dureté et de la capacité de l'amande du grain (Godon, 1982).

✓ Valeur boulangère

On la définit comme la capacité d'une farine à produire un bon pain dans des conditions de travail en adéquation avec une fabrication normale (Calvel, 1973).

Selon Sadli (2000), les caractéristiques de la pâte produite seront influencées par la quantité et la qualité du gluten présent dans l'amande.

D'après Godon (1995), la valeur boulangère d'un blé réside dans sa capacité à produire, à partir de sa farine, un pain bien développé, d'une belle apparence, d'une odeur et d'une saveur agréables, tout cela dans des conditions de travail et de production appropriées.

La valeur boulangère comprend différentes notions (conformément la norme NF V03-716).

*Le rendement en pâte : la quantité d'eau que la farine peut absorber pour obtenir une consistance spécifique.

*Ainsi qu'à la capacité de la pâte à être travaillée sans difficulté, de la panification à la qualité de cette caractéristique tient compte des concepts de collant, d'élasticité et d'aptitude à la déformation de la pâte;

*Une activité de fermentation adéquate et régulière;

*L'évolution de la pâte et du pain: capacité à retenir les gaz et à se déformer ;

*La mie du pain présente des caractéristiques organoleptiques telles que sa couleur, son odeur et sa texture.

*La tolérance au pétrissage (en particulier le pétrissage intensifié): sans se relâcher ni coller excessivement.

3.4. Qualité biochimique

Selon **Rousset et Autran (1979)**, il est nécessaire d'utiliser des tests biochimiques de sélection tels que l'électrophorèse et le test de Zeleny pour combiner une valeur agronomique avec une valeur d'utilisation appropriée.

An orange scroll graphic with a dark orange border and rounded corners. The scroll is unrolled in the center, with the top and bottom edges curling upwards and downwards respectively. The text is centered on the unrolled portion.

**PARTIE
EXPÉRIMENTALE**



**CHAPITRE I
MATÉRIEL ET
MÉTHODES**

1. Objectifs du travail

Les objectifs de notre travail visent l'évaluation des qualités technologique, physico-chimique et microbiologiques de trois variétés de blé tendre cultivées dans la région de la wilaya de Tiaret (**HD1220, Ain Abid et Importé**) ainsi que la correction des défauts présents dans les farines obtenues après transformation.

2. Lieu de travail

Notre travail a été réalisé au niveau de laboratoire des moulins de **Mahdia –Tiaret**, et dans un laboratoire de **CCLS -Tiaret**, pendant une durée d'un mois allant du 19/02/2024 au 19/03/2024.

3. Matériel utilisés

3.1. Matériel biologiques

Les caractéristiques morphologiques des variétés de blés tendres étudiés sont présentées dans le tableau 04.

Tableau 04: les caractéristiques morphologiques des variétés des blés tendres étudiées.

Variétés	Origine	Caractéristiques Morphologiques	
		Epi	Grain
HD 1220	Mexique	Forme pyramidale Pilosité de la face externe de l'article du rachis Forte Couleur (à maturité) Blanche Compacité Lâche	Forme Allongée Couleur blanche Long des poils de la brosse vue dorsale Moyenne Coloration au phenol Nulle ou très faible
AinAbid	Espagne	Forme pyramidale Pilosité de la face externe de l'article terminal du rachis Faible Couleur (à maturité) Blanc	Forme Ovoïde Couleur Roux Long des poils de la brosse vue dorsale Courts

NB : La source du blé tendre Importé est inconnue au niveau des moulins de transformation.

3.2 Matériel de laboratoire

L'appareillages, verreries, Produits chimiques et milieux de cultures utilisés dans la réalisation de notre travail de laboratoires sont résumés dans le tableau 05 et l'annexe 03.

Tableau 05: Les matériaux utilisés dans les analyses.

Appareillage	Verreries	Produits chimiques et Réactifs	Milieux de culture	Autres
<ul style="list-style-type: none"> -Jeu des tamis pour l'agréage. -Nilmalitre (Chopin). -Moulin d'essai. -Appareil sur la mouture intégral. -Broyeur. -Balance analytique de 0.001g de Précision. -Etuve de reference. -Etuve isotherme réglable à 130°C. -Four à moufle réglable à 900°C. - Dessiccateur -Agitateurs. - Centrifugeuse à uneaccélération de 2000g. -Alvéographe Chopin (ALVEOLINK). -Glutork(PERTEN). -Falling number (PERTEN). -Bain marie réglable à 45°C ± 0,5°C. -Granulométrie. -Centrifugeuseessoreuse de gluten. 	<ul style="list-style-type: none"> -Pipettes graduées à 50ml et 10ml et 1ml. -Micro-burette graduée en 0.01ml. -Bécher. -Coupelles. -Fiole à 50ml. - Burette Graduée à 10ml. -Tubes à essai. 	<ul style="list-style-type: none"> -NaOH à 0.05 mol/l. -Huile de paraffine. -Nacl. - L'eau salée. -L'eau distillée. -Ethanol à 96°. -Phénol phtaléine. - Eau peptonnée Tamponnée. 	<ul style="list-style-type: none"> -Gélose Glucosée OGA (Oxytétracycline-Glucose-Agar) - Gélose Chromogène. 	<ul style="list-style-type: none"> -Tubes à centrifugation de 45ml à fermeture hermétique. -Creusets en porcelaine. - pince en inox de 60cm. - Boîtes de Pétri de 90mm à 100mm. -Levure. -Sucre.

4. Protocole experimental

Les étapes de notre démarche expérimentale sont résumées dans la figure 02

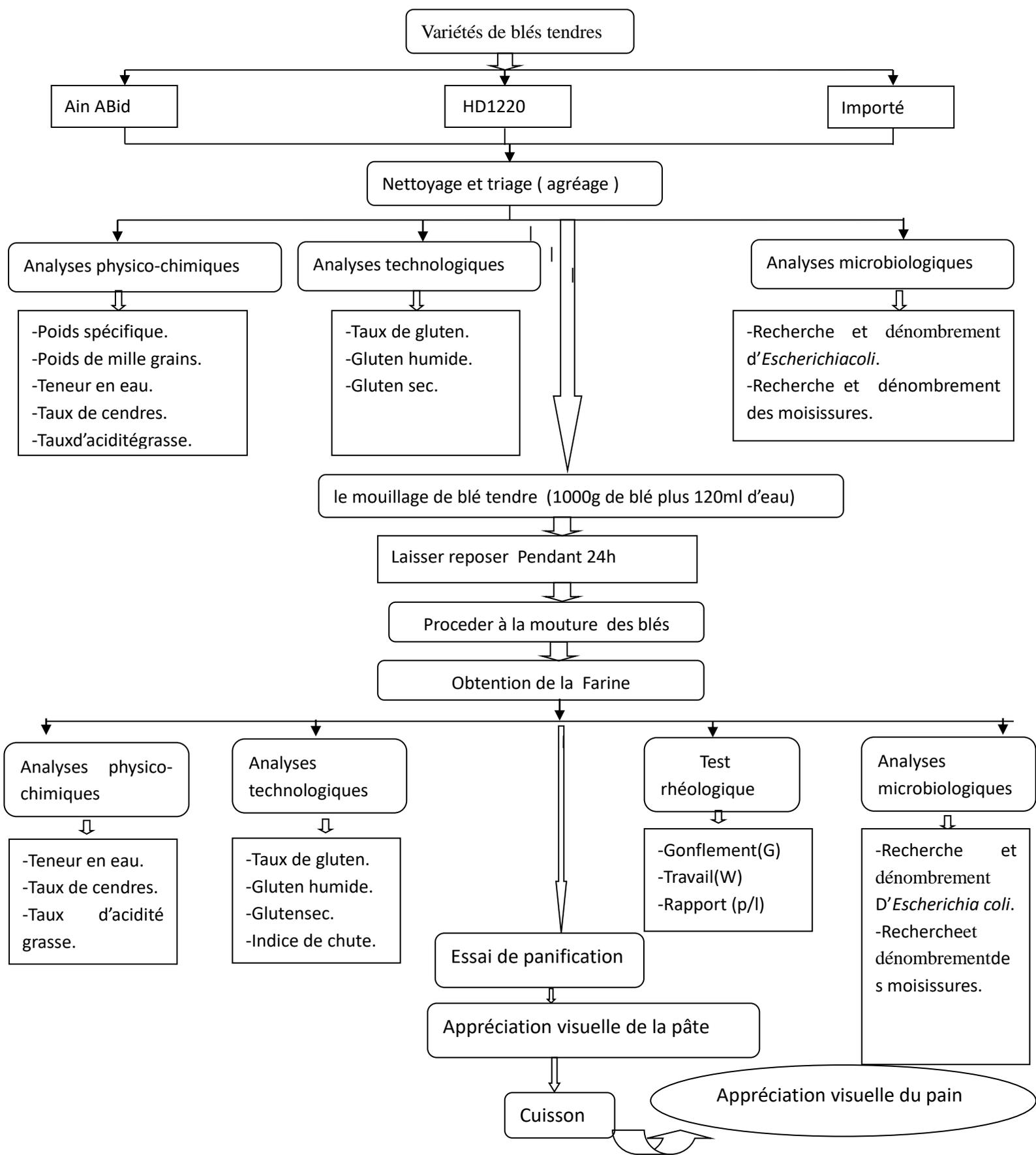


Figure 02: Protocole expérimental.

5. Analyses physico-chimiques du blé tendre

5.1. Agréage

✓ Principe

L'évaluation des impuretés dans un lot de blé se déroule en deux étapes principales :

- Le filtrage de l'échantillon pour éliminer les grains brisés et les petites graines ;
- Le tri manuel des matériaux inertes (pierres, sable, terre, objets métalliques...), des débris d'animaux et végétaux, des matières étrangères (grains indésirables, mélilot, fenugrec, nielle, ivraie... légumineuses et autres céréales), ainsi que des grains de blé altérés ou malformés (petits ou brûlés, cassés, chauffés, germés, avariés, insectes ravageurs) (Feuillet; 2000).

✓ Mode opératoire

En utilisant une balance analytique, chaque composant a été évalué: les impuretés organiques et inorganiques, les grains cassés, les autres céréales, les grains échaudés, les grains attaqués par les déprédateurs.

La figure 03 résume les étapes de l'agréage.

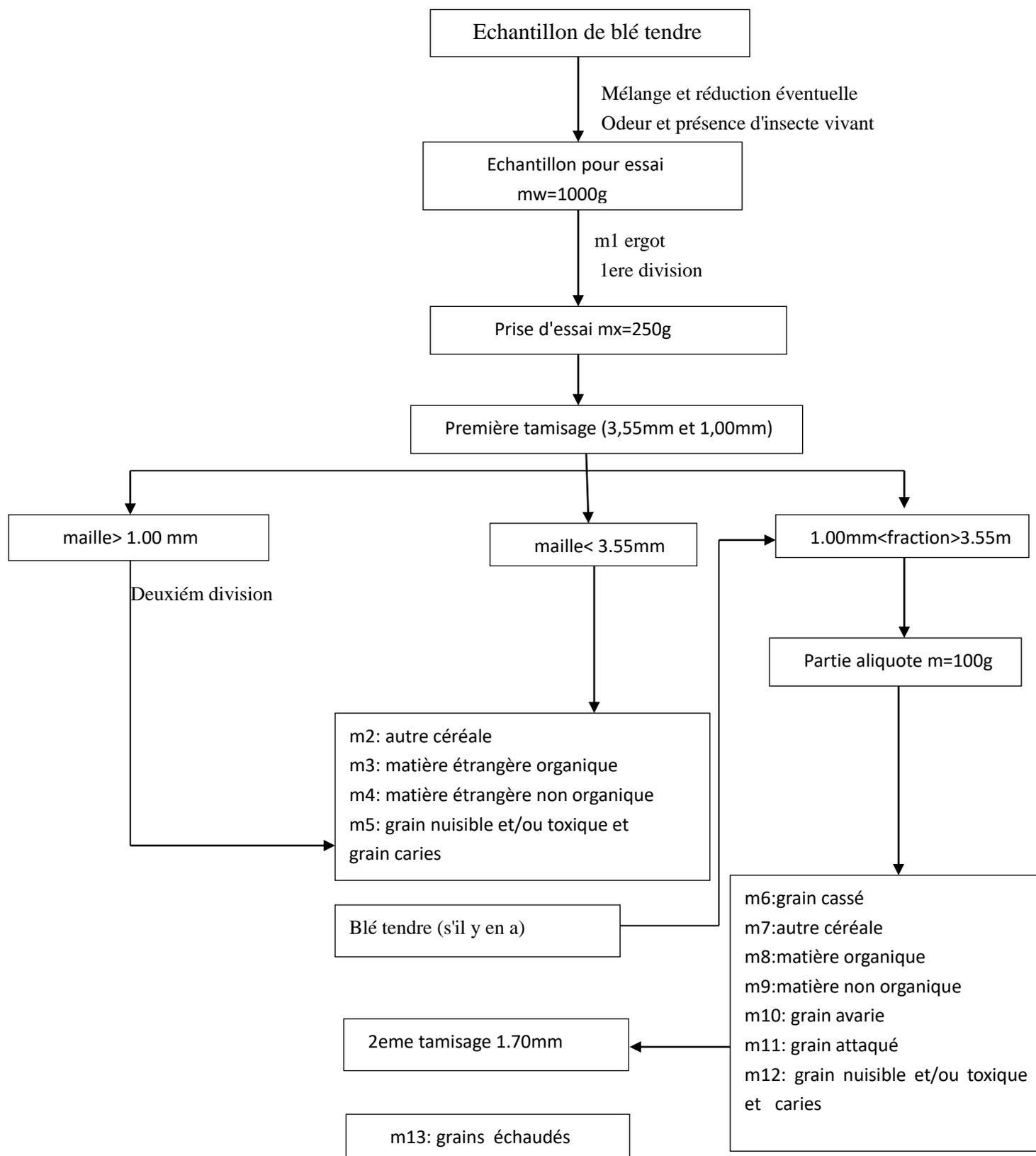


Figure 03 : Les étapes de l'agrégé du blé.

✓ Expression des résultats

Les résultats pour chaque catégorie ont été obtenus en utilisant les formules suivantes

Grains cassés: $m_6 = C_1 \times C_2 \times m_6$

Grains échaudés: $m_{13} = C_1 \times C_2 \times m_{13}$

Grains avariés: $m_1 = C_1 \times C_2 \times m_{10}$

Grains attaqués par les déprédateurs: $m_{11} = C_1 \times C_2 \times m_{11}$

Autres céréales:

$$m_7 = c_1 \times \frac{100}{m_x} \times m_2 + c_1 \times c_2 \times m_7$$

Matières étrangères organiques:

$$m_8 = c_1 \times \frac{100}{m_x} \times (m_3 + m_4) + c_1 \times c_2 (m_8 + m_9)$$

Matières étrangères non organiques:

$$m_9 = c_1 + \frac{100}{m_x} \times m_4 + c_1 \times c_2 \times m_9$$

Grains nuisibles et/ou toxiques, grains cariés et ergot:

$$m_5 = \frac{100}{m_w} \times m_1 + c_1 \frac{100}{m_x} \times m_5 + c_1 \times m_{12}$$

Ergot: $m_1 = \frac{100}{m_w} \times m_1$

Où

C1 est le coefficient après la première division, égal à : $C_1 = \frac{m_w - m_1}{m_w}$;

C2 est le coefficient après la deuxième division, égal à : $C_2 = \frac{100}{m_z} \times \frac{m_y}{m_x}$;

m_w est la masse en grammes de l'échantillon pour essai (environ 1 000 g);

m_x est la masse en grammes de la prise d'essai (environ 250 g);

m_y est la masse en grammes du refus de tamis de 1.00 mm soit: $m_y = m_x - (m_2 + m_3 + m_4 + m_5)$;

m_z est la masse en gramme de la partie aliquote obtenu (environ 60g);

m₁ est la masse en grammes de l'ergot dans l'échantillon pour essai;

m₂ est la masse en grammes des autres céréales retenus par le tamis de 3.55mm;

m₃ est la masse en gramme des matières étrangères organiques retenus par le tamis de 3.55mm;

m₄ est la masse en grammes des matières étrangères non organiques retenus par le tamis de 3.55mm et de tamis de 1.00mm;

m₅ est la masse en gramme des grains nuisibles et/ou toxiques et des grains caries retenus par le tamis 3.55mm;

m₆ est la masse en gramme des grains cassés retenus par le tamis de 1.00mm;

m₇ est la masse en gramme des autres céréales retenus par le tamis 1.00mm;

m₈ est la masse en gramme des matières étrangères organiques retenus par le tamis 1.00mm;

m₉ est la masse en gramme des matières étrangères non organiques retenus par le tamis de 1.00mm;

m₁₀ est la masse en grammes des grains avariés retenus par le tamis de 1.00mm;

m₁₁ est la masse en grammes des grains attaqués par déprédateurs retenus par le tamis 1.00mm;

m₁₂ est la masse en grammes des graines nuisibles et/ou toxiques et grains caries retenus par le tamis de 1.00mm;

m₁₃ est la masse en grammes des grains échaudés qui passent à travers le tamis de 1.70mm.

5.2. Poids spécifique

✓ Principe

La masse à l'hectolitre d'une céréale s'obtient par la masse d'un volume de céréale, déterminée dans des Conditions contrôlées de remplissage et d'écoulement de l'échantillon (**ISO 7971-1, 2009**).

✓ Mode Opérateur

Une quantité de blé tendre sale est préparée dans un vase de 1000 ml puis on lis directement le poids spécifique sur l'écran de Nilmalitre.

5.3. Poids de mille grains

✓ Principe

Cette méthode repose sur le comptage manuel du nombre de grains contenus dans une prise d'essai de masse connue et qui a pour but de donner le degré d'échaudage (NA 731, 2013).

✓ Mode opératoire

- Nettoyer le blé de toutes les impuretés ;
- Compter 500g grains de blé puis les peser.

✓ Expression des résultats

$$PMG = \frac{m1 \times (100 - H)}{100}$$

PMG: Poids de mille grain en (g/Ms).

m1 : la masse de 1000 grains en (g).

H :Humidité de grains (%).

5.4. Mouture d'essai

✓ Principe

La mouture vise à produire une farine avec un maximum d'amande farineuse présente dans le grain de blé. L'amande plus faible, qui se réduit en fines particules, et les enveloppes qui restent en plaque sous forme de son (Calvel, 1984).

✓ Mode opératoire

Les étapes suivantes résument le diagramme de la mouture de blé

- nettoyer le blé sec des impuretés ;
- déterminez l'humidité du blé sec ;
- peser 1000 g de blé et la mettre en boîtes ;
- mouiller l'échantillon de blé tendre jusqu'à l'obtention d'un taux d'humidité égale à 16% ;
- Laisser reposer pendant 24 heures ;
- Broyer le blé à l'aide d'un petit moulin ;
- peser le mélange (farine + semoule) ;
- L'extrait donne les résultats des trois transferts ;
- Donnez la valeur totale de la farine et de la semoule obtenues.

✓ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés, à 0.1 % près, par le taux d'extraction en pourcentage du blé sec :

$$TE\% = \frac{(100 - Hf) \times Mf}{(100 - Hb) \times Mb} \times 100$$

TE%:taux d'extraction (en %).

