

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 Nutrition et Technologie Agro Alimentaire



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 :

M<sup>lle</sup> Barmati Chaimaa  
M<sup>lle</sup> Derraoui Chaimaa  
M<sup>lle</sup> Saioualdih Meriem

*Thème*

**Etude de la qualité nutritionnelle et sensorielle du pain  
produit à partir du mélange de farine de blé tendre et  
du blé dur fermenté par la méthode traditionnelle**

Soutenu publiquement le .....

**Jury:**

**President:** Mr Acem. K

**Encadrant:** Mme Mokhtari. S

**Examineur 1:** Mr Abbes. M

**Grade**

Professeur Université Ibn Khaldoun-Tiaret

MAA Université Ibn Khaldoun-Tiaret

MCA Université Ibn Khaldoun-Tiaret

**Année universitaire 2020-2021**

# Remerciement

*Avant tout nous remercions "Allah" le tout puissant qui nous a donné le courage, la volonté et la force pour accomplir ce modeste travail.*

*Nous exprimons mes vifs remerciements notre encadreur: **Mm MOKHTARIS** Maitre assistant d'avoir accepté la charge d'être directrice de ce mémoire, pour sa disponibilité, ses pertinents conseils, sa patience et pour les efforts qu'il a consenti durant la réalisation de ce mémoire, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.*

*Après, les Remerciements sont pour le jury : Monsieur Acem et Monsieur Abbes*

*N'oublie pas de remercier nos enseignants ainsi les ingénieurs de département Nutrition et Technologie Agroalimentaire contrôle de qualité pour leur renseignement au cours la durée de l'étude dans l'université.*

*Nous remercions les techniciens responsables de laboratoire de technologie alimentaire et de laboratoire microbiologie de la faculté S.N.V et les techniciens responsables de laboratoire des Grand moulins de Mahdia qui nous ont beaucoup aidées à réaliser ce travail dans des bonnes conditions.*

*Enfin, Nous adressons nos sincères remerciements à toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à nos questions durant nos recherches.*

## **Dédicace**

*A l'aide de dieu tout puissant, qui m'a tracé le chemin de ma vie*

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :*

*A celui qui a été toujours Mon support dans cette vie, celui qui me donne le courage éclatant pour continuer à chaque fois que j'ai l'impression de reculer mes parents que DIEU vous protège.*

*A mes chères sœurs: Hadjer, Soria et Kawther*

*à mon trinôme: Meriem et chaimaa*

*A mes chers amis « Merci pour tous les moments qu'on a passé ensemble et pour tous les souvenirs »*

*A toutes la promotion pour ces années passées ensemble, dans les meilleurs moments comme dans les pires*

*A toutes personnes qui ont participé à la réalisation de ce mémoire.*

**B. Chaimaa**



## **Dédicace**

*Je dédie ce travail:*

*A Mon cher papa, Monsieur **DERRAOUI ABDELKADER**, qui a toujours cru en moi a mis ma des dispositions tous les moyens nécessaires pour que je réussisse dans mes études.*

*A Ma chère mère, **SALIMA** , que je ne cesse de remercier pour tout ce qu'elle m'a donné, Elle m'a supporté 9 mois dans son ventre et a fait de moi la femme que je suis aujourd'hui, Que dieu la récompense pour tous ces bienfaits.*

*A mes frères Seif Eddine et Salim*

*A mon trinôme et mes chères amies Meriem et Chaimaa*

*A mes chères amies Sihem, Amel, Sabrina, Fatima*

*A toute ma famille*

*A tous nos enseignants*

**D. Chaimaã**



## **Dédicace**

*Avant tout je remercie Dieu le tout puissant et miséricordieux de m'avoir donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*A la lumière de mes yeux, l'ombre de mes pas et le bonheur de ma vie ma mère **HADJIRA** qui ma apporté son appui durant toutes mes années d'étude, pour son sacrifice et soutien qui m'ont donné confiance, courage et sécurité*

*A mon cher père **ABDALLAH** le grand homme, école de mon enfance qui a été mon ombre durant toute les années des études, et qui a veillé tout au long de m'a vie à m'encourager, a me donne l'aide et à me protéger .Je les remercie du fond du cœur d'être présents pour moi*

*A toute la famille **SAIOUALDIH** et **YAHMI***

*Mes sœurs que ma mère n'a pas mises au monde :*

*chaimaa hor, fatima et nabila kaabour*

*A mon trinôme et mes chères amies **Derraoui chaimaa** et **Barmati chaimaa***

*À tous mes amis sans exception, et en particulier: **sabrina, amel , sihem et fatima.B***

*A tous mes amis de l'université de tiaret avec lesquels j'ai eu de bons souvenirs.*

*Que le Dieules gardent et les protègent.*

**S. Meriem**



## Résumé

Notre travail a pour but d'étudier la qualité microbiologique, nutritionnelle et sensorielle d'un pain fabriqué avec un mélange de farine panifiable et farine de blé dur fermenté par la méthode traditionnelle « Matmora ». Avec différentes proportions: 10%: 90%, 20%: 80%, 30%: 70%, 40%: 60%, 50%: 50% et 100%.

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que la farine de blé fermenté a un taux élevé en humidité, cependant, il y a certains paramètres qui sont faibles tels que: acidité, cendres, pH, poids spécifique et poids de mille grains et une dégradation de gluten a été observée aussi.

Au cours de notre travail le suivi de la fermentation des pâtes enrichies en farine de blé fermenté nous a permis de constater que leur développement diminue au fur et à mesure de l'incorporation de la farine de blé fermenté.

Les essais de panification ont montré que l'ajout de la farine de blé fermenté au mélange de pain à un niveau de 10%, 20%, 30% n'a pas une incidence négative sur la qualité du pain mais au-delà de 30%, une influence négative sur la qualité globale du pain plus particulièrement sur le volume et la densité ont été observées. Du point de vue organoleptique et sensorielle des pains à montré que l'addition de 10%, 20%, 30% de la farine de blé fermenté, n'entraîne pas un changement dans le goût et l'odeur des pains tandis que les pains enrichis à 40%, 50%, et 100% conduisent à un changement des caractéristiques organoleptiques et visuelles et affectent l'acceptabilité de ces pains par les dégustateurs.

Les résultats microbiologiques ont montré l'abondance de la flore de fermentation (moisissures et levures) dans la farine de blé fermenté, mais avec une qualité microbiologique satisfaisante, acceptable par rapport à la farine panifiable.

De manière générale, cette étude nous démontre que l'ajout de la farine de blé fermenté à une formulation de pain est réalisable, et cet ajout crée des nouvelles possibilités pour développer un pain de qualité nutritionnelle, fonctionnelle répondant aux besoins diététiques des consommateurs.

**Mots clés:** Farine de blé dur fermenté, farine panifiable, pain, qualité nutritionnelle, qualité microbiologique.

## **Abstract**

Our work aims to study the microbiological, nutritional and sensory quality of a bread made with a mixture of bread flour and durum wheat flour fermented by the traditional method "Matmora". With different proportions: 10%: 90%, 20%: 80%, 30%: 70%, 40%: 60%, 50%: 50% and 100% . The results of physicochemical analysis showed that the fermented wheat flour has high moisture content, however, there are some parameters that are low such as: acidity, ash, pH, specific weight and weight of a thousand grains and gluten degradation was observed. During our work, the monitoring of the fermentation of pasta enriched with fermented wheat flour has allowed us to observe that their development decreases as the incorporation of fermented wheat flour

The bread-making tests showed that the addition of fermented wheat flour to the bread mixture at a level of 10%, 20%, 30% does not have a negative impact on the quality of the bread, but beyond 30%, a negative influence on the overall quality of the bread, particularly on the volume and density, was observed. From the organoleptic and sensory point of view, it was found that the addition of 10%, 20%, 30% of fermented wheat flour does not lead to a change in the taste and smell of the breads while the breads enriched with 40%, 50%, and 100% lead to a change in the organoleptic and visual characteristics and affect the acceptability of these breads by the tasters

The microbiological results showed the abundance of fermentation flora (molds and yeasts) in the fermented wheat flour, but with satisfactory microbiological quality, acceptable compared to bread flour.

In general, this study we demonstrate that the addition of fermented wheat flour to a bread formulation is feasible, and this addition creates new possibilities to develop a bread of nutritional quality, functional meeting the dietary needs of consumers .

**Key words:** Fermented durum wheat flour, bread flour, bread, nutritional quality, microbiological quality

## الملخص

يهدف عملنا إلى دراسة نوعية الخبز المجهري والتغذوي والحسي المصنوع بخليط من دقيق الخبز ودقيق القمح الدوروم المخمر بطريقة "ماتورا" التقليدية. ومع اختلاف النسب: 10%:90% ، و20%:80% ، و30%:70% ، و40%:60% ، و50%:50% ، و100%.

ويهدف عملنا إلى دراسة نوعية الخبز المجهري والتغذوي والحسي المصنوع بخليط من دقيق الخبز ودقيق القمح الدوروم المخمر بطريقة "ماتورا" التقليدية. ومع اختلاف النسب: 10%:90% ، و20%:80% ، و30%:70% ، و40%:60% ، و50%:50% ، و100%.

وأظهرت نتائج التحاليل الفيزيائية الكيميائية أن دقيق القمح المخمر يحتوي على رطوبة عالية ، ولكن هناك بعض البارامترات المنخفضة مثل: الحموضة ، والرمد ، والأس الهيدروجيني ، والوزن المحدد لألف حبة ، ومعدل صفر للغلوتين.

وخلال عملنا ، مكنتنا متابعة تخمير المعكرونة المخصبة بدقيق القمح المخمر من أن نرى أن تطويرها يتناقص مع إدراج دقيق القمح المخمر.

ولقد أظهرت تجارب صناعة الخبز أن إضافة دقيق القمح المخمر إلى خليط الخبز عند مستوى 10% ، و20% ، و30% لا يؤثر سلباً على نوعية الخبز بنسبة تتجاوز 30% ، ولقد لوحظ تأثير سلبي على نوعية الخبز الإجمالية ، وخاصة على الحجم والكثافة. من وجهة النظر العضوية والحسية للخبز أظهرت أن إضافة 10% ، و20 في المائة ، و30 في المائة من دقيق القمح المخمر ، لا يسبب تغييراً في طعم ورائحة الخبز بينما يثرى الخبز إلى 40 في المائة ، و50% ، و100% تؤدي إلى تغيير في الخصائص العضوية والبصرية وتؤثر على قبول هذه الخيوط من قبل المصابين.

وأظهرت النتائج الميكروبيولوجية وفرة النباتات التخمرية (القالب والخميرة) في دقيق القمح المخمر ، ولكن بنوعية ميكروبيولوجية مرضية ، ومقبولة مقارنة بدقيق الخبز.

بشكل عام ، تبين هذه الدراسة أن إضافة دقيق القمح المخمر إلى صناعة الخبز أمر ممكن ، وتتيح هذه الإضافات إمكانيات جديدة لتطوير خبز ذي نوعية مغذية ، يعمل لتلبية الاحتياجات الغذائية للمستهلكين.

**الكلمات الدالة:** دقيق القمح الصلب المخمر ، دقيق الخبز ، الجودة التغذوية ، الجودة الميكروبيولوجية

## Liste de abréviation

**H<sub>2</sub>O**: Eau.

**%**: Pour cent.

**Hcl**: Chlorure d'hydrogène.

**H** : Humidité

**GB** grains brisés.

**JORAN**: Journal Official.

**KI** : Iodure de potassium.

**KOH** : Hydroxyde de potassium.

**FMAT**: Flore Mésophile Aérobie Totale.

**pH**: Potentiel d'Hydrogène.

**PMG** : Poids de Mille Grains

**Phl** : Poids à l'hectolitre

**°C**: Degré Celsius.

**min**: Minute.

**ml**: Millilitre.

**MM** : Matière minérale

**MO** : Matière organique

**MS** : Matière sèche

**NaOH**: Hydroxyde de sodium.

**O<sub>2</sub>**: Oxygène.

**µl**: Microlitre

**tr / min**: Tourne par Minute.

**SP** : Poids Spécifique.

**T°**: Température.

**PCA**: Plate Count Agar.

**VRBG** : Gélose Glucose Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre

**UFC/ml**: Unité Faisant Colonie

## Liste de figure

Figure 1 Réduction de l'échantillon par la méthode du cône .....	6
Figure 2: Recherche des impuretés .....	8
Figure 3: Schéma du mode opératoire pour la détermination des impuretés .....	9
Figure 4: procédés de panification avec l'ajout de la farine de blé dur fermenté	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Figure 5: Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales .....	18
Figure 6: Taux d'impuretés dans l'échantillon du blé fermenté .....	23
Figure 7: Poids de 1000 grains et poids d'hectolitre de la farine de blé fermenté .....	23
Figure 8: Teneur en eau et la matière sèche du l'échantillon du blé fermenté.....	24
Figure 9: Détermination du pH et de l'acidité grasse de la farine de blé fermenté.....	25
Figure 10: Taux de cendre et taux de matière organique de la farine de blé fermenté .....	25
Figure 11: composition du pain P1 90:10 .....	26
Figure 12: composition du pain P2 80:20 .....	26
Figure 13: composition du pain P3 70 :30 .....	27
Figure 14: composition du pain P460 : 40 .....	27
Figure 15: composition du pain P5 50:50 .....	27
Figure 16: composition du pain P6 100% FBF.....	28
Figure 17: composition du pain P7 FP .....	28
Figure 18: Essai de panification .....	29
Figure 19: Résultat des analyses sensorielles du pain en pourcentage .....	30
Figure 20: Isolement des levures et moisissures sur Sabouraud.....	31