Hf:teneur en eau de la farine obtenue (en %).

Hb: teneur en eau du blé avant le conditionnement (en %).

Mf:masse de la farine obtenue (en g).

Mb:masse du blé mise en œuvre (en g).

5.5. Teneur en eau

✓ Principe

Après broyage et conditionnement éventuels, le produit est séché à une température de 130°C pendant 12 h pour la mouture entière et de 1 h 30 min pour les farines et semoules (ISO 712, 1998).

✓ Mode opératoire

D'après la norme ISO 712 (1998), les étapes à suivre pour la détermination de la teneur en eau sont:

- peser à 0,001g près, 5g de l'échantillon à analyser dans une coupelle préalablement séchée à 130°C pendant 1h30min ou 2h et refroidie dans un dessiccateur 15 à 30mn;
- Introduire la coupelle contenant la prise d'essai dans une étuve à 130°C pendant 90mn pour les produits finement moulus (farines) et pendant 120mn pour les produits Granuleux (blés);
- retirer la coupelle de l'étuve et la placer dans le dessiccateur pendant 15 à 30mn (ne jamais superposer les coupelles);
- dès que la coupelle est refroidie, la peser à 0,001g près.

✓ Expression des résultats

La teneur en humidité par rapport à la matière sèche est calculée selon l'équation suivante:

$$\text{Teneur en eau} = \frac{(m_1 + m_0) - m_2}{m_1} \times 100$$

m0: Poids de la coupelle vide.

m1: Poids de la prise d'essai.

m2: Poids de la coupelle contenant la prise d'essai après dessiccation.

5.6. Taux de cendre

✓ Principe

Les cendres sont le résidu minéral incombustible qui est obtenu après avoir incinéré une prise d'essai dans un four à moufle à une température de 900°C jusqu'à ce que la matière organique soit complètement combustée (ISO 2171, 2007).

✓ Mode opératoire

-Peser à 0,1mg près, 5gd'échantillon dans un creuset en porcelaine préalablement séché à 130°C pendant 90mn. Faire sortir le creuset de l'étuve, immédiatement avant l'emploi et laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 15mn;

-Ajouter à l'aide d'une pipette graduée, 1 ml d'éthanol pur répartie goutte à goutte sur toute la surface externe de la prise d'essai;

- Placer le creuset et son contenu imbibée d'alcool à l'entrée du four à moufle porté à la température d'incinération 900°C en laissant sa porte ouverte le temps que la près incinération s'achève;

-une fois que la flamme s'éteint, introduire le creuset à l'intérieur du four, fermer la porte du four et poursuivre l'incinérer pendant 2h minimum à 900°C;

-Une fois l'incinération terminée, retirer le creuset du four et le laisser refroidir dans un dessiccateur 60min à 90min (pour maintenir l'efficacité du dessiccateur, ne pas superposer les creusets);

-Dés que le creuset est refroidi, le peser à 0,1mg près.

✓ Expression des résultats

Le taux de cendres par rapport à la matière sèche est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Taux de cendre} = (m_2 - m_0) \times \frac{100}{m_1 \times 100} \times x = \frac{100}{100 - H}$$

m0:Poids du creuset vide(en g).

m1:Poids de la prise d'essai(en g).

m2:Poids du creuset contenant la prise d'essai après incinération(en g).

H:Taux d'humidité de la prise d'essai déterminé selon le mode opératoire.

5.7. Taux d'acidité grasse

✓ Principe

C'est la mise en solution des acides dans l'éthanol à la température du laboratoire, centrifugation et titrage d'une partie aliquote du surnageant par l'hydroxyde de sodium (**ISO7305, 2019**).

✓ Mode Opératoire

Selon la norme **ISO719 (2019)**, Les étapes à suivre sont résumés comme suit :

- peser à 0,01g près, 5g échantillon à analyser (blé et farine) et les introduire dans un tube à centrifugation;
- a l'aide d'une pipette, introduire 30ml d'éthanol dans le tube de centrifugation, boucher le tube hermétiquement;
- agiter pendant 1h à l'aide de l'agitateur rotatif en opérant à une température de $20\pm 5^{\circ}\text{C}$;
- Introduire la préparation dans un godet à centrifugation et centrifuger pendant 5mn;
- prélever à l'aide d'une pipette, 20ml du surnagent et les introduire dans une fiole.
- Ajouter 5 gouttes de phénolphtaléine;
- Titrer la solution avec la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) jusqu'au virage au rose pâle persistant environ 3 sec;
- effectuer un essai à blanc parallèlement à la détermination en débutant de l'étape (05) et en remplaçant les 20ml du surnagent par 20ml d'éthanol (**ISO 7305, 2019**).

✓ Expression des résultats

L'acidité grasse exprimée en mg de NaOH/100g de matière sèche est calculée selon la formule

suivante:

$$\text{Taux d'acidité} = \frac{7.35(V1-V0) \times c}{m} \times \frac{100}{100-W}$$

c: Concentration exacte de NaOH en mol/L=0,05mol/l.

V1: Le volume en ml de NaOH nécessaire pour le virage de la couleur du surnageant au rose pâle.

V0: Le volume en ml de NaOH nécessaire pour le virage de la couleur de l'essai à blanc au rose pâle.

W: La teneur en H₂O de la prise d'essai.

m: La masse en gramme de la prise d'essai.

6. Analyses technologiques

6.1. Taux de Gluten

6.1.1 .Gluten Humide

✓ Principe

Le principe repose sur isolement du gluten humide par lavage d'une pâte avec une solution salée, puis essorage et pesée le résidu (**ISO 5531, 1978**).

✓ Mode Opératoire

Selon **ISO 5531 (1978)**, on détermine le taux du gluten humide comme suit :

- Peser 10 g d'échantillon (blé tendre ou farine), à laquelle on ajoute 5,5 ml d'eau salée et à l'aide d'une spatule un pàton est formé. L'extraction de gluten s'effectue alors par lixiviation manuelle sous un mince filet d'eau. Le gluten humide résultant est essoré.

✓ Expression des résultats

Le gluten humide est exprimé en pourcentage de masse selon la formule ci-après:

$$\text{GH}\% = \frac{m1}{m0} \times 100$$

GH %: Gluten humide.

m0: poids de prise d'essai en gramme.

m1: poids de boule de gluten en gramme.

6.1.2. Gluten Sec

✓ Principe

Le concept pour évaluer la teneur en gluten sec dans un échantillon de farine consiste à dessécher et peser une masse de gluten humide préalablement préparée (ISO6645, 1981).

✓ Mode Opératoire

On obtient le gluten sec par le séchage du gluten humide à l'aide du Glutork, pendant 3 à 5 mn (ISO 6645, 1981).

✓ Expression des résultats

Le gluten sec est exprimé en pourcentage des masses rapporté à la matière sèche et est donné comme suit :

$$\text{GS \%} = \frac{m2}{m0} \times 100$$

GS %: Gluten sec.

m0: La masse de la prise d'essai effectuée sur le gluten humide .

m2: La masse du gluten sec.

6.1.3. Capacité d'hydratation

Le gluten a une capacité d'hydratation (CH) qui correspond à la quantité d'eau qu'il absorbe.

✓ Expression des résultats

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

CH %: Capacité d'hydratation.

GH: Taux de gluten humid %.

GS: Taux de gluten sec %.

6.2. Indice de chute

✓ Principe

La gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de mouture intégrale ou de farine de céréales dans un bain d'eau bouillant et mesure de la liquéfaction par l'alpha amylase de l'empois d'amidon contenu dans l'échantillon (NA1176, 1994)

✓ Mode Opérateur

Les étapes à suivre pour la détermination de l'indice de chute sont :

- remplir le bain marie d'eau distillée jusqu'à 2cm à 3cm du bord supérieur;
 - porter l'eau à l'ébullition et maintenir une vive ébullition pendant toute la durée de l'essai;
 - transférer la prise d'essai dans le tube viscosimétrique et y introduire 25ml d'eau distillée à 20°C plus au moins 5°C de la pipette;
 - boucher les tubes avec les bouchons en caoutchouc et agiter vigoureusement à la main 20 fois afin d'obtenir une suspension uniforme;
 - enlever le bouchon et placer l'agitateur dans le tube;
 - plonger le tube muni de l'agitateur dans l'eau bouillante à travers l'ouverture du support du tube;
 - déclencher le compteur automatique dès que le tube touche le bas du fond du bain mari
- Après exactement 5seconde à partir de l'immersion du viscosimètre agiter la suspension à la main;

Après un total de 59secondes, placer l'agitateur à sa position haute. Libérer l'agitateur exactement 60secondes après le déclenchement du compteur automatique;

-Lorsque l'agitateur est tombé de sa propre masse, le compteur est automatiquement arrêté et une sonnerie est retenti;

-Relever sur le compteur le temps total en secondes;

-Effectuer deux déterminations sur le même échantillon préparé.

✓ **Expression des résultats**

Le temps total en secondes compté à partir de l'immersion du tube viscosimétrique dans le bain marie jusqu'à ce que se doit enfoncer dans la suspension gélatinisée, représente l'indice de chute.

Le temps d'agitation est inclus dans l'indice de chute.

Prendre comme résultats la moyenne de deux déterminations.

7. Consistographe

✓ **Principe**

Le principe de fonctionnement du consistographe est de mesure la pression de la pâte sur l'une de parois de la cuve. Cette pression est créée par le frasseur double qui pousse la pâte sur le capteur de pression, hydrations qui constante, on mesure, la pression maximum enregistrée au cours de l'essai. est directement relié au potentiel d'absorption d'eau de la farine et permet donc de déterminer une hydratation dite hydratation adaptée. Cette hydratation est liée à la consistance que l'on veut atteindre. Permet d'effectuer des mesures hydratation adaptée, soit de type consistographe, soit de type Alvéographe.

Un frasseur spécial à double bras est utilisé pour accroître l'intensité du pétrissage de la pâte, ainsi qu'une flasque spéciale, avec une barre anti-bouillage.

✓ **Mode opératoire**

- Déterminez le taux d'humidité de votre farine suivant la norme **ISO712 (1998)** ;

-Sélectionnez l'essai consistographe à hydratation adaptée ;

-Indiquez le taux d'humidité de la farine, ainsi que l'hydratation nécessaire au test (déterminée lors de l'essai à hydratation constante) ;

- L'Alvéolink consiste à indiquer la quantité de farine et d'eau salée nécessaires à la confection de la pâte (l'essai est réalisé à poids de pâte constant) ;
- placez la farine dans le pétrin et l'eau salée dans la Burette ;
- démarrerez le pétrin et versez l'eau salée. Après 30 secondes, arrêtez le pétrin, dégager le friseur du capteur de pression à l'aide des touches ARRÊT puis ;
- Redémarrer le pétrin et refaire l'opération du mélange décrite ci-dessus une ou deux fois sans excéder 1mm 30 s au chronomètre du pétrin, Puis démarrer le pétrin ;
- En suite, l'évolution de la mesure de pression en temps réel sur l'Alvéolink ;
- après 480 secondes l'Alvéolink commande l'arrêt automatique du pétrin ;
- L'Alvéolink détermine la courbe moyenne ainsi que les paramètres principaux.

✓ Expression des résultats

8. Essai à l'alvéographe Chopin

✓ Principe

D'après **ISO 27971 (2008)**, l'essai à l'alvéographe consiste à évaluer le comportement d'une pâte composée de farines et d'eau salée lors de la déformation. Un disque de pâte est soumis à un débit d'air constant, puis il résiste à la pression, puis gonfle sous forme de bulle, en fonction de son extensibilité, et éclate. Cette évolution est mesurée et rapportée sous forme de courbe appelée «alvéogramme».

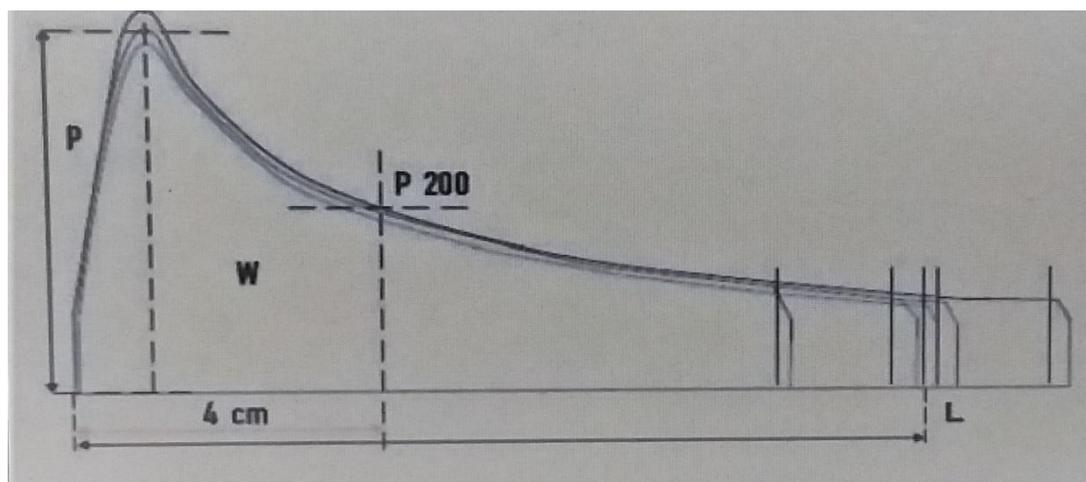


Figure 04 : Courbe alvéographique avec indication des différents Paramètres mesurés (Roussel, 2009).

✓ Mode Opératoire

- Un échantillon de 250 g est mélangé avec de l'eau salée pour former une pâte dans le pétrin;
- Un morceau de la pâte est étalé en un pàton sur une plaque en verre huilée;
- Le pàton est découpé en cercles et placé sur une plaque de repos, puis dans une enceinte isotherme à 25 °C;
- Le pàton est écrasé à une vitesse spécifique pour lui donner une épaisseur définie;
- Le pàton est gonflé par un flux d'air calibré tandis que la pression à l'intérieur est enregistrée jusqu'à ce que le film de pâte se rompe.

✓ Expression des résultats

Les résultats sont mesurés ou calculés à partir des cinq courbes.

- _ « **P** » Surpression maximale, exprimée en millimètres, est enregistrée avant que le disque ne commence à gonfler, et elle est liée à la résistance de la pâte ;
- _ « **L** » La longueur maximale de graphique exprimée en, correspond à la taille maximale de la bulle et liée à l'extensibilité de la pâte ;
- _ « **G** » Indice de gonflement, est un indicateur de la qualité des farines. Cela donne des informations sur la capacité des pâtes à se détendre et permet d'évaluer la capacité du réseau de gluten à retenir le gaz carbonique.
- _ « **Le rapport de configuration P/L** » Reflète l'équilibre global de l'alvéogramme, c'est-à-dire

l'équilibre entre la persistance et l'extension des pâtes formées. Les farines avec un rapport P/L. – « W » Le travail de déformation de la pâte jusqu'à la rupture est représenté par la surface de l'alvéogramme W, qui représente la force de la farine. La valeur de W est exprimée en 10⁻⁴ joules rapportés à une gramme de pâte.

9. Analyses microbiologiques

✓ Principe

D'après **ISO 7698 (1990)**, le processus de dénombrement des bactéries et des moisissures de l'échantillon analysé implique : l'immersion en profondeur des deux milieux de culture dans deux boîtes de Pétri, avec une quantité spécifique de suspension mère, et l'immersion des dilutions décimales des autres boîtes, obtenues à partir de la suspension mère.

Les boîtes contenant le milieu gélosés ont incubées en aérobiose pour évaluer les bactéries à une température de 30 °C pendant 3 jours.

Ensuite, les boîtes contenant le milieu gélosés ont incubées en aérobiose pour évaluer les moisissures à une température de 25°C pendant 3 jours, 4 jours ou 5 jours.

Calcul de la quantité de bactéries en se basant sur le nombre de colonies obtenues dans les boîtes de milieu gélosé conservées.

Le nombre de moisissures peut être calculé en fonction du nombre de colonies obtenues dans les boites de milieu gélosé.

✓ Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

On ajoute 10 grammes d'échantillon (farine et blé tendre) prélevés aseptiquement à 90 ml d'eau peptonée tamponnée stérile, ce qui donne une suspension qui correspond à la solution mère. Selon **Laabidi (2007)**, il est nécessaire d'introduire aseptiquement 1 ml dans 9 ml d'eau peptonée et de répéter la même opération pour effectuer une série de dilution décimale dans des tubes stériles contenant au préalable 9 ml de diluent (10⁻¹, 10⁻², 10⁻⁵).

g

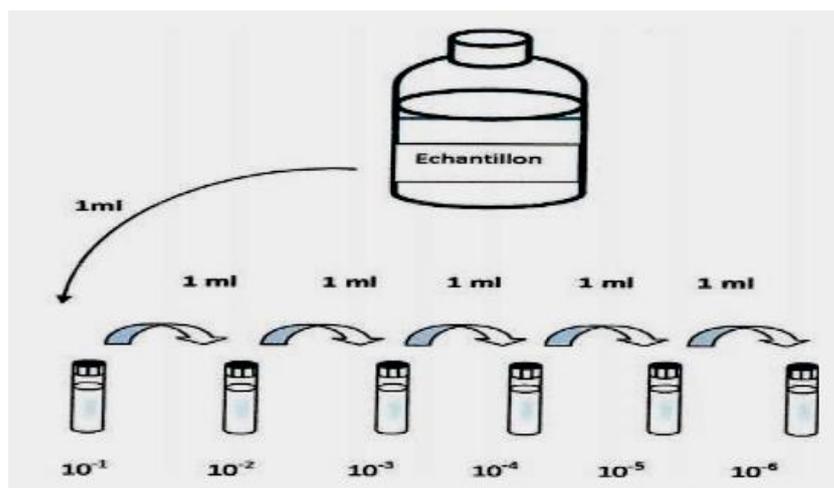


Figure 05 :Préparation de dilutions décimales

9.1. Dénombrement *d'Escherichia coli*

✓ Ensemencement et incubation

Des étapes pour l'ensemencement et l'incubation *d'Escherichia coli* selon la norme **ISO 16649-2 (2001)** :

- Transférer 1 ml de la suspension mère dans une boîte de Pétri stérile (10^{-1}).
- Répéter l'opération pour les dilutions décimales suivantes si nécessaire.
- Verser environ 15 ml du milieu Chromo-géniques électif dans chaque boîte de Pétri refroidi entre 44°C et 47°C .
- Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu et laisser solidifier.
- Assurer que le temps entre le dépôt de l'inoculum et l'ajout du milieu ne dépasse pas 15 minutes.
- Retourner les boîtes ensemencées avec le bas vers le haut et les placer dans une étuve réglée à 44°C pendant 18 à 24 heures

✓ Expression des résultats

$$N = (\sum \text{Colonies}) / (V_{\text{ml}} \times (n_1 + 0,1 n_2) \times D)$$

Σ Colonies: somme des nombres de colonies bactériennes des boites considérées ;

N:nombre UFC par g de produit initial;

Vml : Volume en mlensemencé;

N1 & n2:nombre de boîtes interprétables choisies à la première et à la deuxième Dilution considérées;

D:facteur de dilution de la première dilution considérée.