## **Liste des tableaux**

Tableau 01: Produits et Réactifs utilisés .....	4
Tableau 2: Les paramètres physico-chimiques de la farine panifiable FTC50 .....	5
Tableau 3: Les concentrations de la farine de blé fermenté et la farine panifiable .....	14
Tableau 4: Les ingrédients nécessaires pour la préparation des pâtons .....	14
Tableau 5 caractéristique morphologiques de blé fermenté « El-Hammoum » .....	22
Tableau 6: Résultats de taux des impuretés de blé fermenté FBF.....	22
Tableau 7: Résultats des analyses technologiques de la farine de blé fermenté FBF .....	23
Tableau 8: Paramètres physicochimique, biochimiques de la farine de blé fermenté FBF .....	24

## Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Résumé**

**ملخص**

**Liste de abréviation**

**Liste de figure**

**Liste des tableaux**

**Sommaire**

**Introduction ..... 1**

### **Matériels et Méthodes**

1. Objectifs de l'étude .....	4
2. Lieu et période de l'étude .....	4
3. Matériel et méthodes .....	4
3.1. Réactifs chimiques et appareillage .....	4
3.2. La matière végétale .....	5
3.3. La farine .....	5
3.4. La levure.....	5
3.5. Le sel .....	5
3.6. L'eau.....	5
4. Evaluation de la qualité physicochimique, des grains de blé fermenté .....	6
4.1. Préparation de l'échantillon.....	6
4.2. Les caractéristiques morphologiques des grains de blé fermenté.....	6
4.3. Taux d'impuretés (ISO7970: 2000).....	6
4.4. Poids de mille grains (AOAC, 2002) .....	10
4.5. Poids à l'hectolitre (AOAC, 2002).....	10
5. Evaluation de la qualité physicochimique, biochimiques de la farine retenue de blé fermenté	11
5.1. L'humidité et la matière sèche (AOAC, 2002) .....	11
5.2. PH (AOAC, 2002).....	12
5.3. Mesure de l'acidité grasse (AOAC, 2002) .....	12

5.4.	Taux de cendres (NF V05-113, 1972).....	13
<b>Sommaire</b>		
6.	Panification.....	14
6.1.	Composition du mélange farine de blé fermenté et Farine panifiable.....	14
6.2.	Essai de panification.....	15
6.3.	Jugement des caractéristiques qualitatives, sensorielle des meilleurs pains .....	17
6.3.1.	Jury.....	17
7.	Evaluation de la qualité microbiologiques de la farine retenue de blé fermenté.....	18
7.1.	Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales .....	18
7.2.	Recherche des levures et moisissures.....	18
7.3.	Recherche de la flore mésophile totale.....	19
7.4.	Recherche des staphylocoques à coagulasse positive.....	19
7.5.	Recherche des anaérobies sulfite -réducteurs .....	20
7.6.	Recherche Escherichia coli .....	20

## **Résultats et Discussion**

<b>Résultats .....</b>	<b>22</b>
1. Evaluation de la qualité physicochimique, des grains de blé fermenté.....	22
1.1. Les caractéristiques morphologiques de blé fermenté.....	22
1.2. Taux d'impuretés.....	22
<b>1.3. Poids de mille grains et poids d'hectolitre .....</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2. Evaluation de la qualité physicochimique, biochimiques de la farine retenue de blé fermenté	24
2.1 L'humidité et la matière sèche .....	24
2.3. PH et acidité titrable .....	25
2.4. Taux de cendres.....	25
2.5. Taux de gluten humide et Gluten Sec.....	26
3. Les ingrédients de panification.....	26
3.1. Essai de panification.....	29
4. Jugement des caractéristiques qualitatives, sensorielle des meilleurs pains.....	30
5. Evaluation de la qualité microbiologiques de la farine retenue de blé fermenté.....	31
5.1. Recherche des levures et moisissures.....	31
5.2. Recherche de la flore mésophile totale.....	31
5.3. Recherche des staphylocoques à coagulasse positive.....	31

5.4. Recherche des anaérobies sulfite -réducteurs .....	31
5.6. Recherche Escherichia coli .....	31
<b>Discussion</b> .....	32
1. Evaluation de la qualité physicochimique des grains de blé fermenté.....	32
1.1. Les caractéristiques morphologiques de blé fermenté .....	32
1.2. Taux d'impuretés.....	32
1.3. Poids de mille grains .....	32
1.4. Poids à l'hectolitre.....	33
1.5. Le gluten.....	35
2. Evaluation de la qualité physico-chimique et biochimique de la farine retenue de blé fermenté .....	33
2.1. Teneur en eau et la matière sèche .....	33
2.2. PH et l'acidité grasse .....	34
2.3. Taux de cendres.....	34
3. Panification.....	35
4. Jugement des caractéristiques qualitatives, sensorielle des meilleurs pains .....	37
5. Evaluation de la qualité microbiologiques de la farine retenue de blé fermenté .....	38
<b>Conclusion</b> .....	40
<b>Références bibliographiques</b> .....	42
<b>Annexes</b> .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

# *Introduction*

### **Introduction**

Les céréales sont définies comme des graines amylacées (riches en amidon) pouvant être transformées en farines et semoules à usage alimentaire; le blé est l'espèce la plus représentative.

Les graines céréalières pouvant être considérées depuis des millénaires comme des produits d'intérêt nutritionnel de par leur valeur énergétique, bien qu'elles soient déficientes en acides aminés et vitamines.

Le blé est un constituant important d'une multitude d'aliments que l'on retrouve sur le marché (pain, biscuits, gâteaux, pâtes alimentaires, etc.)

Les produits fermentés à base de céréales présentent actuellement un intérêt scientifique particulier, car ils contribuent aux apports énergétiques et nutritionnels des populations (**Chiron 2003**). Ils sont élaborés à partir d'une variété de céréales donnant naissance à une grande diversité d'aliments à travers le monde (**Chiron 2003**).

Les procédés technologiques de séparation et les opérations fermentaires permettent d'améliorer la valeur nutritionnelle; en effet la fermentation naturelle des bouillies ou pâtes de céréales par les levures et bactéries lactiques assure une augmentation des teneurs en vitamines et acides aminés, une amélioration de la digestibilité et de la qualité microbienne (**Aubert, 1985**). A la différence des baies et des fruits qui peuvent être rapidement consommées en état frais, les céréales peuvent être stockées mais doivent être préparées pour être agréables à consommer (**Jeantet et al., 2006**).

En Algérie, le blé dur fermenté « El-hammoum » est utilisé pour la fabrication du couscous appelé aussi « couscous El-hammoum »; historiquement obtenu après le stockage des grains de blé dur, plusieurs années, dans des silos souterrains « Matmora ». Suite à l'infiltration des eaux de pluie à l'intérieur du « Matmora », le blé inondé ou humidifié avec une fermentation spontanée offre des nouvelles fonctionnalités par la production de saveurs typiques ainsi que des changements de texture et de couleur. « El-hammoum » est un produit alimentaire fermenté séculaire d'Algérie riche en flore bénéfique, en phytonutriments, en substances nutritives et en substances bioactives (**Mokhtari et al 2016; Mokhtari et al., 2020; Mokhtari et al., 2020**).

Le pain et les boissons alcoolisées sont les produits fermentés les plus anciens connus par l'humanité (**Chiron 2003**).

Depuis des siècles, le pain est présent sur la table des riches et des pauvres. La plupart des gens considèrent ceci comme tout à fait naturel; ils ne se rendent pas compte du rôle qu'a joué le pain dans la vie de l'homme (**Buher et al., 1985**). L'apparition de cet aliment céréalier fermenté représente une étape majeure dans l'histoire universelle de l'alimentation (**Chiron 2003**). Depuis plusieurs années, la consommation de pain à base de blé augmente fortement dans de nombreux pays, notamment les pays en voie de développement, en raison de l'augmentation de la population, de l'urbanisation et du changement des habitudes alimentaires. En Algérie, la consommation de pain avoisine les 48 600 000 baguettes/ jour, ce qui place notre pays juste derrière la France et à la 4<sup>e</sup> place en termes de qualité de pain (**Faostat, 2016**).

Notre travail a pour but d'étudier la qualité microbiologique, nutritionnelle et sensorielle d'un pain fabriqué avec un mélange de la farine panifiable et farine du blé dur fermenté par la méthode traditionnelle « Matmora » avec des concentrations croissantes de la farine du blé dur fermenté.

Pour cela, le mémoire est subdivisé:

- ✓ Une introduction générale qui va éclaircir la problématique et l'objectif de notre travail;
- ✓ Une première partie relative à la partie expérimentale présentant le matériel végétal utilisé, les méthodes nécessaires pour les analyses physicochimiques, technologiques et microbiologiques;
- ✓ Une deuxième partie concernant les résultats obtenus, leurs analyses et leurs discussions;
- ✓ Enfin une conclusion générale résume les différents résultats obtenus et les perspectives de ce travail.

# *Matériels et Méthodes*

## 1. Objectifs de l'étude

Cette étude nous a permis d'étudier l'acceptabilité de la supplémentation de la farine de blé dur type fermenté pour la fabrication du pain avec des concentrations croissantes. Sa qualité nutritionnelle et sensorielle a été analysée et sa microflore aussi afin d'apprécier sa qualité microbiologique en terme de microorganismes potentiel pathogènes.

## 2. Lieu et période de l'étude

La partie des analyses physicochimiques, biochimiques et sensorielles a été effectuée au sein de laboratoire de Grands Moulins du Mahdia, La partie microbiologique des échantillons a été réalisée au niveau de laboratoire de microbiologie université de Tiaret. Durant la période Avril - Mai de l'année 2021.

## 3. Matériels et méthodes

### 3.1. Réactifs chimiques et appareillage

Tous les produits chimiques utilisés sont de qualité analytique. Les différents appareils ainsi que les produits utilisés pour chaque analyse sont consignés dans le tableau 1.

**Tableau 01: Produits et réactifs**

<b>Paramètres</b>	<b>Matériel</b>	<b>Réactifs</b>
<b>Détermination du pH</b>	pH-mètre balance analytique agitateur magnétique	
<b>Acidité titrable</b>	Balance analytique Burette Centrifugeuse	Hydroxyde de Sodium NaOH 0,1N Phénolphthaléine, Ethanol 95%
<b>Teneur en eau</b>	Balance analytique Etuve Dessiccateur Capsule	
<b>Cendres</b>	Balance analytique Four à moufle Dessiccateur Creuset	Ethanol
<b>Dosage du gluten humide et du gluten sec</b>	Balance analytique Bol	Eau distillée

<b>Analyses microbiologiques</b>	Balance analytique Incubateur Étuve Microscope optique	Milieux de culture: Sabouraud, PCA, VF, VRBG Eau physiologique Huile d'immersion Colorants de Gram
----------------------------------	---	--

### 3.2. La matière végétale

La matière végétale « blé fermenté » par la méthode traditionnelle « Matmora » utilisée pour notre étude provient de la région de Mascara. L'échantillon a été stocké au réfrigérateur dans un emballage alimentaire à 4 C° jusqu'à l'utilisation.

### 3.3. La farine

Pour les essais de panification, nous avons utilisé de la farine de blé tendre type 50, fournie gratuitement par la minoterie du Mahdia, située à Tiaret. Sous le nom de farine FTC50, conditionnée dans des sacs en papier de 1 kg voir tableau 02.

**Tableau 2:** Les paramètres physico-chimiques de la farine panifiable FTC50.

<b>Echantillon</b>	<b>Poids hectolitre</b>	<b>gluten sec</b>	<b>Gluten humide</b>	<b>Humidité</b>
<b>Farine panifiable FTC50</b>	81 kg/hl	8.9 %	26.7 %	12.7%

### 3.4. La levure

La levure boulangère utilisée comme l'agent levant de la pâte est *Saccharomyces cerevisiae*, conditionnée en paquet de 500g, de la marque VECTORIA.

### 3.5. Le sel

Le sel utilisé dans ce travail, est un sel fin ordinaire de cuisine, iodé, de la marque ROYAL, conditionné dans des sacs de 1kg.

### 3.6. L'eau

L'eau pour la formulation des pâtes est une eau de robinet.

## 4. Evaluation de la qualité physicochimique, des grains de blé fermenté

### 4.1. Préparation de l'échantillon



**Figure 1:** Réduction de l'échantillon par la méthode du cône.

- 1: Echantillon global à réduire: grains brassés et mise en cône;
- 2: Le cône séparé en quatre parties égales; Deux quart apposé sont réunis et mélangé pour former un sous échantillon représentatif (3).
- 3: Le sous échantillon représentatif.