➤ **Note :**

Il convient d'exprimer le résultat en utilisant un nombre allant de 1,0 à 9,9 multiplié par 10,x étant la puissance appropriée de 10. Si la suspension mère n'a pas de colonies sur les boîtes, et si le produit d'origine est solide, le nombre de moisissures par gramme de produit sera considéré comme inférieur à 10.

D'après **JORA (2017)**, l'analyse des résultats est réalisée en utilisant un plan à trois niveaux, les résultats sont présentés de la manière suivante: Le critère microbiologique est **satisfaisant** si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à **m**.

Le critère microbiologique est **acceptable** si le résultat de l'analyse ne dépasse pas **M** et si le nombre d'unités de l'échantillon fournissant un résultat supérieur à **M** et compris entre 1 et **c**.

Le critère microbiologique est **insatisfaisant** si le résultat de l'analyse dépasse **M** ou si le nombre d'unités de l'échantillon ayant un résultat compris entre **m** et **M** est supérieur à **c**.

9.2. Dénombrement des moisissures

✓ **Ensemencement et incubation**

- Prendre deux boites de pétri stériles transférer dans chacune de ces boites à l'aide d'une pipette stérile 1ml de l'échantillon, s'il est liquide ;ou 1ml de la dilution mère dans le cas d'autres produits ;
- Prendre deux autres boites de pétri stériles les dilutions transférer dans chacune de ces boites, à l'aide d'une nouvelle pipette stérile ,1 ml da la dilution 10^{-1} (produits liquides) ou 1ml de la dilution 10^{-2} (autres produits) ;

Répéter l'opération décrites ci- dessus avec les dilutions suivantes si nécessaire ;

- Couler dans chaque boîtes de pétri, environ 15ml de la gélose à l'extrait de levure au dextrose et au chloramphénicol provenant d'un flacon de culture fondue au préalable et maintenue à 45°C dans le bain d'eau, le temps qui s'écoule entre la fin de la préparation de la suspension mère (ou de la dilution 10^{-1} Dans le cas d'un produit liquide) et le moment où le milieu est coule dans les boîtes ne doit pas dépasser 15 min ;

Préparer également une boîte témoin avec 15 ml du milieu pour contrôler sa stérilité

- Retourner les boîtes et les placer à l'étuve à 25 -1 C°.

✓ **Interprétation**

Analyser les colonies présentes dans chaque boîte après une incubation de 3, 4 et 5 jours. Après une période de 5 jours, conservez les boîtes contenant moins de 150 colonies. En cas d'envahissement de moisissures sur des parties de boîtes ou de difficulté à identifier des colonies bien isolées, il est recommandé de conserver les comptages obtenus après 4, ou même 3 jours d'incubation. Il faut, si besoin est, faire un examen microscopique afin de différencier, par l'aspect morphologique, les colonies de levures et de moisissures des colonies de bactéries **ISO (7698, 1990)**.

10. Essai de panification

✓ **Principe**

Une pâte est préparée en pétrissant intensifié la farine, l'eau, la levure et le sel. Ensuite, on la pointe pendant 30 minutes, on la façonne manuellement, on l'apprête et on la cuit à 250°C pendant 25 minutes (**Fould Springer, 1988**).

✓ **Mode Opératoire**

La figure 06 résume les étapes de fabrication du pain (**Roussel, 1997**).

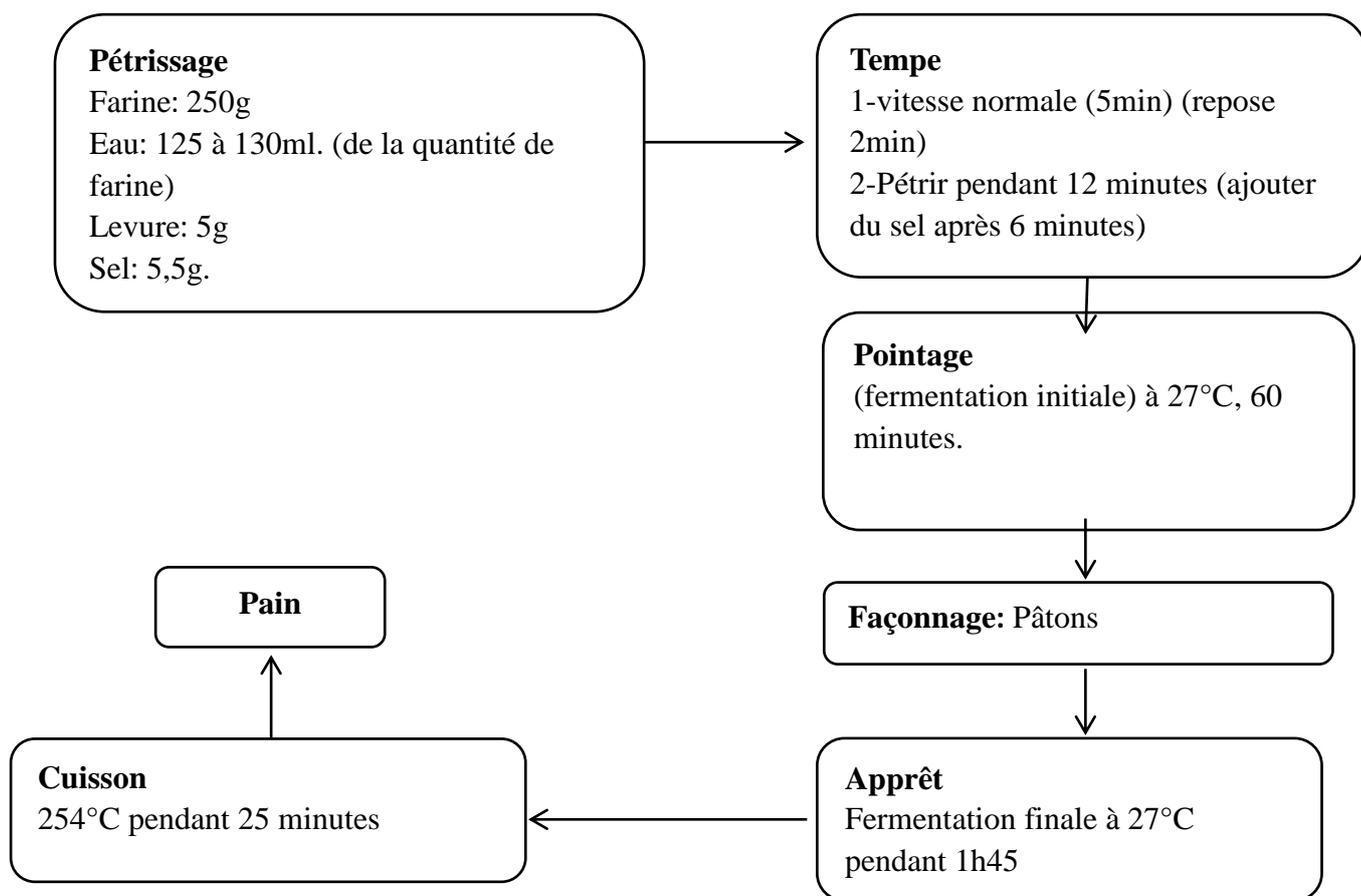
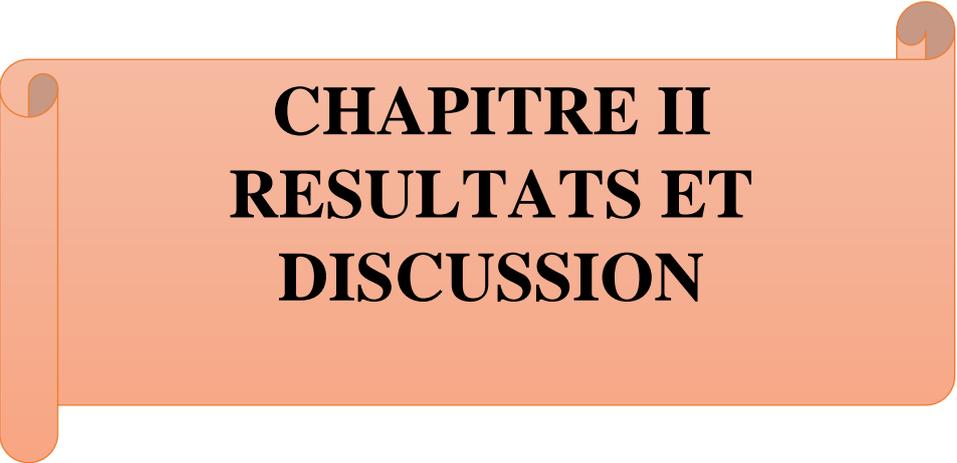


Figure 06 : Etapes de test de panification

An orange scroll graphic with a white background, featuring a vertical strip on the left side and a small circular tab on the right side. The text is centered on the white background.

**CHAPITRE II
RESULTATS ET
DISCUSSION**

1. Analyses physico-chimiques de blé

1.1. Impuretés

Les résultats obtenus concernant le taux d'impureté des grains de blé tendre analysés sont présentés dans le tableau 06

Tableau 06 : Taux d'impureté des variétés des blés tendres

Variété Impuretés %	Résultats			Normes ISO 7970.,(1989)
	AinAbid	HD1220	Importé	
Grain attaqués par dépréditaires	0,29	2	0,56	2%
Matièresétrangèreorg anique	0	0,47	0,5	0,5%
Matièresétrangère non organique	0	0	0,1	0,5%
Autrecéréales	1,36	0,3	0,58	2%
Grains cassés	3,83	1,58	2,6	7%
Grains échaudés	1,70	0,58	0,85	8%
Ergot	0	0	0	0,05%

Selon **Bencherif et al. (1996)**, un lot de blé optimal doit être sain, fidèle et rentable, c'est-à-dire qu'il doit être exempt de toute souillure, de tout parasitisme et de toutes impuretés.

Nos résultats ont montré que le blé tendre de la variété Ain Abid contient un taux d'importé plus élevé (7,18%) par rapport à la variété de blé Importé (5,19%) et HD 1220(4,93%).

Les variétés étudiées présentent un taux d'importés qui respecte la norme internationale (**ISO 7970, 1989**).

Les impuretés désignent toutes les substances classiquement considérées comme indésirables dans l'échantillon.

Selon **Bousslahetal. (2016)**, elles se composent de grains brisés, modifiés ou attaqués par des prédateurs, de grains étrangers à l'espèce étudiée, ainsi que d'éléments organiques et non organiques.

Plusieurs éléments peuvent expliquer le niveau élevé d'impuretés dans le blé de la variété Ain Abid, tels que les conditions environnementales de récolte, les caractéristiques de chaque variété et les problèmes mécaniques des équipements, tels que les chocs auxquels les grains sont exposés lors du transport mécanique vers les silos. Des facteurs biologiques et physiques sont principalement responsables des dommages et des fissures des grains.

1.2. Poids spécifique

Les résultats de poids spécifique des échantillons des blés étudiés sont présentés dans la figure 07 et les normes sont données dans le tableau 07.

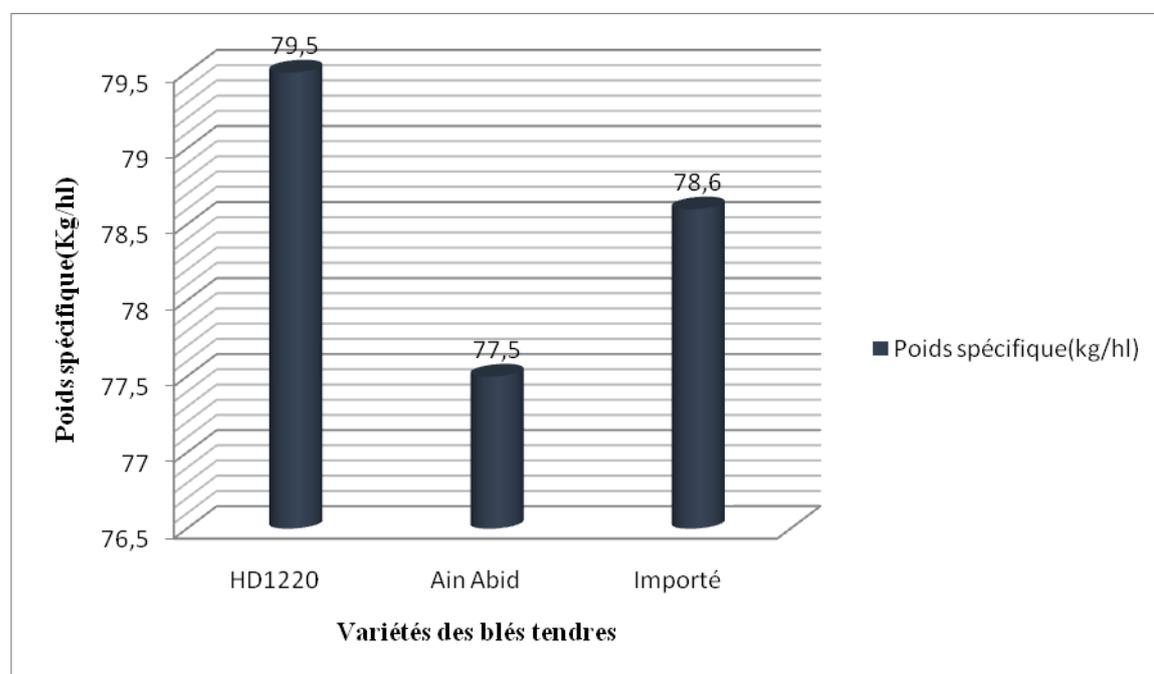


Figure07: Poids spécifique de trois variétés de blé tendre analysées.

Tableau07: Les normes du poids spécifique des blés tendres (ITGC, 2006).

Valeurs de PS en Kg/h	Caractéristiques
$PS \leq 70$	Blé normal non commercial.
$PS \leq 72$	Blé inacceptable à l'intervention.
$72 \leq PS \leq 75$	Masse faible, léger et de faible valeur meunière
$75 \leq PS \leq 77$	Masse Moyen
$77 \leq PS \leq 79$	Masse élevée, blé lourd et de bonne valeur meunière
$PS \geq 80$	Masse très élevée, blé très lourd, vitreux et dense

D'après nos résultats de poids spécifique obtenus, nous observons que la variété HD1200 présente un poids spécifique plus élevé par rapport aux autres variétés étudiées.

Selon **Mahaut (1996)**, plus le poids spécifique est élevé, plus le rapport amande/enveloppe est élevé et donc le rendement en farine est élevé.

D'autre part ces valeurs de PS nous enseignent que ces blés sont classés selon **JORAN° 32** du **1988** comme des blés sains, loyaux et marchands, si on compare nos résultats aux valeurs données par l'**ITGC**, 2006, les blés étudiés sont classés comme des blés de masse élevée ($77 \leq PS \leq 79$).

D'après **Proctor (1995)**, la différence de poids spécifique des blés est causée par la présence d'impuretés sur la surface, la teneur en eau et l'infestation par les insectes.

1.3. Poids de mille grains

Les résultats de poids de mille grains sont résumés dans la figure 08 et les normes sont données dans le tableau 08.

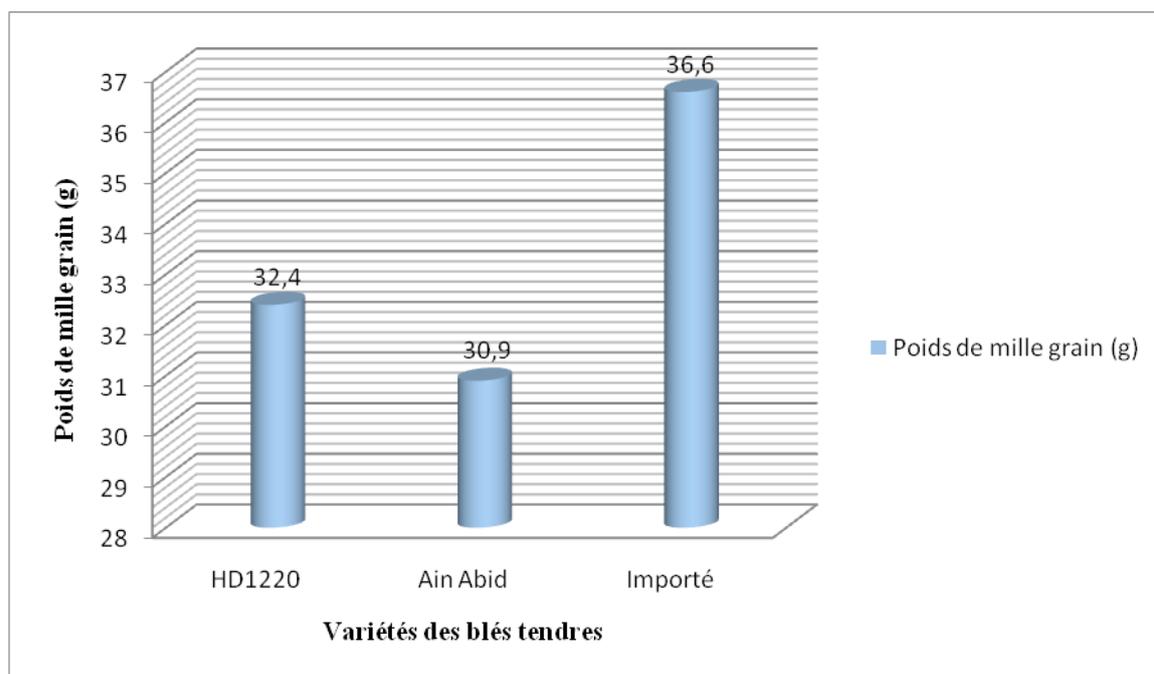


Figure 08: Poids de mille grains de trois variétés de blé tendre étudiés.

Tableau08: des normes données par l'ITGC de Tiaret en 2006.

Taille des grains	Normes de Poids de mille grains (PMG) en (g)
Petits grains	$24 \leq \text{PMG} \leq 34$
Grains moyens	$35 \leq \text{PMG} \leq 45$
Gros grains	$46 \leq \text{PMG} \leq 56$

D'après les résultats de poids de mille grains trouvés, la variété de blé importé possède une valeur élevée par rapport aux autres variétés tandis que la variété Ain Abid est caractérisée par des petits grains, alors la variété HD1220 est caractérisée par des grains moyens.

En comparant nos résultats trouvés de PGM aux valeurs données par l'ITGC 2006, nous constatons que le blé importé et la variété HD1220 sont classés dans la catégorie des grains moyens, par contre la variété Ain Abid est classée dans la catégorie de petits grains.

Selon **Godon et Loisel (1998) et Bar (2005)**, la masse de mille grains ou le poids de mille grains présente deux avantages principaux : Une curiosité agronomique La quantité de mille grains est un bon indicateur de la façon dont la plante est cultivée, du rendement et des difficultés rencontrées pendant son développement. Une pertinence technologique Une diminution du poids de mille grains d'un lot est un indicateur du rendement technologique dans les industries de première transformation, car cela entraîne une perte de matière sèche, ce qui entraîne un problème de conservation.

1.4. Teneur en eau

Les résultats de la teneur en eau du blé tendre sont présentés dans la figure 09.