### 4.2. Les caractéristiques morphologiques des grains de blé fermenté

Les caractéristiques physiques de blé fermenté ont été réalisées sur 5 graines prélevées au hasard. Pour les quels sont déterminées:

1. Forme de la graine
2. L'aspect de l'épicarpe
3. La consistance
4. gout
5. Poids de la graine entière
6. Longueur de la graine (cm)
7. Largeur de la graine (cm)

### 4.3. Taux d'impuretés (ISO7970: 2000)

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer, de classer et de peser les différentes impuretés contenues dans un échantillon (Godon et Loisel, 1997).

### **Mode opératoire**

A l'aide d'une balance analytique chaque matière a été pesé: matières étrangères organiques et non organiques, les grains cassés, les autres céréales, des matières, les grains variés, les grains attaqués par les déprédateurs, les grains nuisibles et/ou toxiques et les grains cariés.

### **Expression des résultats**

Les résultats ont été calculés pour chacun des catégories à l'aide des formules

Grains cassés:  $c1 \times c2 \times m6$

Grains échaudés:  $c1 \times c2 \times m13$

Grains avariés:  $c1 \times c2 \times m10$

Grains attaqués par les déprédateurs:  $c1 \times c2 \times m11$

### **Autres céréales:**

$$c1 \times \frac{100}{mx} \times m2 + c1 \times c2 \times m7$$

### **Matières étrangères organiques:**

$$c1 \times \frac{100}{mx} (m3 + m4) + c1 \times c2 (m8 + m9)$$

### **Matières étrangères non organiques:**

$$c1 \times \frac{100}{mx} \times m4 + c1 \times c2 \times m9$$

### **Grains nuisibles et/ou toxiques caries et ergot:**

$$\frac{100}{mw} \times m1 + c1 \frac{100}{mz} + m5 \times c1 \times c2 \times m12$$

Ergot:  $\frac{100}{mw} \times m1$

Où

**C1** est le coefficient après la première division, égal à:  $c1 = \frac{mw-m1}{mw}$ ;

**C2** est le coefficient après la deuxième division, égal à:  $c2 = \frac{100}{mz} \times \frac{my}{mx}$ ;

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

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

**m<sub>y</sub>** est la masse en grammes du refus de tamis de 1.00 mm soit:

$$m_y = mx - (m_2 + m_3 + m_4 + m_5);$$

**m<sub>z</sub>** est la masse en gramme de la partie aliquote obtenu (environ 60g);

**m<sub>1</sub>** est la masse en grammes de l'ergot dans l'échantillon pour essai;

**m<sub>2</sub>** est la masse en grammes des autres céréales retenus par le tamis de 3.55mm;

**m<sub>3</sub>** est la masse en gramme des matières étrangers organiques retenus par le tamis de 3.55mm;

**m<sub>4</sub>** est la masse en grammes des matières étrangers non organiques retenus par le tamis de 3.55mm et de tamis de 1.00mm;

**m<sub>5</sub>** est la masse en gramme des grains nuisibles et/ou toxiques et des grains caries retenus par le tamis 3.55mm;

**m<sub>6</sub>** est la masse en gramme des grains cassés retenus par le tamis de 1.00mm;

**m<sub>7</sub>** est la masse en gramme des autres céréales retenus par le tamis 1.00mm;

**m<sub>8</sub>** est la masse en gramme des matières étrangers organiques retenus par le tamis 1.00mm;

**m<sub>9</sub>** est la masse en gramme des matières étrangers non organiques retenus par le tamis de 1.00mm;

**m<sub>10</sub>** est la masse en grammes des grains avaries retenus par le tamis de 1.00mm;

**m<sub>11</sub>** est la masse en grammes des grains attaqués par déprédateurs retenus par le tamis 1.00mm;

**m<sub>12</sub>** est la masse en grammes des graines nuisibles et/ou toxiques et grains caries retenus par le tamis de 1.00mm;

**m<sub>13</sub>** est la masse en grammes des grains échaudés qui passent a travers le tamis de 1.70mm;



**Figure 2:** Recherche des impuretés

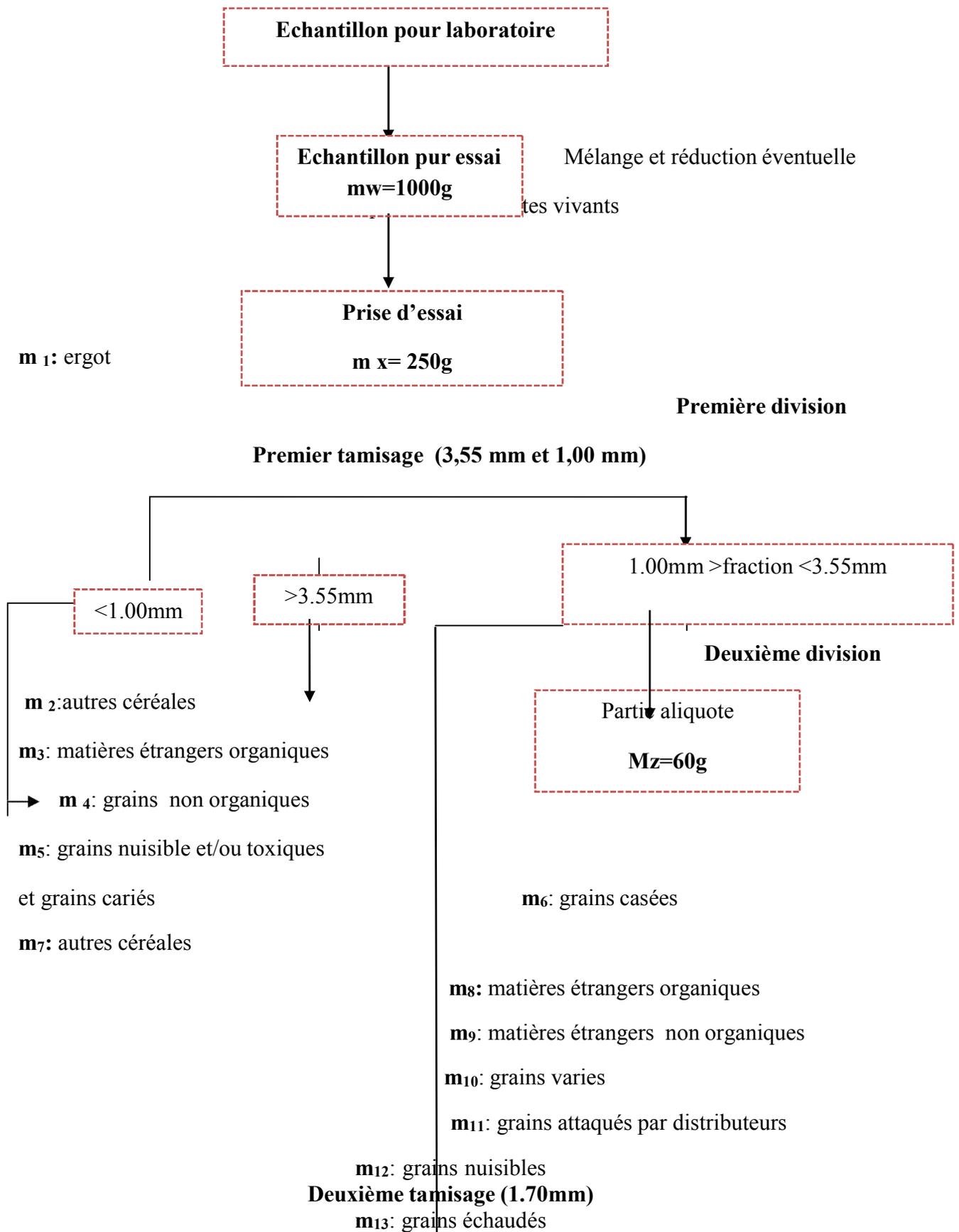


Figure 3: Schéma du mode opératoire pour la détermination des impuretés

#### **4.4. Poids de mille grains (AOAC, 2002)**

Le poids de mille grains (PMG) est la masse mesurée en grammes de 1000 grains choisis au hasard dans un lot. Cette mesure agronomique est un indice de la qualité de la formation des grains. Il constitue une des composantes du rendement de la culture tout en permettant de déterminer si les grains ont été conservés dans de bonnes conditions (**St-Pierre, 2014**).

##### **Mode opératoire**

Mettre dans un bécher 1000 grains choisis au hasard puis faire la peser exacte de ces grains.

##### **Expression des résultats**

Le poids de mille grains est déterminé par la formule suivante:

$$\text{Poids de 1000 grains (g)} = [10 \times P (100 - H)] / N$$

Où

**P:** le poids des grains entiers

**N:** nombre des grains comptés

**H:** Taux de l'humidité de l'échantillon en pourcentage (%)

#### **4.5. Poids à l'hectolitre (AOAC, 2002)**

La masse l'hectolitre, appelée aussi poids à l'hectolitre ou poids spécifique (SP), est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogrammes (**Godon et Loisel, 1997**)

##### **Mode opératoire**

Déterminer la masse de 1 hectolitre, la masse de 100 litres de blé fermenté est déposée dans un Nilimalitre, puis on fait la pesé en gramme, la masse à l'hectolitre déterminée en kg.

##### **Expression des résultats**

Pour déterminer la valeur du PHL, la lecture est faite directement sur l'appareil.

## **5. Evaluation de la qualité physicochimique, biochimiques de la farine retenue de blé fermenté**

### **5.1. L'humidité et la matière sèche (AOAC, 2002)**

C'est une méthode d'étuvage qui consiste à effectuer un séchage d'une prise d'essai de chaque échantillon à une température de  $105 \pm 2$  °C jusqu'à l'obtention d'un poids constant et par la suite on calcule l'humidité de l'échantillon (Gacem et al., 2011).

#### **Mode opératoire**

Dans des capsules vides préalablement séchées à l'étuve durant 15 min à 105 °C, peser 5 g de l'échantillon et les placer dans l'étuve réglée à 103°C pendant 3 heures. Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur, laissé refroidir et peser (JORAN, 2013).

#### **Expression des résultats**

La teneur en eau est exprimée en pourcentage en masse du produit telle qu'elle est donnée par la formule ci-après:

$$\mathbf{H \% = [(m1 - m2) / (m1 - m0)] \times 100}$$

Où :

**m<sub>0</sub>** : est la masse, en grammes, de la capsule.

**m<sub>1</sub>** : est la masse, en grammes, de la capsule et de la prise d'essai avant séchage

**m<sub>2</sub>** : est la masse, en grammes, de la capsule, et de la prise d'essai après séchage

La matière sèche représente toute la composition de l'échantillon sauf l'eau, donc elle est déterminée comme suit: **MS (%) = 100 - (H%)**

Où :

Ms: est la masse de matière sèche

H %: est la teneur en eau

## **5.2. PH (AOAC, 2002)**

### **Mode opératoire**

La mesure du pH est réalisée à l'aide du pH-mètre. Peser 5 g de blé broyé, les écraser à l'aide d'un mortier, puis ajouter 45 ml d'eau distillée, après une heure de repos avec une agitation mécanique et continue pendant 05 minutes pour homogénéiser le mélange, on étalonne l'appareil avec des solutions tampons (pH de 7 et 4). Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et la plonger dans la solution préparée et faire la lecture (**Gacem et al., 2011**).

### **Expression des résultats**

Pour déterminer la valeur du pH, la lecture est faite directement sur l'appareil.

## **5.3. Mesure de l'acidité (AOAC, 2002)**

L'acidité titrable est déterminée par neutralisation de l'acide présent dans une quantité connue (volume et poids) d'échantillon en utilisant une base NaOH (0.1N). L'évaluation se fait par titrage en utilisant le phénol phtaléine comme indicateur de couleur; En parallèle, un essai à blanc a été réalisé dans les mêmes conditions (**JORAN, 2013**).

### **Mode opératoire**

Pour déterminer l'acidité, 5g de blé broyé ont été ajoutés à 30 ml d'éthanol à 95%, le mélange est centrifugé pendant 5min à 6000 trs/min. Après centrifugation, 20 ml de surnageant ont été titrés en présence de 5 gouttes de phénol phtaléine avec une solution de l'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0.05 N jusqu'au virage de la couleur au rose.

### **Expression des résultats**

L'acidité grasse a été déterminée selon la formule suivante:

$$AG=7.35 \times (V1-V0)/m \times 100 /100-H$$

Où:

**V1**: volume de Na OH pour le titrage de l'échantillon

**V0**: volume de Na OH pour le titrage de blanc

**M**: la masse en g de la prise d'essai

**H**: teneur en eau

#### **5.4. Taux de cendres (NF V05-113, 1972)**

La détermination de la teneur en cendres est basée sur la destruction de la matière organique sous l'effet d'une température élevée qui est de 500° C.

##### **Mode opératoire**

Dans une capsule préalablement tarée, peser 3 g de blé fermenté broyé puis les mettre au four à la température de 500° C pendant 5 à 6 heures. Après refroidissement retirer les capsules et prendre leurs poids.