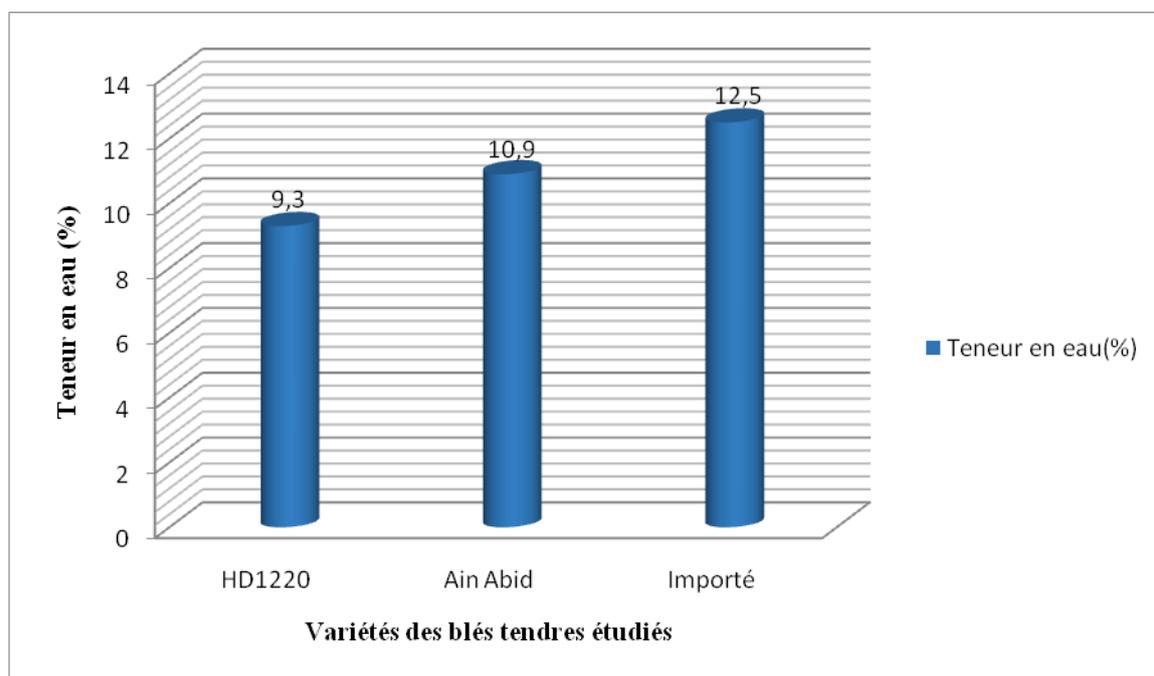


Figure09 : Teneur en eau de trois variétés de blé tendre étudiées.

D'après les résultats trouvés, on constate que les valeurs de la teneur en eau des blés étudiés varie entre 9,3% la valeur la plus faible enregistrée chez la variété HD à 12,5% la valeur la plus élevée enregistrée chez le blé importé.

Selon **ISO 712(2009)**, la teneur en eau des blés ne doit pas dépasser 17%.

D'après **Montissinos (2003)**, la teneur en eau des blés varie en fonction l'environnement, notamment le climat, (la quantité de pluie pendant les dernières étapes du développement de la

plante, la composition du sol et l'influence de la période de plantation, respectivement).

1.5. Teneur en cendre

Les résultats de la teneur en cendre des variétés des blés tendres sont présentés dans la figure 10.

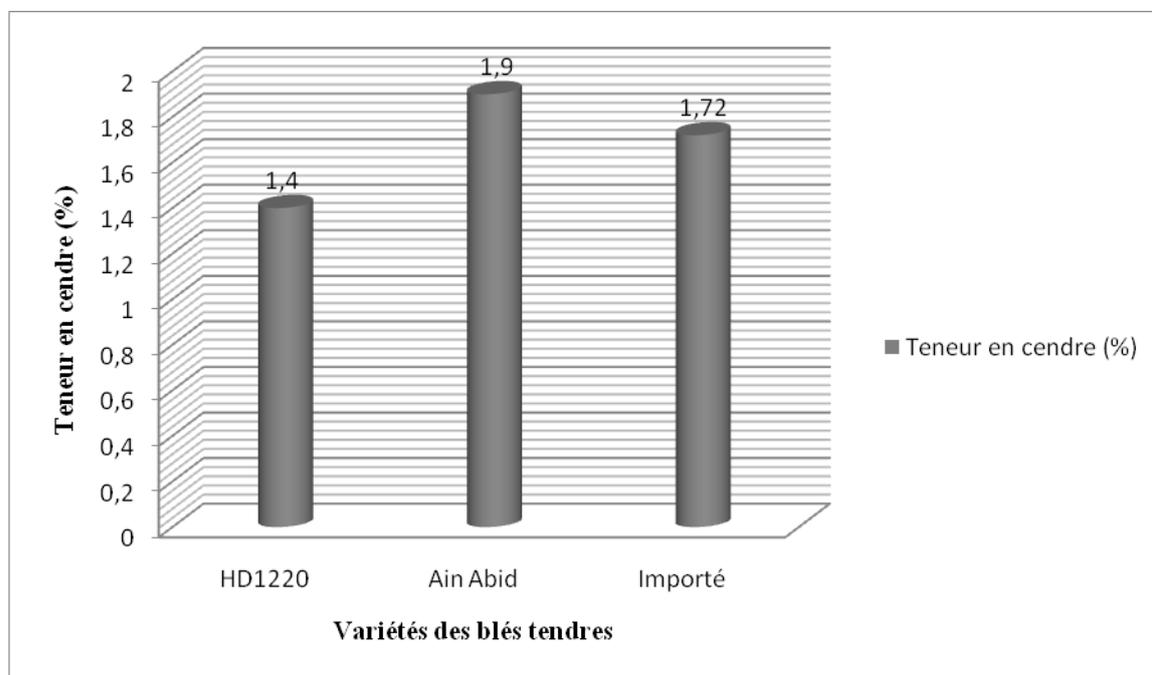


Figure10 : Teneur en cendre de trois variétés de blé tendre analysées.

D'après nos résultats illustrés dans la figure 10, nous observons que la variété Ain Abid présente la valeur la plus élevée par rapport aux autres variétés étudiées qui est de 1,9%, et la valeur la plus faible est enregistrée chez la variété HD soit 1,4%.

Les valeurs de cendres trouvées sont en concordance avec celles données par **Jeant (2006)** qui oscillent entre 1,6% à 2,10% à l'exception de la variété HD qui possède une valeur légèrement inférieure à ces valeurs qui est de l'ordre de 1,34%.

Selon **Mohtadji (1989)** et **Godon (1991)**, cette disparité est causée par la composition du sol, le climat et l'utilisation d'engrais, et est également influencée par divers facteurs génétiques et technologiques tels que le broyage, le type d'emballage modifié et le taux d'extraction.

1.6. Taux d'acidité grasse

Les résultats du taux d'acidité grasse du blé tendre sont présentés dans la figure 11.

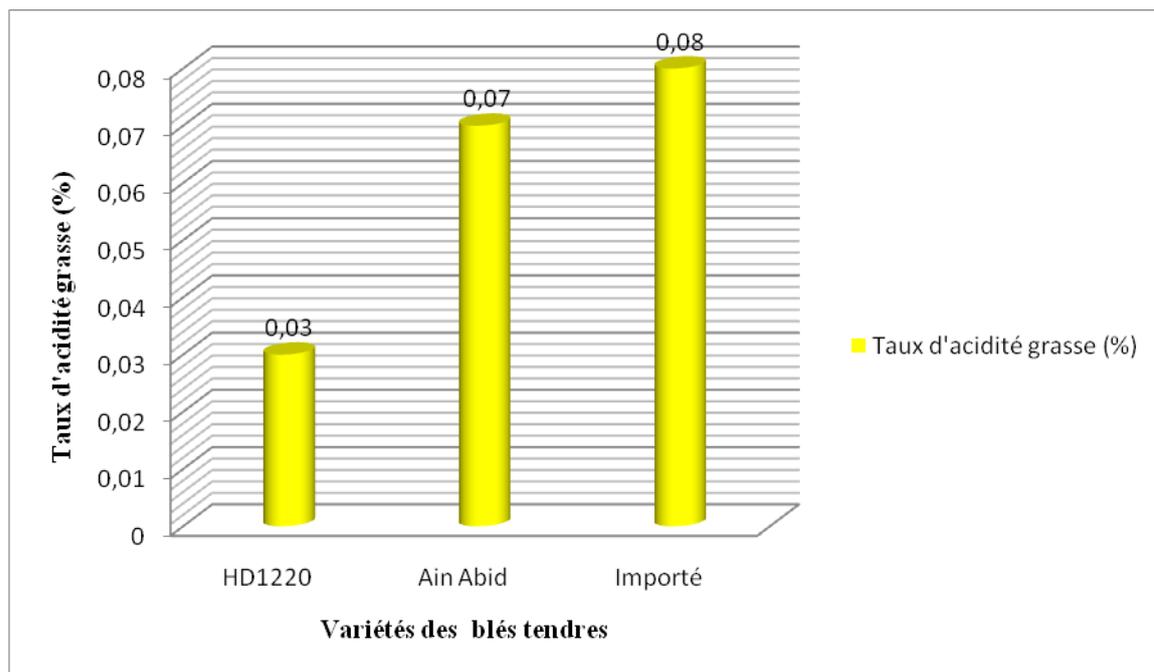


Figure11 : Taux d'acidité grasse de trois variétés de blé tendre analysées.

D'après nos résultats illustrés dans la figure 11, les valeurs de taux d'acidité grasse de blés tendres analysées oscillent entre 0.03% la valeur la plus faible enregistrée chez la variété HD à 0.08% la valeur la plus élevée enregistrée chez la variété de blé importé.

Les résultats obtenus montrent que le taux d'acidité grasse de blé importé (0,08%), est élevé par rapport aux blés locales Ain Abid et HD (0.03% et 0.07%).

D'après **Khelil et al. (2023)**, L'acidité des acides gras représente l'expression conventionnelle utilisée pour spécifier la quantité d'acides gras, en particulier d'acides gras non estérifiés extraits.

C'est un bon indicateur de l'état de conservation du blé et de la farine et de l'efficacité du dégermage lors de la mouture.

2. Analyses technologiques

2.1. Taux de gluten humide et sec

Les résultats de taux de gluten humide et sec du blé tendre est présentée dans la figure 12

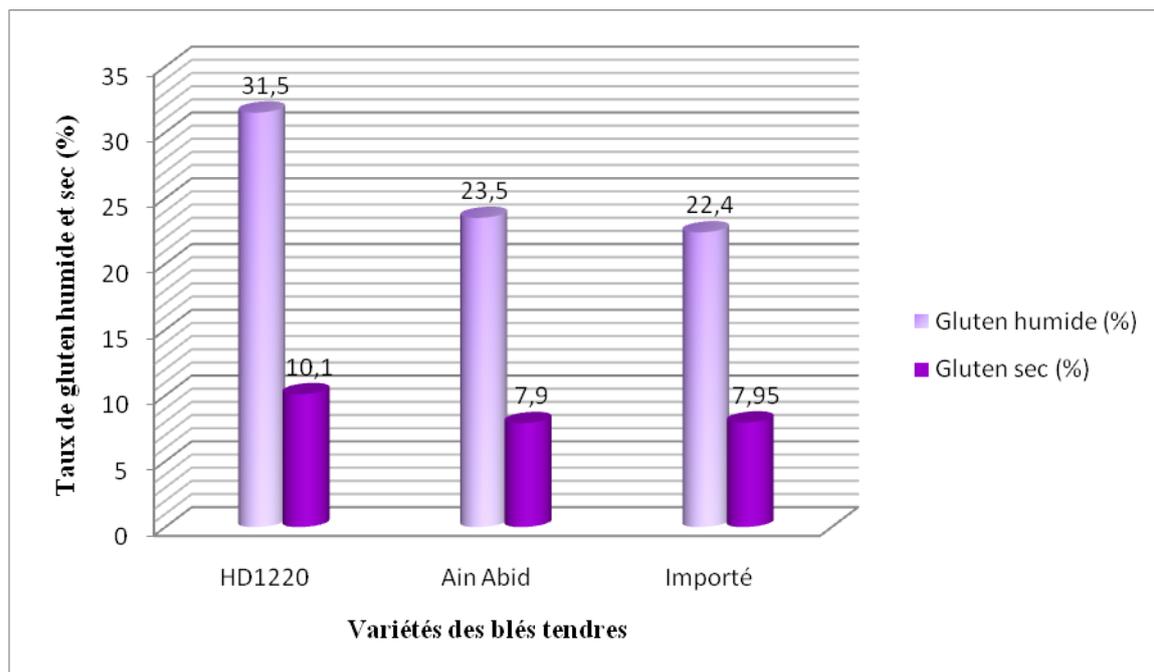


Figure12 : Taux de gluten humide et sec de trois variétés de blé tendre.

D'après Les résultats obtenus, nous remarquons que le taux de gluten humide de différentes variétés de blé tendre étudiés varie entre 31.5% et 22.4%.

A noter que le taux de gluten humide de blé importé (22.4%) est plus faible que les variétés de blé locaux HD (31.5%) et Ain Abid (23.5%).

La valeur technologique d'un blé est influencée par le gluten humide .Les caractéristiques viscoélastiques de la pâte ont influencées par sa quantité et sa qualité (extensibilité et élasticité) (ChaibEddour, 2019).

D'autre part, on constate que le blé tendre issu de la variété HD possède un taux de gluten sec supérieur (10,1%)à celui trouvé pour les blés tendres issus de la variété Ain Abid et le blé importé soit 7,95%et 7.9% respectivement.

2.2. Capacité d'hydratation

Les résultats de capacité d'hydratation du blé tendre sont présentés dans la figure 13.

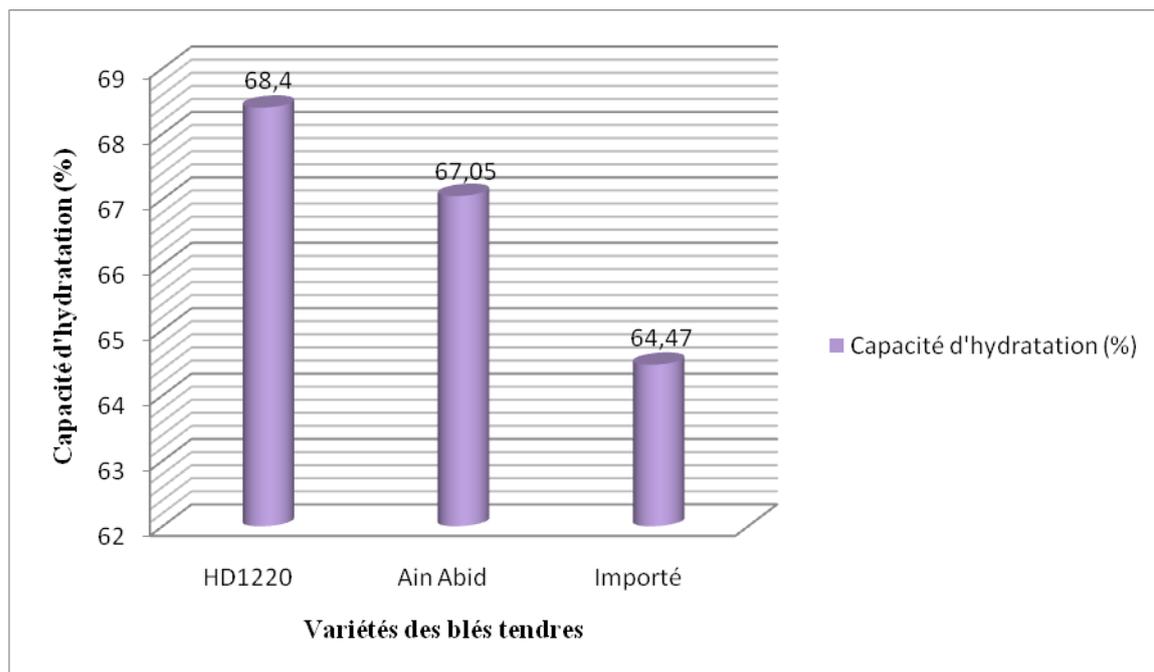


Figure13 : Capacité d'hydratation de trois variétés de blé tendre.

D'après la figure 13, nous observons que de blé analysés montrent que le blé HD1220, Ain Abid et blé importé présentent de capacité d'hydratation de 68,4%, 67,05% et 64,47% respectivement.

les résultats on constate que la capacité d'hydratation de blé tendre pour les variétés de blé locale HD et importé (68,4% et 67,05%) sont supérieur à la valeur de blé importé (64,47%).

3. Taux d'extraction

Les résultats de taux d'extraction du blé tendre sont présentés dans la figure 14 :

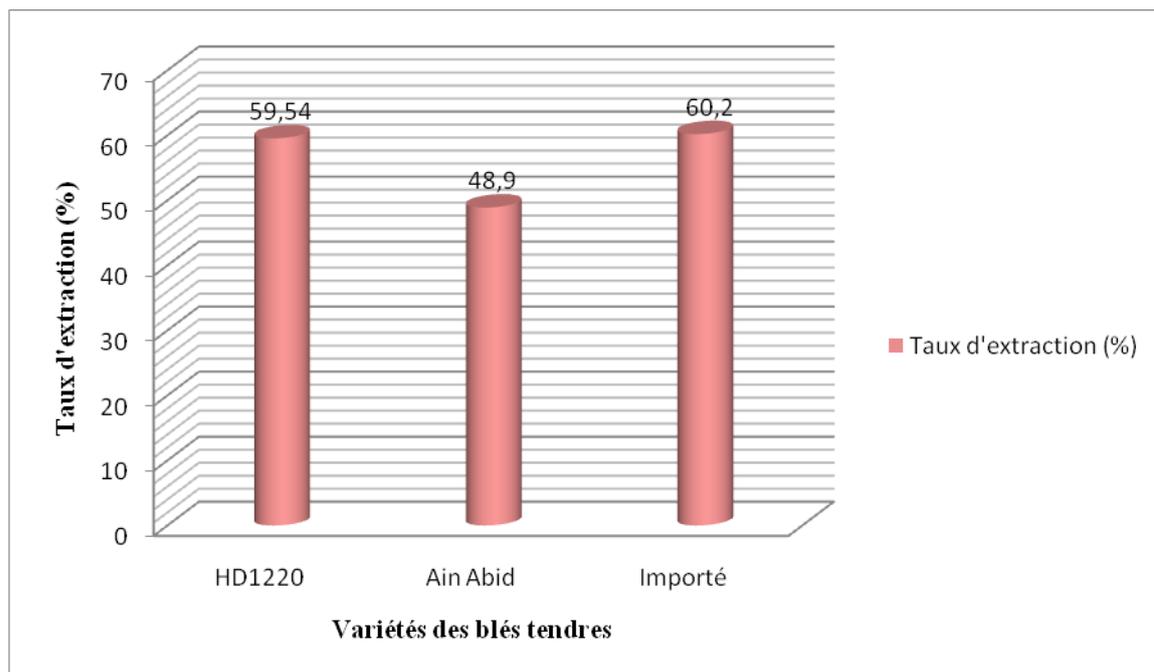


Figure14 : Taux d'extraction de trois variétés de blé tendre.