##### **Expression des résultats**

La teneur en matière minérale MM% (les cendres); été déterminée selon la formule suivante:

$$\mathbf{MM\% = Ri \times 100/P \times 100/(100 - H)}$$

Ou

**Ri:** résidu après incinération

**p:** prise d'essai

**H:** humidité %

La teneur en matière organique MO% est donne par la différence suivante:

$$\mathbf{MO\% = (100 - MM\%)}$$

#### **5.5. Taux de du gluten par la méthode manuelle et par Glutomate (Brochoireet al., 2005)**

Pour mesurer la teneur en gluten, on réalise un pâton avec 33 g de farine mélangés à 17 ml d'eau, dans un récipient. Une fois qu'il est homogène, on le malaxe à la main sous un mince filet d'eau. Cette opération est dite de lixiviation. L'eau de lavage » blanche au début de la lixiviation, devient de plus en plus limpide, au fur et à mesure de l'évacuation de l'amidon. Lorsque cette eau est devenue limpide, on essore le gluten obtenu et on le pèse. On obtient ainsi le gluten humide. En appliquant une règle de trois, on en déduit le pourcentage de gluten humide.

$$\mathbf{Gluten\ Humide = \frac{masse\ du\ gluten\ humide}{33g} \times 100}$$

De même après séchage à environ 100°C, on en déduit le gluten sec.

## 6. Panification

Les pains ont été préparés en mélangeant de la farine de blé tendre (farine panifiable) avec de la farine de blé dur fermenté avec différentes proportions: 10% :90% ,20% :80% , 30% :70% ,40% :60% , 50% :50% et 100%, tandis que 100% de farine de blé non fermenté a été utilisée comme témoin (Ameh et al., 2013).

### 6.1. Composition du mélange farine de blé fermenté et Farine panifiable

Ce tableau regroupe Les concentrations de la farine de blé fermenté et la farine panifiable.

**Tableau 3:** Les concentrations de la farine de blé fermenté et la farine panifiable

Echantillons	Farine de blé dur fermenté (%)	Farine panifiable FTC 50 (%)	Total (%)
P1 90:10	10%	90%	100 (%)
P2 80:20	20%	80%	100 (%)
P2 70:30	30%	70%	100 (%)
P3 60:40	40%	60%	100 (%)
P4 50:50	50%	50%	100 (%)
P6 FBF	100%	-	100 (%)
P7 FP	-	100%	100 (%)

F: farine panifiable

T: type

C: courant,

**Tableau 4:** Les ingrédients nécessaires pour la préparation des pâtons

Echantillons	Farine	Sel	Levure	Eau potable
<b>P1 90:10</b>	100g	2.5 g	1.6 g	62 g
<b>P2 80:20</b>	100g	2.5 g	1.6 g	55 g
<b>P3 70 :30</b>	100g	2.5 g	1.6 g	54g
<b>P4 60 :40</b>	100g	2.5 g	1.6 g	54 g
<b>P5 50:50</b>	100g	2.5 g	1.6 g	53g
<b>P6 100% FBF</b>	100g	2.5 g	1.6 g	50 g
<b>P7 FP</b>	100g	2.5 g	1.6 g	70 g

## **6.2. Essai de panification**

La panification a été réalisée au niveau de la boulangerie artisanale de Grands Moulins du Mahdia. Les différentes étapes sont comme suit:

**3.1. Pétrissage:** Le pétrissage a été réalisé manuellement. Dans un récipient, Les ingrédients ont été soigneusement mélangés et ajouté à la farine, ensuite ils ont été dissous dans une quantité suffisante en eau potable. Pétrissage manuel de la pâte pendant 10 minutes. Arrêt du pétrissage après obtention d'une pâte souple (environ de 5-10 min).

**3.2. Le pointage:** La pâte en masse est laissée au repos pendant 15 minutes à température du laboratoire.

**3.3. La division:** consiste en la préparation de pâton de poids égal 50g.

**3.4. Le façonnage:** les pâtons sont étirés pour leur donner leur forme finale à savoir la forme baguette. Placés dans un moule de cuisson et soumis à une chambre de fermentation

**3.5. L'apprêt:** Consiste en une deuxième fermentation des pâtons pendant 40 minutes dont l'humidité et la température ont été réglées respectivement à 75% à 35 °C.

**3.6. La grigne et la mise au four:** Les pains sont ensuite fendus profondément avec une lame afin de favoriser le gonflement du pâton.

**3.7. La cuisson:** La cuisson est faite dans un four à vapeur à température  $260^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$  pendant 21-25 minutes (Ladraa, 2012, Amandikwa et al., 2015, Gomes et al., 2016).