D'après les résultats obtenus dans la figure 14, nous observons que les valeurs de nos blés sont comprises entre 48,9% la valeur la plus faible enregistrée chez la variété Ain Abid et 60,2% la valeur la plus élevée enregistrée chez le blé importé.

Selon **Boudret(1976)**, le taux d'extraction normalisé est compris entre 60% à 65%.

Selon de nombreux auteurs (**Butcher et Stenvert, 1973 ; Hook et al.,1982, 1982,Kweon et al.,2009**), on observe une baisse significative du taux d'extraction lorsque l'humidité augmente. Cette constaté est valable peu importe le type de blé (**Warechowska et al, 2016**). Le taux d'extraction diminue d'environ 1 % pour 1 % d'eau ajoutée entre 15 % et 17% d'humidité. Par ailleurs, il est évident que la mouture du grain sec entraîne une augmentation significative du taux d'extraction (+ 3 %).

Selon **Kong et Baik (2016)**, le taux d'extraction de la farine augmente en fonction du degré de séparation de l'amidon de l'endosperme de l'enveloppe extérieure lors de la mouture. De plus, une diminution de la distance entre les disques du moulin a un impact positif sur le taux d'extraction de la farine (**Husein, 2011**).

4. Analyses physico-chimiques de la farine

4.1. Teneur en eau

Les résultats de teneur en eau de la farine sont présentés dans la figure 15.

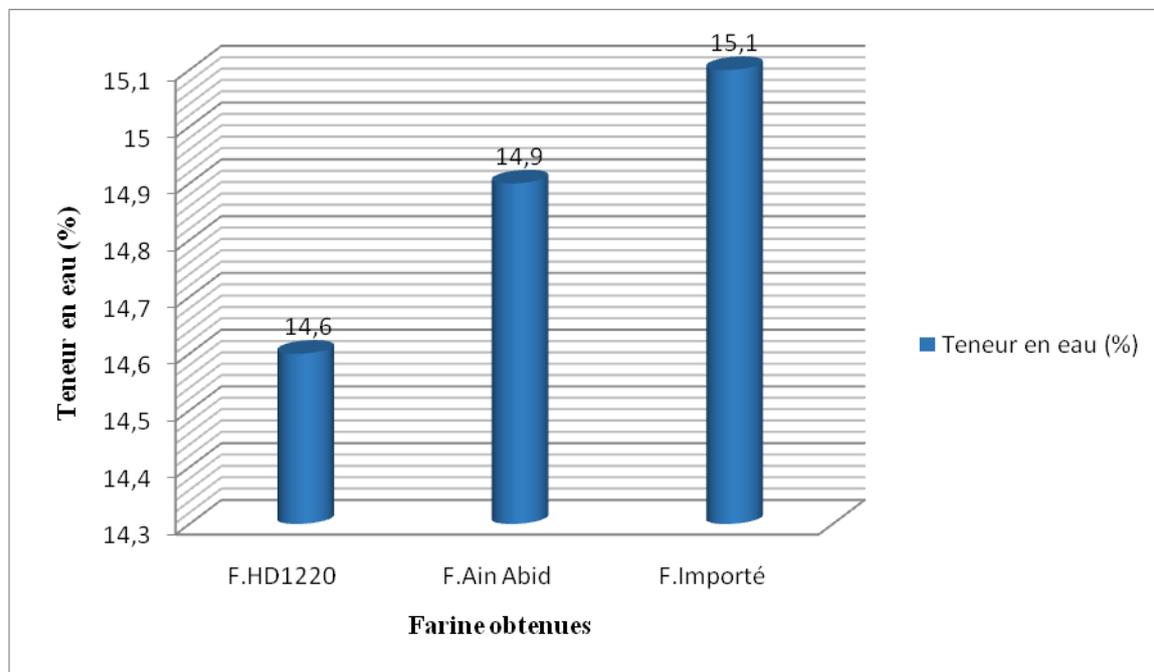


Figure15 : Teneur en eau de trois types de la farine.

D'après les résultats mentionnés dans la figure 15, on constate que la teneur en eau des farines obtenues varie de 14,6% la valeur la plus faible enregistrée chez la farine obtenue de la variété HD à 15,1% la valeur la plus élevée enregistrée chez la farine obtenue de blé importé.

Ces valeurs sont conformes à la norme donnée par la norme algérienne (NA735 ; 1990), qui ne dépasse pas 15,5%.

Godon et Willm (1991), explique que la teneur en eau a une importance en la production envisagée, notamment dans la boulangerie et la biscotterie, en influencela hydratation des pâtes et leurs rhéologiques. La quantité d'eau dans les farines ne s'impacte pas sur la qualité de certaines productions.

4.2. Teneur en cendre

Les valeurs de la teneur en cendres de trois types de la farine analysées sont illustrées dans la figure16.

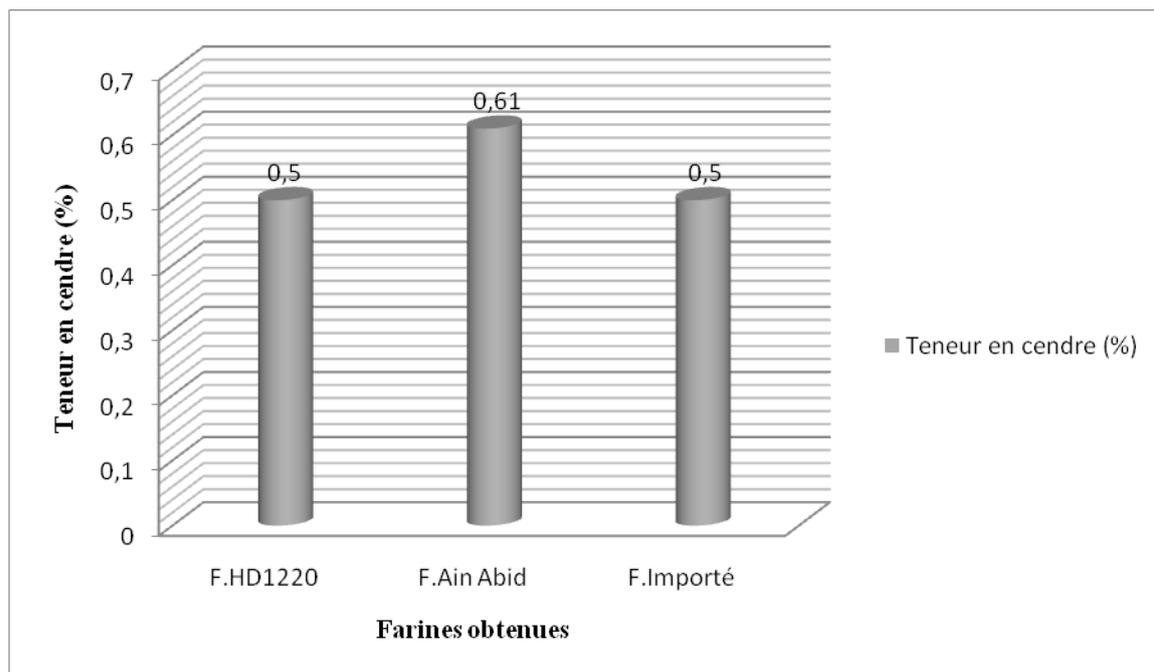


Figure16 : Teneur en cendre de trois types de la farine

Selon les résultats illustrés dans la figure 16, on constate que les teneurs en cendres de différentes farines obtenues varient entre 0,5% la valeur la plus faible et 0,61% la valeur la plus élevée enregistrée chez la farine obtenue de la variété Ain Abid, où les deux autres types de farines à savoir la farine de blé importé et la variété HD présentent les mêmes valeurs 0,5%.

Ces valeurs sont inférieures à l'intervalle fixé par **le manuel de contrôle de la qualité Eriad (1984)**, qui est de 0,65% à 0,75%.

Selon Feillet (2000), La farine de HD1220 et Ain Abid et la farine de Importé qui présentent un taux de cendres de 0.5% et 0,61% et 0.5% respectivement sont des farines panifiables et sont classées de type 55.

D'après **Feillet (2000)**, la quantité de cendres est un élément qui détermine la pureté de la farine. si la farine est pure, sa quantité de cendres est inférieure par rapport au taux d'extraction et de minéralisation du grain broyé. Il détermine également les variétés commerciales de la farine.

Selon **Regnier et al. (2004)**, la cendre a un impact sur la couleur et la qualité de la farine. Plusieurs auteurs ont démontré l'impact de l'environnement sur le taux de cendre dans la farine.

D'après, **Peterson et al., (1986)** ont découvert que la principale disparité en termes de

concentration en cendre est attribuable à l'environnement et à ses éléments constitutifs.

4.3. Taux d'acidité grasse

Les résultats de taux d'acidité grasse des farines obtenues sont présentés dans la figure 17.

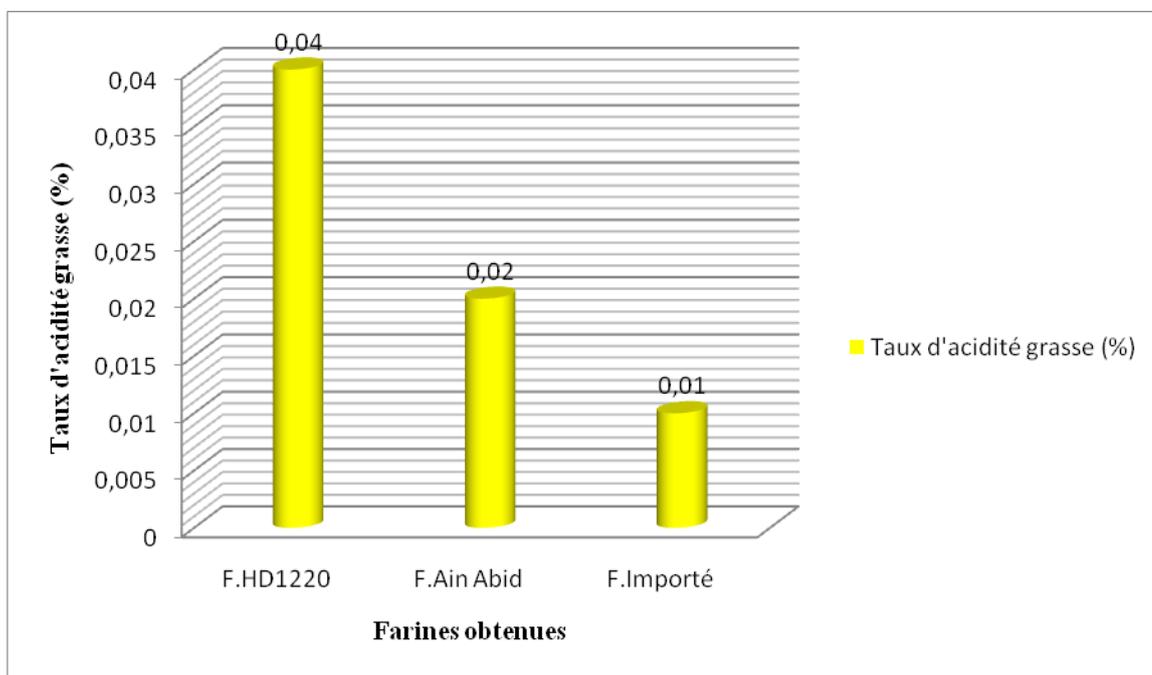


Figure17 : Taux d'acidité grasse de trois types de la farine.

Selon la figure 17, on remarque que les valeurs trouvées de l'acidité grasse sont de l'ordre de 0,04 pour la farine issue de la variété HD ; 0,02 pour la farine issue de la variété Ain Abid et 0,01 pour la farine extraite à partir de blé importé et qui sont conformes à la norme décrite par **ISO 7305 (1998)**; qui ne doit pas dépasser 0,050mg /KOH/ 100 mg. Donc, on peut dire que nos farines sont fraîches.

5. Analyses technologiques des farines

5.1. Taux de gluten humide et sec

Les résultats de taux de gluten humide et sec des farines analysées sont présentés dans la figure 18.

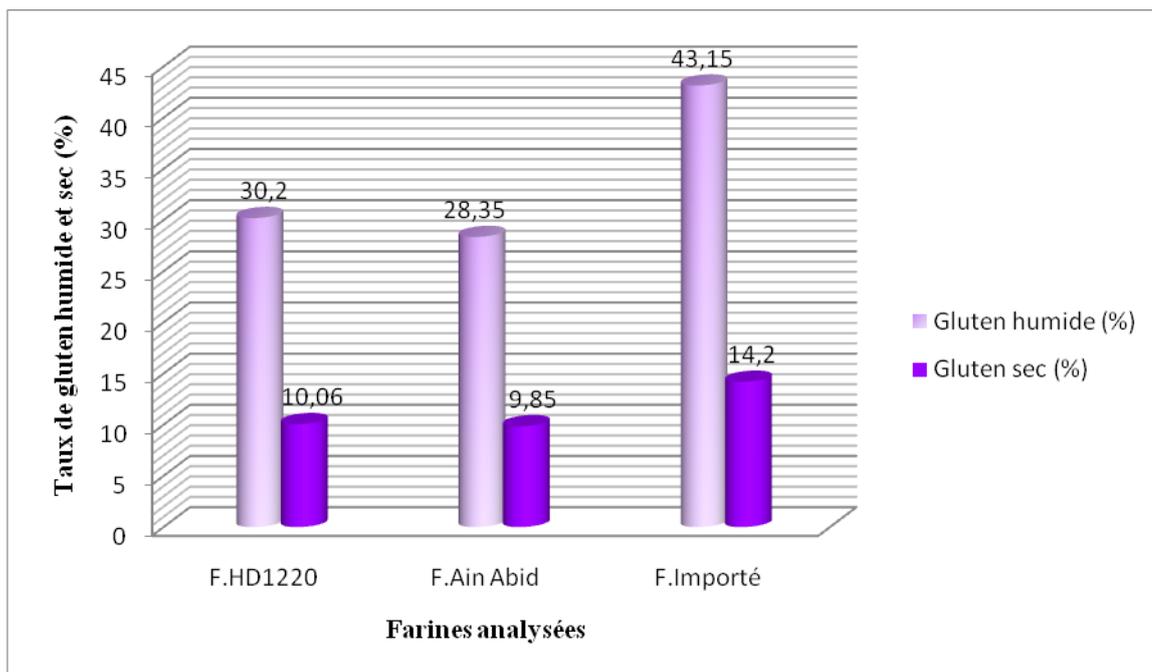


Figure18 : Gluten humide et sec de trois types des farines analysées.

D'après l'histogramme présenté dans la figure 18, nos résultats de gluten humide trouvés oscillent entre 28,35% et 43,15%.

Nous constatons que la valeur du gluten humide de la farine extraite à partir de la variété HD1220 est comprise dans l'intervalle donnée par **Goden (1991)** qui varie entre 33 à 34.

Par contre la valeur du gluten humide de la farine obtenue à partir du blé importé dépasse largement cette intervalle soit 43,15, et que la valeur de la farine de la variété Ain Abid est inférieure cet intervalle qui est de 28,35.

Selon **Wibawa (1992)** le taux de gluten dépend essentiellement, du climat et de la fertilisation du blé.

D'autre part, les valeurs du Gluten sec qui varient entre 9,85% et 14,2% sont également inférieures à 12,5% trouvé par (**Ounane et al., 2006**).

Ainsi, nos résultats sont inférieurs à la limite. Il semble que cette baisse soit causée par la durée de stockage de la farine.

5.2. Capacité d'hydratation

Les résultats de capacité d'hydratation des farines obtenues sont présentés dans la figure 19.

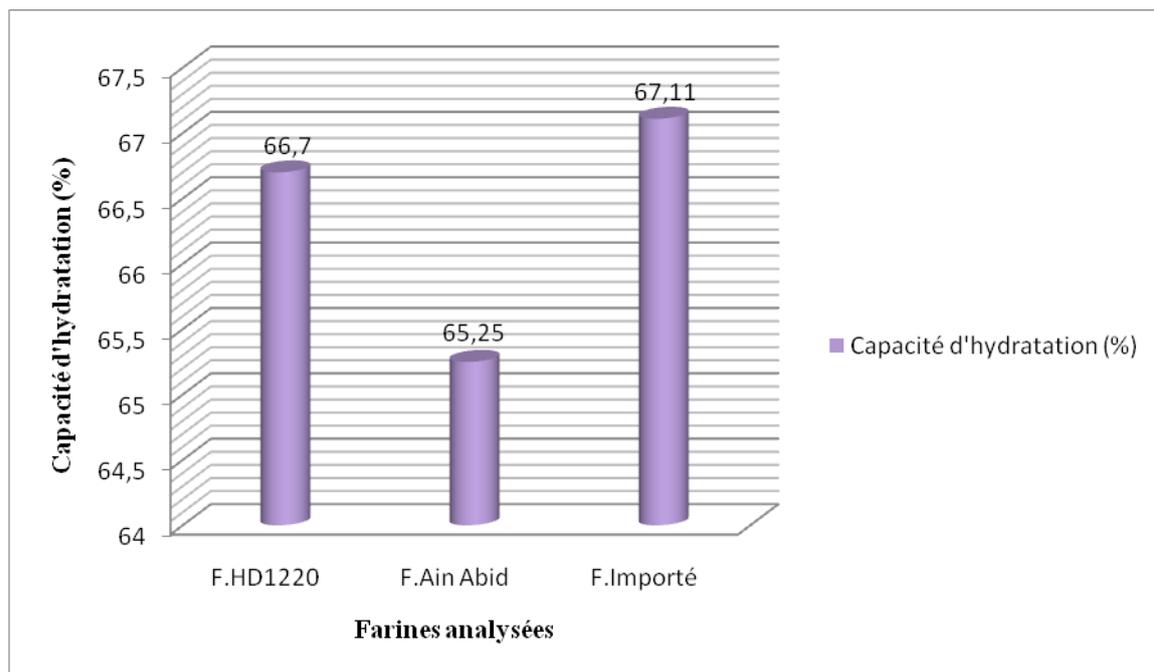


Figure19 : Capacité d'hydratation de trois types de farines analysées.

La qualité de la farine est directement liée à sa capacité d'hydratation. Il représente le volume d'eau ajoutée.

Selon **Lecop, 1965**, Il est nécessaire que cette capacité soit comprise entre 62 et 65% et peut atteindre 69%.

On constate que les valeurs de la capacité d'hydratation des farines analysées sont en concordances avec les valeurs citée précédemment.

Selon nos résultats obtenus, les farines étudiées ont une capacité d'hydratation remarquable, ce qui souligne clairement la qualité du gluten présent dans ces farines.

5.3. Indice de chute

Les résultats de l'indice de chute des farines obtenues sont présentés dans la figure suivante 20.

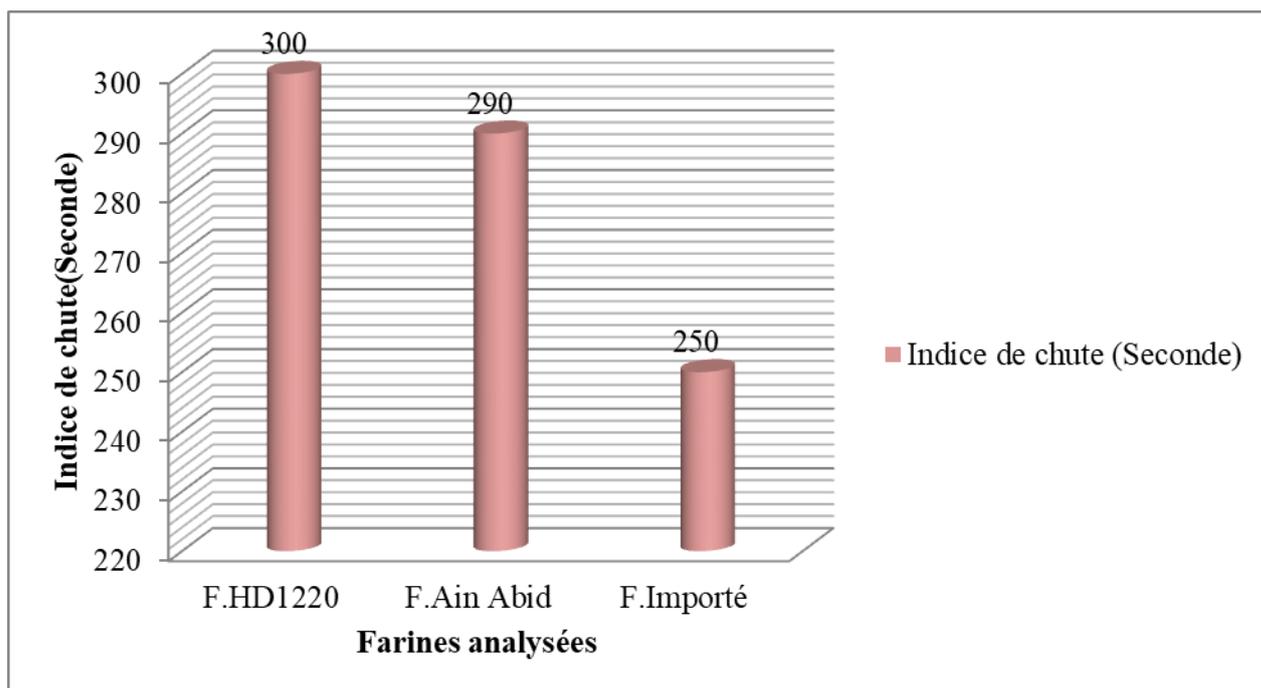


Figure20 : Indice de chute de trois types de la farine.

D'après **ISO3093 (2004)**, l'indice de baisse est établi à l'échelle mondiale en utilisant un minimum de 250 S pour évaluer le niveau d'activité α -amylasique des céréales.

Selon la norme précédente les différentes farines sont classées en fonction de leur indice de chute en catégories suivantes (tableau 09)

Tableau 09:Normes caractérisant l'indice de chute des farines.

Indice de chute	Caractéristique et quantité de 0,1 à 0,4 % selon la valeur de l'indice de chute
Inferieure à 150	Activité alpha-amylasique.grains germés, mie correcte
Entre 220-300	Activité alpha-amylasique optimale. Grains non germés, mie correcte
Supérieure à 300	Défaut de l'activité alpha-amylasique. Mie sèche ,volume du pain faible.il faut corriger

Selon le tableau 09, nous observons que le temps de chute de la variété HD1220 est plus long que celui de la variété Ain Abid et Importé. Ces résultats indiquent que les blés analysés font partie de la deuxième catégorie, (Activité alpha-amylasique optimale. Grains non germés, mie correcte).

Nos résultats indiquent qu'il n'y a pas de grains germés dans les échantillons analysés, ce qui permet d'avoir une idée des conditions de stockage du blé.

6. Teste Consistographe

Le tableau 10 montre les résultats de consistographe.

Tableau 10: Résultats de consistographe de la pâte des trois variétés étudiées

Variétés Paramètres	HD1220	AinAbid	Importé
Farine (g)	229,9	234,4	247,1
Eau(ml)	147,1	140,1	127,7
Teneur en eau	14,6	14,9	15,1

Le Consistographe permet de mesurer la capacité de la farine à absorber l'eau en suivant son comportement lors du pétrissage puis en la combinant avec l'Alphéographe.

Les résultats nous montrent une différence dans la quantité de farine et d'eau dans chaque type, à mesure que la quantité de farine diminue, le pourcentage d'eau augmente.

D'après les résultats mentionnés, la variété de HD1220 a la plus d'absorption d'eau par ce que la teneur en eau est faible par rapport aux autres types de farine (plus la teneur en eau du blé tendre est faible, plus son taux d'absorption d'eau est élevé).

7. Teste rhéologique

7.1. Gonflement (G) en (cm³)

Les résultats de gonflement des farines analysées sont présentés dans la figure 21.

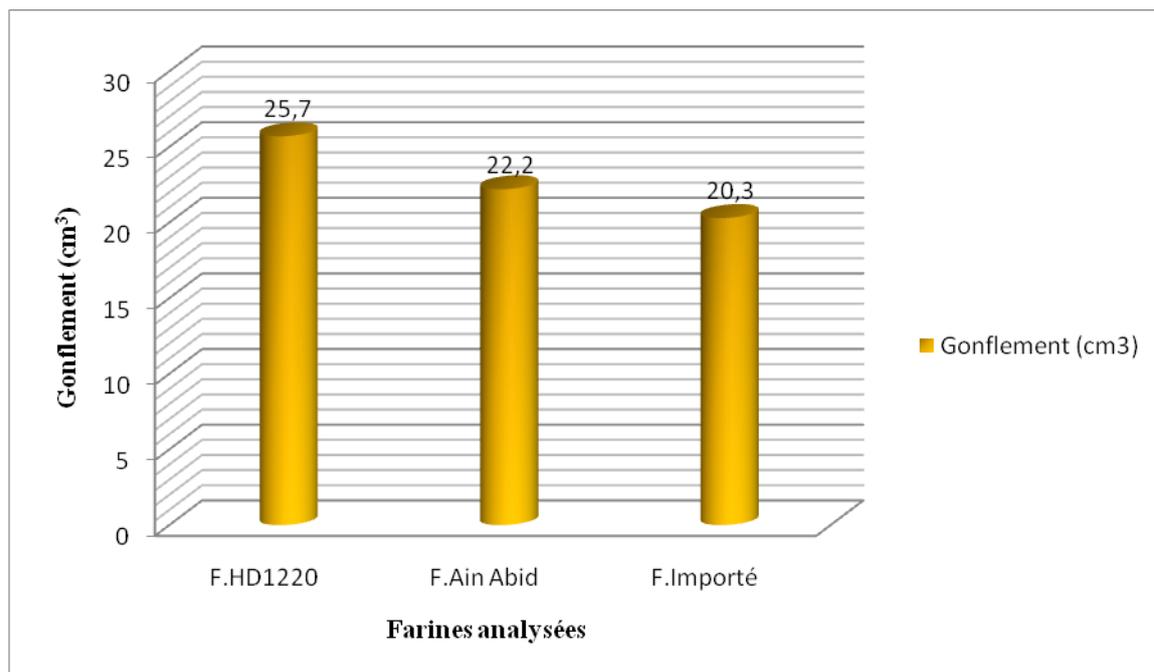


Figure21 : L'indice de gonflement des trois types des farines étudiées.

D'après les résultats trouvés, on remarque, que l'indice de gonflement (G) des différents types de farines analysées varie entre 20.3cm³ la valeur la plus faible enregistrée chez la variété de l'importé à 25,7cm³ la valeur la plus élevée enregistrée chez la variété HD1220.

Ces valeurs sont conformes aux normes données par **JORA (1991)** qui sont supérieures ou égale 20cm³.

Selon **Dacosta (1986)**, les gliadines jouent un rôle dans l'extensibilité et le gonflement de la pâte en permettant aux molécules de gluténines de se déplacer les unes sur les autres.

7.2. Le rapport de configuration (P/L)

La figure suivante illustre les résultats de rapport P/L des farines analysées

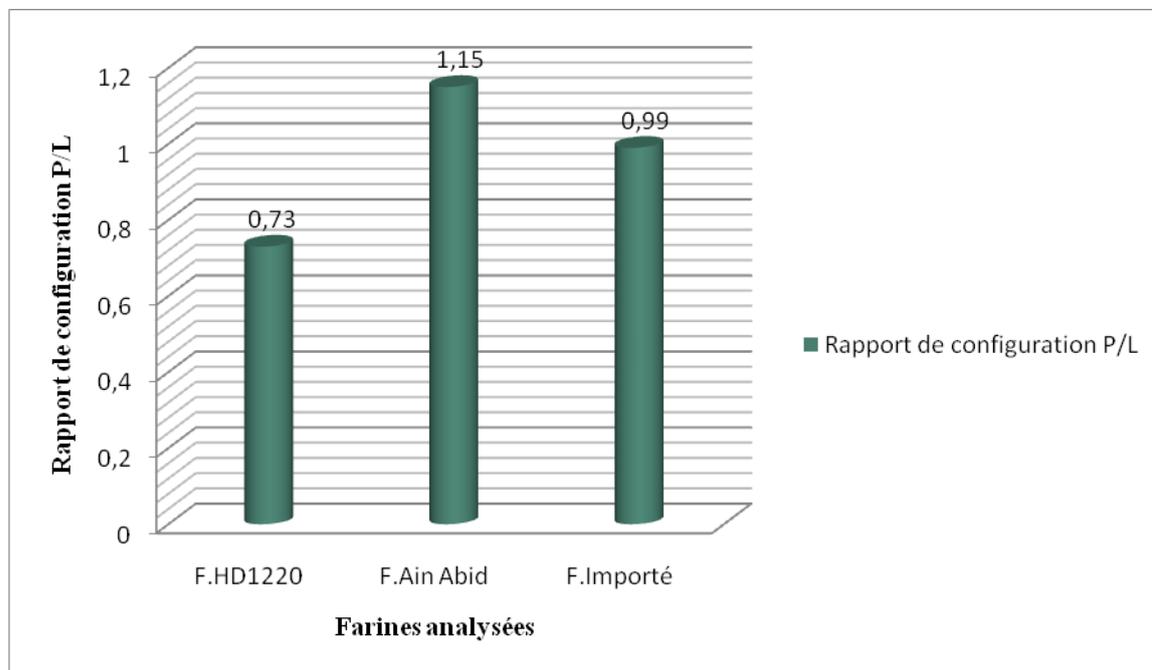


Figure22 : Rapport de configuration des trois types de la farine.

D'après les résultats trouvés nous observons que le rapport p/L des farines analysées varient entre 1,15 et 0,73 ces valeurs sont supérieures aux normes citées par **ISO/NA5530 (1997)** qui sont de l'ordre de (0,45 à 0,65).

Selon **Dubois (1995)**, le rapport de configuration P/ L reflète l'équilibre global de l'alvéographe, c'est-à-dire l'équilibre entre la stabilité et l'extension des pâtes formées.

D'après **Frate et Stéphane (2005)**, une farine avec un rapport <<P/L>> élevé produit une pâte trop solide, manque de tolérance au pétrissage et présente une tendance à absorber beaucoup d'eau, ainsi qu'un faible gonflement.

7.3. Le travail (W) en (10^{-4} J)

Les résultats de force boulangère des farines analysées sont présentés dans la figure 23.

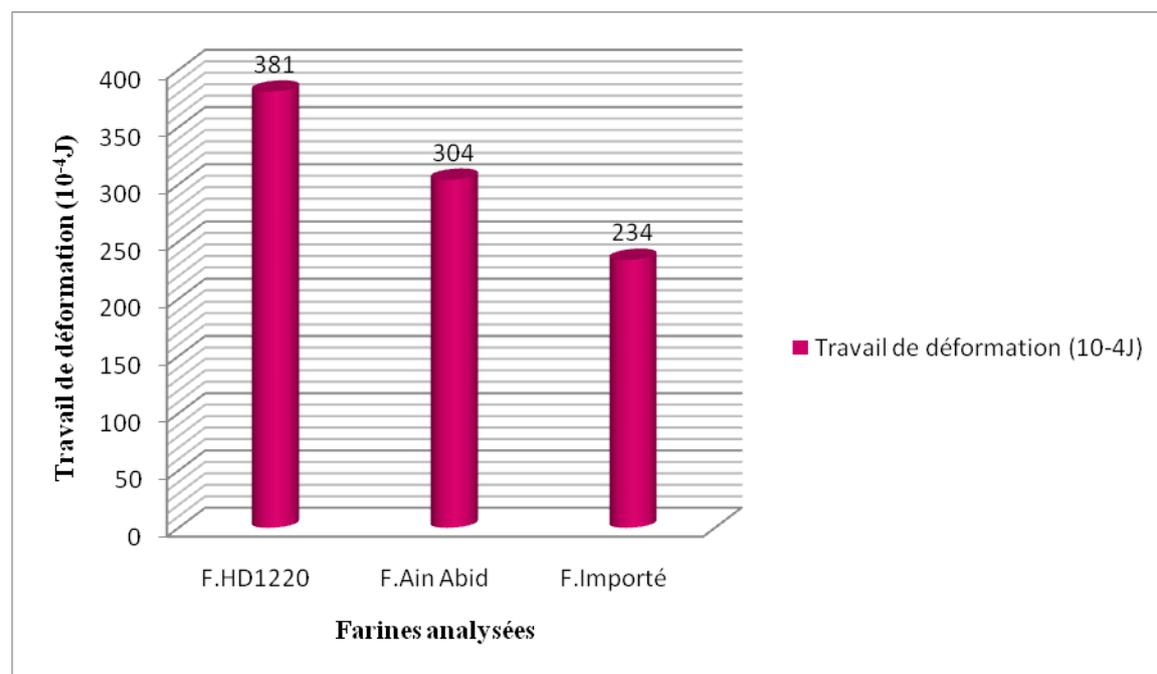


Figure23 : Force boulangère des trois types de la farine.

Tableau 11: Les normes de la force boulangère de farine analysées **Berland et Roussel (2005)**.

Valeur de la force boulangère en (10^{-4}J)	Caractéristiques
$W < 150$	Force boulangère insuffisante
$150 < W < 180$	Force boulangère moyenne
$180 < W < 220$	Bonne force boulangère
$W \geq 220$	Force boulangère élevée

D'après les résultats obtenus les valeurs de la force boulangère des farines HD, Ain Abid et importé, qui sont 381,304 et 234 respectivement.

D'après **BERLAND et ROUSSEL (2005)**, nos résultats montrent que la force boulangère de farines analysées classe dans la catégorie de force boulangère élevée.

D'après **Branlard et al (1997)**, la granulométrie de la farine est liée à la texture (dureté de l'albumen), notamment les concentrations élevées en amidon endommagé et en pentosanes (très hydrophiles), ce qui peut avoir un impact sur les valeurs alvéographiques W et P.

8. Analyses microbiologique

Les résultats microbiologiques sont résumés dans les tableaux 12 et 13.

Tableau 12 : Résultats des analyses microbiologiques des farines analysées

Paramètre (UFC/g)	AinAbid	HD 1220	Importé	Limites microbiologiques (UFC/g), JORA (2017)	
				m	M
Germes					
<i>Escherichia coli</i>	00	00	00	10	10 ²
Moisissures	≤10	1,5×10 ²	1,8×10 ²	10 ³	10 ⁴

Tableau 13 : Les résultats des analyses microbiologiques des blés tendres analysés

Paramètre (UFC/g)	AinAbid	HD 1220	Importé	Limites microbiologiques (UFC/g), JORA (2017)	
				m	M
Germes					
<i>Escherichia coli</i>	00	00	00	10	10 ²
Moisissures	1,8×10 ²	≤10	≤10	10 ³	10 ⁴

m : seuil au-dessous duquel le produit est considéré comme étant de qualité satisfaisante. Tous les résultats égaux ou inférieurs à ce critère sont considérés comme satisfaisants.

M : seuil limite d'acceptabilité au-delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique :

M : 10m lors du dénombrement effectué en milieu solide.

8.1. Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli*

Nous avons observé une absence d'*Escherichia coli* dans tous les échantillons (Farine et blé tendre).

L'absence d'*E-coli* met en évidence la qualité hygiénique satisfaisante de nos spécimens.

D'après **kitty, et Rob (2017)**, il est possible que l'absence d'*Escherichia coli* dans la farine et blé tendre soit due à l'un des quatre facteurs suivants :

- **La matière première :**

Étant donné qu'*Escherichia coli* est facilement présent dans le blé pendant la croissance de la culture, il peut être encore présent lors de la récolte de la culture et, par conséquent, entrer dans la chaîne digestive. Afin d'éliminer *E. coli*, certains fournisseurs utilisent un traitement thermique sur la farine de blé.

- **L'hygiène des mains:**

L'hygiène des mains est la deuxième cause principale d'*Escherichia coli* dans la chaîne alimentaire, et l'absence d'*Escherichia coli* indique l'application d'un régime d'hygiène des mains rigoureux dans l'usine.

- **Conception hygiénique:**

L'absence d'*Escherichia coli* peut être attribuée à la conception hygiénique adéquate de toute la chaîne de production et au bon fonctionnement du nettoyage et de la désinfection.

- **Ignorance de l'application (finale) de la nourriture:**

La sécurité alimentaire est une responsabilité de chaque producteur de la chaîne alimentaire, qui est déjà intégrée dans la démarche HACCP, où il est essentiel de prendre en compte l'application du produit.

8.2. Recherche des moisissures

On a observé la présence des moisissures dans les échantillons de la farine (HD 1220 et Importé) et blé tendre (Ain Abid) avec des charges allant respectivement $1,5 \times 10^2$, $1,8 \times 10^2$, $1,8 \times 10^2$ UFC/g, ce qui est conforme à la norme mentionnée dans le **JORA 2017**, qui indique une valeur

inférieure à ($\leq 10^3$ UFC/g). Ainsi, les résultats des analyses sont satisfaisants et les farines sont bonnes à consommer.

Les conditions de stockage, telles que la température, entraînent la présence de moisissures dans la farine de blé (**Kumari *et al.*, 2015**).

D'après **Weindenborner et al (2000)**, les principales causes de contamination de la farine sont les grains, les lieux de transformation et/ou un mauvais contrôle sanitaire. La farine de blé blanche présente donc normalement moins de spores et/ou de mycéliums de moisissures que les grains de blé.

Selon **Godon et Willim(1990)**, la présence de levures et moisissures est grandement influencée par les conditions climatiques lors de la récolte.

9. Essai de panification

Le test de pain constitue une forme de test de confirmation qui permet d'évaluer de manière objective la valeur boulangère de la farine, ainsi que de porter des jugements sur la pâte et le pain.

9.1. Appréciation de la pâte

L'appréciation des caractéristiques des pâtes et des pains des trois types de farines étudiées est présentée dans le tableau 14.

Tableau 14: L'appréciation de la pâte des farines analysées.

Critères		HD 1220	Ain Abid	Importé
Etape de panification				
Pétrissage	Lissage	Bon lissage,	Bon lissage ,	Bon lissage ,
	Extensibilité	Extensible ,	Peu extensibilité,	Peu extensibilité,
	Collant	Non collante ,	Peu collante,	Peu collante,
	Elasticité	Elastique,	Elastique,	Elastique,
	Relâchement	Ne relâche pas	Ne relâche pas	Ne relâche pas
Pointage		Rond	Rond	Rond
Façonnage	Relâchement	Normal	Normal	Normal
	Extensibilité	Bon	Bon	Bon
	Elasticité	Bonne	Bonne	Bonne
	Façonnage	Ferme	Ferme	Ferme

Les résultats obtenus dans le tableau montrent que la pâte de Ain Abid et importé était peu collante et peu extensible, la pâte de HD1220 non collante et extensible.

Selon **Roussel et al., (2010)**, le collant est causé par la difficulté de la pâte à maintenir une stabilité de l'eau pendant le pétrissage, ce qui entraîne souvent une instabilité et une résistance du réseau de gluten lors de l'action mécanique.

9.2 Appréciation de pains

L'appréciation qui concerne le pain est résumée dans le tableau 15.

Tableau 15:Appréciation des pains de trois variétés étudiés.

Aspect \ Critères	HD 1220	Ain Abid	Importé
Aspect extérieur -crouste -Sections -Couleur -Farineuse de la crouste -Coup de lame	-Croustillant -Rond - Jaune - Epaisse - Non jeté	-Croustillant -Rond - Pâle - Epaisse - Peu jeté	-Croustillant -Rond - Jaune - Epaisse - Non jeté
Aspect intérieur (mie) : -Couleur -Texture -Volume -Flaveur -Alvéolage	-Crème jaunâtre - Souple - Normale - Bonne - Alvéolée	- Crème - Normal - Normale - Bonne - Peu alvéolé	- Crème - Souple - Normale - Bonne - Alvéolée

Un pain de qualité doit présenter une croissance uniforme et légère, une crouste lisse, dorée et bien adhérente à la mie.

Selon **Frate et Stéphane (2005)**, la farine de blé HD1220 présente une mie alvéolée d'une odeur agréable et d'une teinte jaunâtre.

Selon **Frate et Stéphane(2005)**, la présence de pigments caroténoïdes dans la farine est responsable de cette coloration plus ou moins jaunâtre observée sur la mie de ce pain.

En ce qui concerne la mie du pain à base de blé Ain Abid est de couleur crème avec une bonne odeur, mais peu alvéolée, et la mie du pain à base de blé Importé est de couleur crème de bonne odeur et alvéolé.

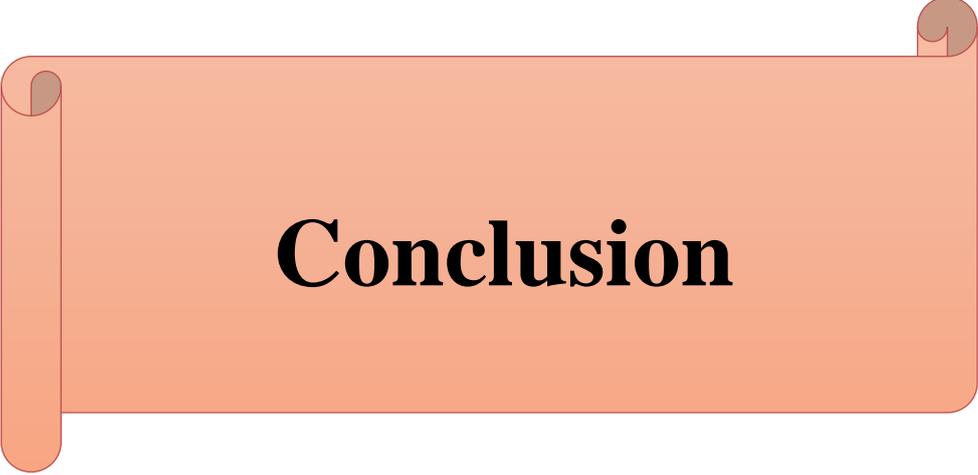
D'après Tandeau (2004), l'utilisation excessive de force réduit la capacité de rétention des gaz, ce qui entraîne un alveolage de mie trop serré.

Au contraire, une faible qualité de pâte peut entraîner une mie collante et pâteuse, tout comme une farine trop riche en alpha-amylases, ce qui entraîne des mie collantes avec des alvéoles

très grandes. En présence de blés germés, l'amidon sera transformé en sucre trop rapidement lors de la panification.

Selon **Rémésy et Leenhardt (2007)**, quatre facteurs principales peuvent influencer la valeur nutritionnelle et organoleptique du pain; la dévalorisation du blé (mauvaise sélection des variétés), la production de la farine (conduite de mouture), l'accélération de la panification et l'usage excessif de sel.

Pour **Bushuk (1985)**, un bon pain doit être d'un grand volume, de belle forme de croûte, de couleur et de texture agréables, de mie de bonne couleur à texture lisse bien alvéolée, non uniforme. De même **Clavel (1980)**, caractérise le bon pain par son développement, sa légèreté, sa croûte bien lisse, dorée qui adhère à la mie, aux coups de lames jetés et réguliers, ainsi que par sa saveur et son odeur agréable.



Conclusion

Conclusion

Le critère qualité est actuellement très recherché et est devenu l'un des objectifs principaux dans la transformation des blés.

Notre travail repose sur l'étude de la qualité technologique de trois variétés de blés tendre (AinAbid, HD, Importé) cultivé dans la wilaya de Tiaret.

Le but était d'évaluer les qualités technologiques, physico-chimique et microbiologiques de trois variétés de blé tendre cultivées localement et ressortir les défauts pour qu'on puisse les corriger.

Les résultats obtenus dans cette étude indique ce qui suit

Pour les analyses physico-chimiques

- Toutes les variétés présentent un niveau d'impuretés acceptable, conforme à la norme et peut fournir une productivité satisfaisante.

- Les résultats de PS compris entre 77,5kg/hl et 79,5kg/hl il est étudiés sont classés comme des blés de masse élevé ($77 \leq PS \leq 79$).

- un poids de mille grains compris entre 30,9 % à 36,6 % il est donc conforme aux normes $24 \leq PMG \leq 34$ et $35 \leq PMG \leq 45$.

- Teneur en eau de blé tendre comprise entre 9,3 % à 12,5 % il est donc conforme à la norme ne doit pas dépasser 17%, et la teneur en eau de farine varie de 14,6% à 15,1%, il est donc conforme aux valeurs qui ne dépasse pas 15,5%.

- Le taux de cendres de blé tendre varie entre 1,4% et 1,72 %, il est donc conforme aux normes (1,6% à 2,10%), et le taux de cendres de farine varie entre 0,5% à 0,61%, il est inférieure à la norme (0,56 et 0,67 %).

- Taux d'acidité grasse de blé tendre comprise entre 0,03% et 0,08% , la variété de l'importé présente une valeur supérieur pour les variétés de HD1220 et Ain Abid, et taux d'acidité grasse de farine compris entre 0,01% à 0,04%, il est conforme à la norme ($\leq 0,050$ mg /KOH/ 100 mg).

En ce qui concerne les analyses technologiques montrent que

- La variété de HD1220 présente un taux du gluten humide conforme aux normes par

Conclusion

rapport aux autres variétés analysées Ain Abid et Importé.

- les farines analysées présentent une très bonne capacité d'hydratation.

Parallèlement, nous avons réalisé le test rhéologique qui a fait ressortir les points suivant :

- L'indice de gonflement varie entre 20,3 cm³ et 25,7 cm³ qui sont conformes à la norme (≥ 20). Les farines analysées sont insuffisantes pour une bonne panification.

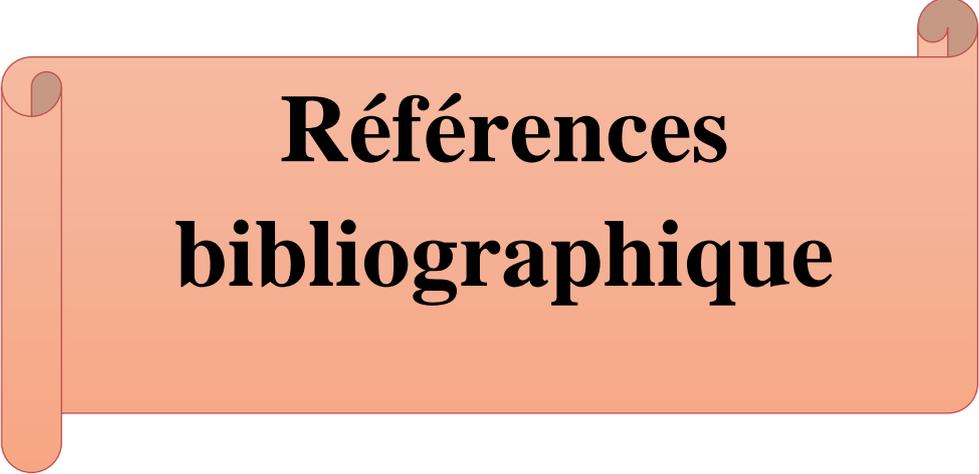
- Le rapport P/L d'échantillons qui sont variant entre 1,15 et 0,73 sont supérieurs à la norme (0,45 à 0,65).

- La force boulangère comprise entre 234 et 381, il est considéré comme la force boulangère élevée.

D'autre part les analyses microbiologiques indiquent l'absence d'*Escherichia coli* dans les produits (blé tendre, farine), mais il y avait des moisissures dans les échantillons (blé tendre, farine), mais elles étaient présentes avec des charges conformes aux normes ($\leq 10^3$ UFC/g). Les résultats sont donc satisfaisants, ce qui rend les farines acceptables pour la consommation et de bonne qualité nutritionnelle et sanitaire.

Selon les résultats de l'essai de panification, il est confirmé que les variétés HD1220, Importé et Ain Abid sont panifiables, elles ont produit une pâte de qualité rhéologique acceptable.

En perspective nous recommandons d'augmenter le nombre des échantillons et faire des combinaisons entre les variétés afin d'obtenir une farine de bonne qualité.



**Références
bibliographiques**

Références bibliographique

- Aissaoui M. (2018).** Etude de l'effet de l'irrigation d'appoint sur l'amélioration de la production du blé tendre (*Triticumaestivum* L) dans la région de Sétif. The. Doc. Univ. Sétif. P : 5-11-12.
- Ammar M. (2014).** Organisation de la chaîne logistique dans la filière des céréales en Algérie Etat et lieux et perspectives, master of science, 121p.
- Bar C. (2005).** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique. ITCF, Paris, 253p.
- Benaida C. et Benchaib. (2016).** Contribution à l'étude des aptitudes technologiques de deux variétés locales de Blé tendre.
- Benbelkacem, A., Sadli, F., & Brinis, L. (1995).** Research on durum wheat quality in Algeria. Option Méditerranéennes. Serie A: Séminaires méditerranéens (CIHEAM).
- Benhanai Z. (2013).** Etude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité. Mémoire de master, université KasdiMerbah Ouargla, Algérie .p ; 52.
- Berland S. et Roussel P., (2005).** Qualité technologique. Document de École Nationale Supérieure Meunerie et des Introduction Céréalières (ENSMIC), Surgères, France.
- Boukarboua A. et Boulkroun M. (2016).** Appréciation de la qualité technologique des farines commerciales par des tests indirects, Université des Frères Mentouri Constantine.
- Bourdeau A. et Menard A. (1992).** le blé élément fondamentaux et transformation. Les presses de l'université LAVAL, Canada.
- Bourson Y. (2009).** "Mouture du blé tendre et techniques d'obtention de la farine," Ed. Techniques Ingénieur.
- Branland G. et Loisel W. (1997).** Test de laboratoire in Industrie des céréales. 2^{ème} édition. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp: 653-660.

Références bibliographique

- Bushuk W. (1985).** Theory and application to wheatflourdoughs. Dans Rheology of wheatproducts. American Association of CerealsChemists, Inc. St. Paul. Minnesota. Pp: 1-26.
- Butcher F.et Stenvert N.L. (1973).**ConditioningStudies on AustralianWheat I. The effect of conditioning on MillingBehaviour, J. Sci. FdAgric. 24, 1055-1066.
- Calvel R. (1973).** "L'évolution de la qualité du pain français", Bull. Anc., Elèves, E.F.M., 254p, pp.59-71.
- Calvel R. (1980).** Boulangerie moderne. 9ème édition. Eyrolles. Paris. Pp: 65 -78.
- Calvel R. (1984).** La boulangerie moderne 3ème édition. Saint- Germain. Paris. P :13-63.
- Calvel R. (1984).**La boulangerie moderne. Eyrolles. Paris. P.459.
- Calvel R. (1984).**La boulangerie moderne.2ème édition. Saint. Germain. Paris. p13-72.
- Chabour.F. (2000).** Qualité d'une farine de panification. Pain de qualité. Ed: OPU. Pp: 22-31.
- Chaib Eddour A. R. (2019).**Mémoire thème master Aptitudes de conservation et de transformation du blé tendre« variétés locales et importé», cas des entrepôts mascara.
- Cheriet G. (2000).** Etude de la galette : différents types, recettes et modes de préparation. Thèse de Magister. D.N.A.T.A.A. université Mentouri. Constantine. Algérie. P. 99.
- Dacosta Y. (1986).** Le gluten de blé et ses applications. A.P.R.I.A. Pp: 23-55.
- Diponzo N., Kaan F., Nachit M. (1993).** Ed, CIHEM, Espagne, p. 271.
- Djermoun A. (2009).** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques.
- Doumandji A., Doumandji S.,et Doumandji B, M. (2003).** Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock. ED, office des publications universitaires. P129.
- Dubois M. (1995).**Le contrôle qualité. In: la panification française. Guinet, R.,Godon, B. Ed.Tec et Doc, Lavoisier, Paris. pp506-522.

Références bibliographique

Eriad. (1984). Le manuel de contrôle de qualité, document des industries alimentaires céréalières et dérivée. Moulin des oasis.

FAO : l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture 2022.

FAO : l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture 2020.

FAO : l'organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture 2021.

Feuillet (2000). Le grain de blé composition et utilisation .Ed: INRA. Paris. P308.

Feuillet (2000). Le grain de blé composition et utilisation. ED:INRA. Paris.p75.

Feuillet P. (2000). Le grain de blé. Paris, INRA, PP 17-43.

Feuillet P. (2000). "Le grain de blé : composition et utilisation alimentaire : céréales et produits céréaliers. Ed. AFNOR.

Feuillet p. (2000). Le grain de blé: composition et utilisation. Ed. INRA. Paris, pp. 11-308.

Fould S. (1988). Levure et panification. Ed : Nathan-Communication .Paris P75.

Frat. et Stéphane. (2005). Les nouvelles de la boulangerie et la pâtisserie. Ed."Les Talemeliers".15p p/l.

Godon (1991).Composition biochimique des céréales In les industries de première transformation des céréales» Ed :Tec et Doc, Lavoisier, paris1-19p.

Godon . et Loisel. (1998). Les industries de première transformation des céréales Ed. Tec et

Godon B. (1982). Valeur meunière et boulangère des blés tendres et de leursfarines. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés: céréales,oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux/coordonnateur, JL Multon; preface,E. David.

Godon B. (1991). Biotransformation des produits céréaliers. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp : 123.- 110.

Références bibliographique

Godon B. (1995). Le pain. Pour la science. Dossier hors-série de mars (science et gastronomie), p.p.16-25.

Godon B. et Willim C. (1990). Les industries de première transformation des céréales, Technique et documentation, Lavoisier, Paris.

Godon B. et Willim C. (1991). Les industries de 1er transformation des céréales. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp:76-99.

Godon B. et Willim C. (1998). "Les industries de première transformation des céréales."

Hamel L. (2010). Appréciation de la variabilité génétique de blé dur et des blés apparente par les marqueurs biochimiques. Thèse magistère, PP 14,15.

Hook S. C. W., Bone G. T. et Fearn T. (1982). The conditioning of wheat. An investigation into the Conditioning Requirements of Canadian Western Red Spring N°1, J. Sci. Food Agric. 33, 663-670.

Husain A. H. (2011). The Scientific Book of Grain Processing. AldarAljamiea for Translating Publishing and Distribution, Baghdad. p. 113.

ISO 16649-2 (2001). Méthode horizontale pour le dénombrement des *Escherichia coli* β -glucuronidase positive. Partie 2 : Technique de comptage des colonies à 44 °C au moyen de 5-bromo-4-chloro-3-indolyl β -D-glucurona.

ISO 27971 (2008). Détermination des propriétés alvéographiques d'une pâte à hydratation constante de farine industrielle ou d'essai et méthodologie pour la mouture d'essai.

ISO 5531. (1978). Détermination de gluten humide.

ISO 6645. (1981). Détermination de gluten sec.

ISO 712. (1998). Détermination de taux d'humidité.

ISO 7698 (1990). Dénombrement des bactéries, levures et moisissures.

ISO 7971-1. (2009). Détermination de poids spécifique.

Références bibliographique

ISO2171. (2007). Détermination de taux de cendre.

ISO3093. (2004). Farine de blé tendre, détermination de l'indice de chute selon Hagberg-penten. Ed: Organisation mondiale de normalisation.

ISO5530;NF487. (1997). L'alvéographe Chopin.

ISO712. (2009). Détermination de taux d'humidité.

ISO7305. (1998). Détermination d'acidité grasse.

ISO7305. (2019). Détermination d'acidité grasse.

ITGC. (2006). Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et avoine) Première édition. Réalisation ECRIE-Alger.P154.

Jeant R., Croguennec T., Schuck P., Brulé G.et Coord. (2006). Science des aliments: Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produits. Ed .Tec et Doc Lavoisier, Paris.453P.

JORA (1991). Décret exécutif n° 91-572 du 24 Joumada Ethania 1412 correspondant au 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain (JO N°02 du 08 Janvier 1992, P43).

JORA (2017). Journal Officiel de la République Algérien N° 39 du 08 Chaoual 1438 correspondant au 02 juillet 2017.

Kara K. (2015). Interactions génotype-milieu de variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L) sous stress hydrique. *The.Doc.* Univ. Mentouri Constantine. : 4 – 40.

Khelil A. et kasmi N. (2023). Mémoire étude des aptitudes technologiques des farines commercialisées dans la ville de Tiaret. P28.

Kiger J.L. et Kiger J.G. (1967). Technique moderne de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale, les produits de régimes. Ed. DUNOD. Paris. 676 P.

Références bibliographique

Kong L. and Baik B.K. (2016). Degree of starchy endosperm separation from bran as a milling quality trait of wheat grain. *Journal of Cereal Science*, 69, pp. 49-56

Kweon M., Martin R., Souza E., 2009, Effect of tempering conditions on.

Kumari S., Guleria P., Dangi N. (2015). Cereal Based Beverages and Fermented Food: A review. *International Journal of Enhanced Research in Science, Technology and Engineering*, 4: 2319-7463.

Laabidi O. Etude Rhéologique et Microbiologique d'une Farine Traitée par Irradiation TUNIS 2007.

Lecoq R. (1965). Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome 1. Edit DOIN. DEREN et CIE, Paris, 938 p.

Mahaut B. (1996). Comment évalue-t-on la qualité d'un blé dur?, In In colloque "perspectives blé dur". Ed. ONIC, ITCF. France, pp.29-31.

Mohtadji L. (1989). L'aliment Ed: Molin, paris,200-203p.

Montessinos F. (2003). Le blé: composition, culture, économiques. Technoboulanges P1-6.

NA 1176(1994) ; ISO7970. Détermination de l'indice de chute.

NA 735(1990). Détermination de teneur en eau.

NA731. (2013). Détermination de poids de mille grains.

Norme AFNOR NF V03-716 de janvier 2001. Farine de blé tendre – essai de panification de type pain français.

OCDE : Organisation de coopération et de développement économique 2020.

Ounane G., Cuq B., Abecassis J., Yesli A. & Ounane S.M. (2006). Effects of physiological characteristics and lipid distribution in Algerian durum wheat

Peterson C.J., JOHNSON V.A., and MATTERN P.G.(1986). Influence of cultivar and environment on mineral and protein concentrations of wheat, *Cereal Chem.*, 63: 183-188

Références bibliographique

Proctor D.L. (1995). Techniques d'emmagasinage des grains: Evolution et tendance dans les pays en développement. Ed. Food et agriculture, Rome. 265P.

Regnier S., Holcomb R. and Rayas-Duarte P. (2004). Relating Wheat Quality to End-Product Quality, Food Technology Fact Sheet, Oklahoma State University, FAPC 129.1-129.3.

Rémesy C., et Leenhardt F.(2007). Le développement d'une nouvelle gamme de pains de haute valeur nutritionnelle. INRA, unité de nutrition humaine, centre de Clermont-Ferrand. P12.

Remil A. (2018). Etude électrophorétique et physicochimique de quelques variétés de blé et des produits à base de blé consommés dans l'ouest Algérien. Recherche des protéines inductrices de la maladie cœliaque. The. Doc. Univ. SIDI BEL ABBES .16-18.

Romain J., Thomas C., pierre S et Gerard B. (2007). Science des aliments : biochimie-microbiologie-procédés-produits. Lavoisier, Paris, p 449.

Roussel P. (1997), Test de panification. In : guide de pratique d'analyses dans les industries des céréales, 607-619. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris, 2eme edition.

Roussel P., Chiron H., Della V., et Ndiaye A. (2010). Glossaire terminologique appliqué au pain français.

Roussel et Autran. (1979). Qualité des blés tendres.

Sadli F et al. (2000). Qualités des blés en Algérie. Etat actuel et perspectives. OAIC d'Alger. Pp: 257-260.

semolinas on the technological quality of couscous. Cereal Chemistry, 83: 377-384.

Shewry P.R., Tattham A.S., Lazzeri P., (1997). Biotechnology of wheat gluten. J. Sci. Food Agric., vol. 73, p.p. 397-406.

Taudeau A. (2004). Solution technique, défauts de développement. Toque Magazine, 25 p Tec et Doc, Lavoisier, Paris.

Références bibliographique

Tazerot C. Youyou S. (2009). Etude de quelques facteurs influençant l'évolution de la fraction lipidique et de l'activité lipoxygénasique d'une pâte de farine de blé tendre au cours du pétrissage : vitesse et durée de pétrissage, ajout de farine de soja. Mémoire d'ingénieur. Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Alger. (114p).

Topin D.J. et Radjai F. (2007). Modélisation mécanique de la friabilité du blé. France. pl. Agriculture and Agricultural Science Procedia 7 : 309-312.

Warechowska M., Markowska A., Warechowski J., Mis A. et Nawrocka A. (2016). Effect of moisture of wheat on grinding energy, middlings and flour distribution, and gluten and dough mixing properties, Journal of Cereal sciences,69, 306-312.

WeindenbornerWeiczorek C., Appel S. et Kunz B., (2000). Wholewheat and white wheatflour – the mycobiota and potential mycotoxins. Food Microbiology, 17 pp. 103-107.

Wibawa G. (1992). Approche par enquête et expérimentation, de l'effet de l'état structural du sol sur la nutrition azoté. Thèse INA.PG, Paris, 235p.

Willm C. (2001). Étude d'un diagramme 200_t/24h pour blé tendre. Industries des céréales N°123 juin/juillet 2001.



ANNEXES

Annexe 01

Pains obtenus à partir des farines analysées



Photo 01 : Pain de farine de
HD 1220



Photo 02 : Pain de farine de
Importé



Photo 03: Pain de farine
de AinAbid

Annexe 02

Les photos des variétés des blés tendres analysés



Photo 01: HD 1200



Photo 02: Ain Abid



Photo 03 : Importé

Annexe 03

Appareillage de laboratoire



Photo 01: Jeu des tamis pour l'agrégé.



Photo 02: Nilmalitre (chopin).



Photo 03: Broyeur.



Photo 04: Moulin d'essai.



Photo 05: Appareil sur la mouture intégral.



Photo 06: Four à moufle réglable à 900°C.



Photo 07: Balance mono plateau ± 0.1 g



Photo 08: Glutork



Photo 09: Alvéographe Chopin



**Photo 10: Etuve isotherme
réglable à 130°C**

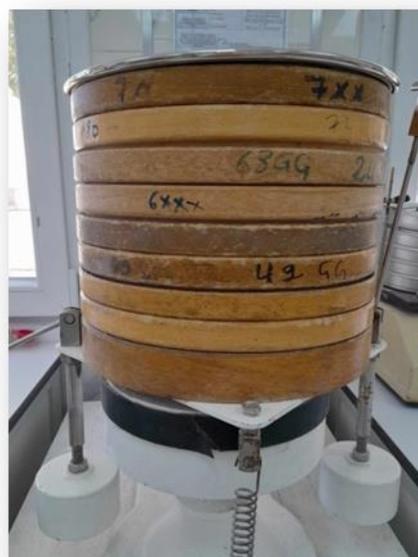


Photo 11: Tamiseur



Photo 12: Plaque chauffante



Photo 13: Falling number
(Alvéolink)



Photo 14: Bain marie à 45°C
± 0,5°C



Photo 15: Dessiccateur



Photo 16: Centrifugeuse à une accélération de 2000g.



Photo 17: Etuve réglable à $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et à $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Annexe 04

Les tableaux de mouture d'essai

Annexe

TABLEAU DE MOUTURE D'ESSAI

Date 19 /02/2024

Blé tendre OAIC

Page 1/1

Mouture effectuée par: Mouture d'essai N°: 03/2024

Quantité mise en mouture: 1022,95 Kg

Date de prélèvement : Du...au...

Provenance :TiaretImporté % H2O Blé sec :11,3%

Point de prélèvement: Camion à la réception

% H2O blé mouillé :15,4%

Temps de repos: 24h

Mouture sur :Moulin d'essai BRABENDER

Étapes de la mouture	Quantité de fractions de mouture (g)	Quantité farine (g)	Quantité farine (%)
1^{er}BROYAGE			
Son+ Semoule	717,50		28,9%
Farine	291,4	291,4	
Tamissage (15mn sur 60xx+ 7xx)			
Son	257,3		
Semoule	265,1		
Farine	192,1	192,1	19,0%
Total	1008,9	483,5	47,9%
2^{ème}BROYAGE			
Semoule	225,3		
Farine	39,2	39,2	3,9%
Tamissage (20mn sur 6mét + 7xx)			
Semoule	173,1		
Farine	51,4	51,4	5,1%
Total	1008,9	90,6	9,0%
3^{ème}BROYAGE			
Semoule	151,4		
Farine	20,7	20,7	2,1 %
Tamissage (05mn sur 6mét + 7 xx)			
Semoule	137,4		
Farine	12,2	12,2	1,2 %
Total	1008,9	32,9	3,3
Extraction total		607	60,2
Rendement/ Blé mise mouture			59,0
Perte à la mouture en (poids& rendement)	-1,4		-1,2

Annexe

TABLEAU DE MOUTURE D'ESSAI

Date 20 /02/2024

Blé tendre OAIC

Page 1/1

Mouture effectuée par

Mouture d'essai N° :02/2024

Quantité mis en mouture 1031,31

Date de prélèvement : Du... au...

Provenance: Tiaret Ain Abid

% H2O Blé sec :10,9%

Point de prélèvement :Camion à la réception

% H2O blé mouillé :14,84%

Temps de repos 24h

Mouture sur : Moulin d'essai BRABENDER

Etapes de la mouture	Quantité de fractions de mouture (g)	Quantité farine (g)	Quantité farine (%)
1^{er}BROYAGE			
Son+ Semoule	744,1		
Farine	279,13	279,13	27,3%
Tamissage ; (15mn sur 60xx+ 7xx)			
Son	257,85		
Semoule	292,05		
Farine	87,96	87,96	8,6%
Total	1023,2	367,09	35,9 %
2^{ème}BROYAGE			
Semoule	388,86		
Farine	43,68	43,68	4,3%
Tamissage (20mn sur 6mét + 7xx)			
Semoule	200,63		
Farine	46,68	46,68	4,6%
Total	1023,2	90,36	9 %
3^{ème}BROYAGE			
Semoule	173,11		
Farine	27,80	27,80	2,7%
Tamissage (05mn sur 6mét + 7 xx)			
Semoule	159,41		
Farine	13,19	13,19	1,3%
Total	1023,2	40,99	4 %
Extraction total		498,44	48,9
Rendement/ Blé mis en mouture			48,3
Perte à la mouture en (poids& rendement)	-0,8		-0,6

TABLEAU DE MOUTURE D'ESSAI

Date 21 /02/2024

Blé tendre OAIC

Page 1/1

Mouture effectuée par

Mouture d'essai N° : 01/2024

Quantité mis en mouture 1039.24

Date de prélèvement : Du...au...

Provenance: Tiaret HD1220 % H2O Blé sec :11,3%

Point de prélèvement :Camion à la réception

% H2O blé mouillé :15,4%

Temps de repos 24h

Mouture sur : Moulin d'essai BRABENDER

Etapes de la mouture	Quantité de fractions de mouture (g)	Quantité farine (g)	Quantité farine (%)
1^{er} BROYAGE			
Son+ Semoule	747,62		
Farine	277,00	277	27%
Tamisage (15mn sur 60xx+ 7xx)			
Son	246,81		
Semoule	323,37		
Farine	175,08	175,08	17,08%
Total	1024,62	452,08	44,01 %
2^{ème} BROYAGE			
Semoule	268,09		
Farine	55,47	55,5	5,41%
Tamisage (20mn sur 6mét + 7xx)			
Semoule	212,35		
Farine	54,25	54,25	5,29 %
Total	1024,62	109,75	10,70%
3^{ème} BROYAGE			
Semoule	177,89		
Farine	33,93	33,93	3,31%
Tamisage (05mn sur 6mét + 7 xx)			
Semoule	162,90		
Farine	14,71	14,71	1,43%
Total	1024,62	48,64	4,14%
Extraction total		610,47	59,54
Rendement/ Blé mis en mouture			58,7
Perte à la mouture en (poids& rendement)	-1,4		-0,8

Annexe 05

Résultats microbiologiques de dénombrement d'*Escherichia coli* et des moisissures

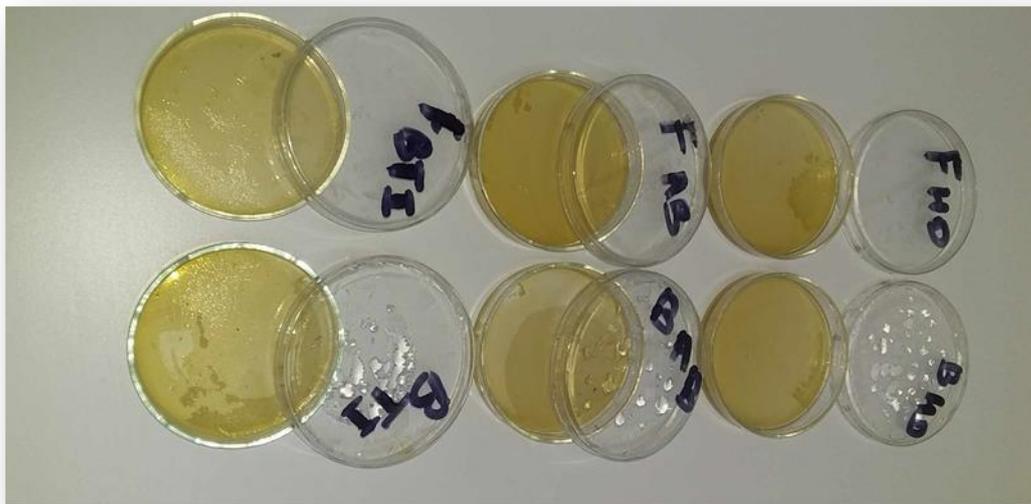


Photo 01: Résultats d' *E. coli*



Photo 02: Résultats des moisissures

Annexe 06

Alvéogrammes des farines analysées



Photo 01 : Alvéogramme de Farine Ain Abid

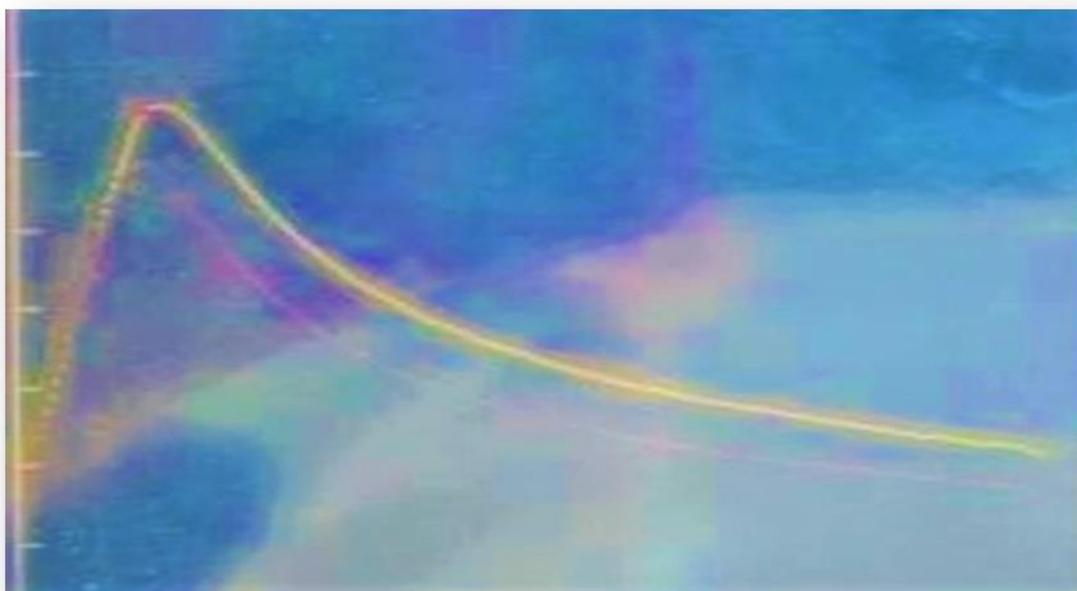


Photo 02: Alvéogramme de Farine Importé



Photo 03: Alvéogramme de Farine HD1220

Annexe 07

Tableau d'addition d'eau au pétrissage de l'essai alvéographique

Teneur en eau de la farine en %	Volume à ajouter en ml	Teneur en eau de la farine en %	Volume à ajouter en ml	Teneur en eau de la farine en %	Volume à ajouter en ml
8,0	156,1	12,0	138,3	16,0	120,6
8,2	155,2	12,2	137,5	16,2	119,7
8,4	154,4	12,4	136,6	16,4	118,8
8,6	153,5	12,6	135,7	16,6	117,9
8,8	152,6	12,8	134,8	16,8	117,0
9,0	151,7	13,0	133,9	17,0	116,1
9,2	150,8	13,2	133,0	17,2	115,2
9,4	149,9	13,4	132,1	17,4	114,3
9,6	149,0	13,6	131,2	17,6	113,4
9,8	148,1	13,8	130,3	17,8	112,5
10,0	147,2	14,0	129,4	18,0	111,7
10,2	146,3	14,2	128,6	18,2	110,8
10,4	145,5	14,4	127,7	18,4	109,9
10,6	144,6	14,6	126,8	18,6	109,0
10,8	143,7	14,8	125,9	18,8	108,1
11,0	142,8	15,0	125,0	19,0	107,2
11,2	141,9	15,2	124,1	19,2	106,3
11,4	141,0	15,4	123,2	19,4	105,4
11,6	140,1	15,6	122,3	19,6	104,5
11,8	139,2	15,8	121,4	19,8	103,7

Résumé

Ce travail vise à évaluer la qualité technologique de trois variétés de blé tendre cultivées dans la région de Tiaret. Pour atteindre cet objectif, nous avons procédé à des analyses physico-chimiques (Agréage, Poids spécifique, Poids de mille grains, Teneur en eau, Taux de cendres, Taux d'acidité grasse.), technologiques (Taux de gluten humide et sec), rhéologiques et microbiologiques (Recherche et dénombrement d'Escherichia coli et moisissures) au niveau des moulins de Mahdia et du CCLS de Tiaret.

Les résultats ont montré que le blé tendre et la farine étaient globalement conformes aux normes algériennes.

En revanche, les variétés HD1220, Ain Abid et Importé ont toutes un bon pouvoir de pétrissage, et toutes sont capables de faire du pain.

Les résultats obtenus dans cette étude ont confirmé que la qualité d'un blé est influencée par divers facteurs physicochimiques et technologiques, qui ont un impact sur les caractéristiques de la farine et, par conséquent, sur le produit fini.

Mots clés

Variété, blé tendre, qualité, pain, valeur meunière

المخلص

يهدف هذا العمل إلى تقييم الجودة التكنولوجية لثلاثة أنواع من القمح اللين المزروع في ولاية تيارت. لتحقيق هذا الهدف، قمنا بإجراء تحاليل فيزيائية كيميائية (الفرز، الوزن النوعي، وزن ألف حبة، محتوى الماء، نسبة الرماد، نسبة الحموضة الدهنية)، تكنولوجية (نسبة الجلوتين الرطب والجاف)، رولوجية وميكروبيولوجية (البحث والتعداد لبكتيريا الإشريكية القولونية والعفن) في مطاحن المحيطة و CCLS تيارت.

أظهرت النتائج أن القمح اللين والدقيق عموماً يتوافقان مع المعايير الجزائرية.

من ناحية أخرى، أظهرت اصناف HD1220 ، عين عبيد، والمستوردة جميعها قوة عجين جيدة، وجميعها قادرة على صنع الخبز.

تؤكد النتائج التي تم الحصول عليها في هذه الدراسة أن جودة الجهاز تتأثر بعوامل فيزيائية وتكنولوجية مختلفة تؤثر على خصائص السطح وبالتالي على المنتج النهائي.

الكلمات المفتاحية : صنف، قمح لين، جودة، خبز، قيمة الطحن

Abstrat

This work aims to evaluate the technological quality of three varieties of soft wheat grown in the state of Tiaret. To achieve this goal, we conducted physicochemical (Grade, Specific weight, Weight of a thousand grains, Water content, Rate ash, Fatty acidity rate), technological (Moist gluten rat and dry), rheological and microbiological (Search and enumeration of Escherichia coli and molds) analyses at the Mahdia and CCLS Tiaret mills.

The results showed that soft wheat and flour generally conformed to Algerian standards.

On the other hand, the HD1220, Ain Abid, and Importé brands all have good kneading power, and all of them are capable of making bread.

The results obtained in this study confirm that the quality of the device is influenced by various physical and technological factors that have an impact on the surface characteristics and, consequently, on the product.

Keywords

Variety, soft wheat, quality, bread, milling value