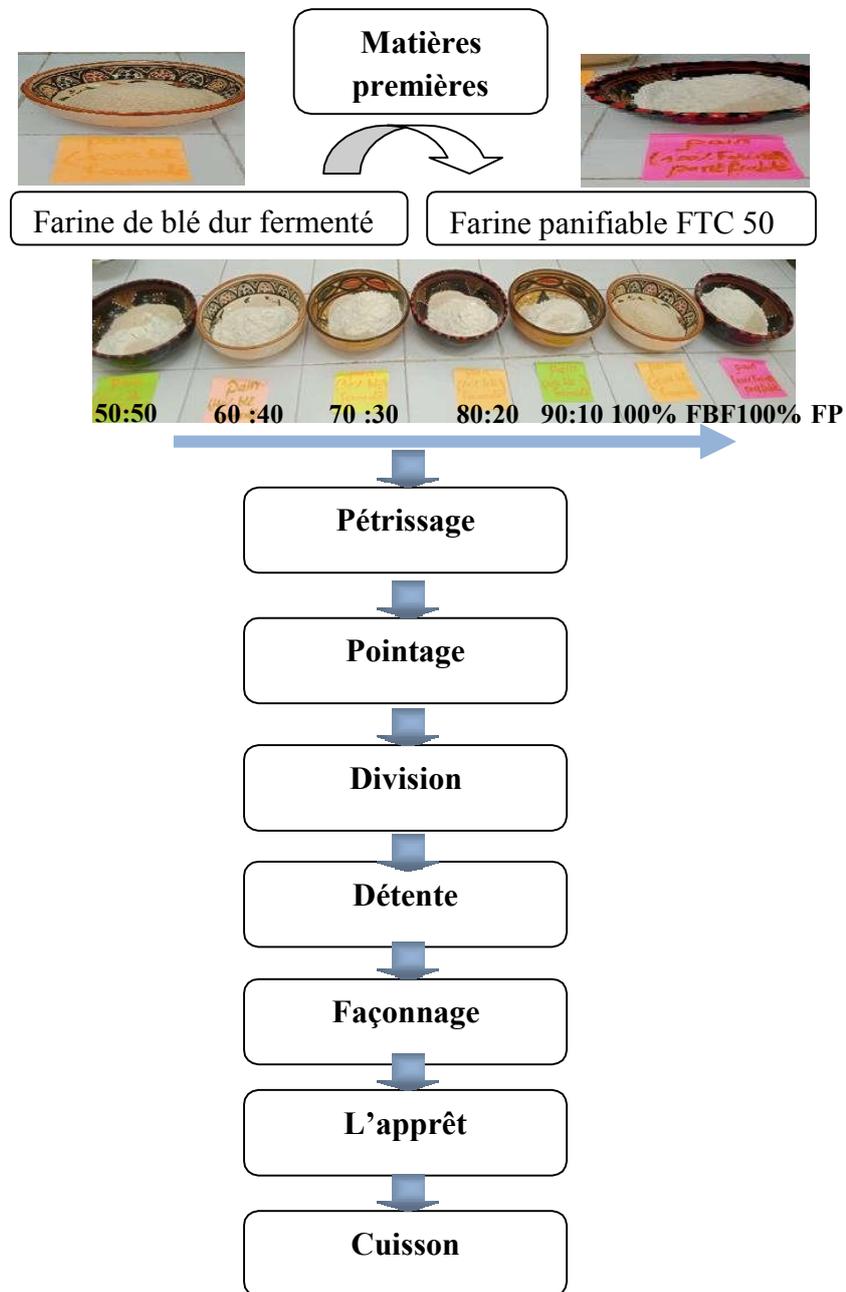


Figure 04: Procédés de panification avec l'ajout de la farine de blé dur fermenté

### **6.3. Jugement des caractéristiques qualitatives, sensorielle des meilleurs pains**

La qualité organoleptique est un facteur d'acceptabilité des produits par le consommateur sans passer par les analyses physiques ou chimiques, elle est surtout appréciée par les organes de sens. La couleur, l'odeur et le goût sont des facteurs de l'appétence de l'aliment (**Haroun et al ., 2017**).

#### **6.3.1. Jury**

L'évaluation repose sur un jury auquel on demande de se prononcer sur les caractéristiques organoleptiques suivantes: le goût, la couleur et l'odeur de produit. Les membres de jury ne doivent pas fumer avant et pendant la dégustation, ils ne doivent surtout pas avoir faim, ni soif, ni être malade, ni consommer des aliments à parfum fort (café). (**Haroun et al ., 2017**)

##### **❖ Principe**

Cette analyse a été réalisée au niveau de laboratoire de Grands Moulins du Mahdia.

Les échantillons de pains ont été soumis à une évaluation sensorielle environ 1 h après la cuisson par un panel de 05 membres qui sont bien familiarisés avec le pain. Il s'agit de présenter aux membres les sept pains préparés. Chaque échantillon des différents pains est présenté dans une assiette puis on demande à chaque membre de jury d'effectuer une appréciation organoleptique portant sur la dégustation. Le pain a été présenté entier pour noter l'apparence extérieure: l'aspect général et le volume et en tranche (texture, et les critères gustatifs) et de l'acceptabilité globale sur une échelle de neuf points.

En ce qui concerne le goût, on a conseillé aux panélistes de se rincer la bouche après avoir goûté chaque échantillon et de l'eau a été fournie dans des gobelets en plastique à chaque panéliste à cette fin (**Oloyede et al., 2013**).

## **7. Evaluation de la qualité microbiologiques de la farine retenue de blé fermenté et farine panifiable**

On a procédé aux analyses microbiologiques selon le journal officiel 2017 pour but d'évaluer la qualité microbiologique de la farine de blé tendre et farine de blé dur fermenté.

### **7.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales**

Dix grammes de farine, prélevés aseptiquement sont additionnés à 90 ml d'eau peptonée tamponnée stérile, la suspension obtenue correspond à la solution mère. On introduire aseptiquement 1 ml dans 9 ml d'eau peptonée on répète la même opération, pour la réalisation d'une série de dilution décimale dans des tubes stériles contenant au préalable de 9 ml de diluant ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-5}$ ) (Laabidi O; 2007).



**Figure 4:** Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales

### **7.2. Recherche des levures et moisissures**

Pour détecter la présence de levures et de moisissures, nous avons utilisé le milieu Sabouraud sélectif pour les levures et les moisissures.

#### **❖ Mode opératoire (Guiraud, 2003)**

La solution mère préparée à partir de 10g d'échantillon dans 100 ml d'eau peptonée stérile, a servi aux différentes dilutions décimales ( $10^{-2}$  et  $10^{-3}$ ); 0,1ml de chaque dilution a été étalé à l'aide d'un râteau stérile, à la surface de chaque gélose préalablement coulée. On incube à 25°C pendant 3 à 5 jours.

❖ Lecture

La lecture se fait par observation macroscopique en comparant entre elles les formes filamenteuses et lisses des colonies observées sur les boîtes.

### **7.3. Recherche de la flore mésophile totale**

Les bactéries sont considérées comme la principale cause de maladies, maladies dont l'origine est la consommation d'aliments contaminés. Lorsque les aliments présentent des variations de texture ou de consistance ou un changement de couleur, c'est un signe de détérioration et de contamination possible.

❖ Mode opératoire

Le dénombrement a été effectué sur gélose standard pour dénombrement, PCA (Standard Plate Count Agar), dont On fait l'ensemencement de 1ml de la suspension mère en fond de boîte de pétri ensuite on coule le milieu PCA et on mélange doucement la préparation et on laisse solidifier, ainsi de suite on fait l'ensemencement de 1ml de la dilution 10<sup>-1</sup> et les autres dilutions avec la même manière. Les boîtes ont été incubées à 37°C pendant 24h (**Branger et al., 2007; Godon et Loisel, 1997**).

### **7.4. Recherche des *staphylocoques* à coagulase positive**

Les *staphylocoques* sont des cocci non motiles à coloration Gram positives, catalase positives, qui se développent dans des conditions d'aérobiose.

❖ Mode opératoire

Pour détecter les staphylocoques, nous avons utilisé le milieu Chapman sélectif pour les staphylocoques. Ensemencement à été effectué en surface à raison de deux boîtes par dilution. On incube à 35° C ou à 37° C en aérobiose.

❖ Lecture

La lecture se fait par observation macroscopique en comparant entre les colonies observées sur les boîtes après 24 h et 48 h et par une observation microscopique et de confirmées par la coagulase.

### **7.5. Recherche des anaérobies sulfite -réducteurs**

*Clostridium* est un bacille anaérobie à coloration de Gram positive. C'est également l'un des agents pathogènes bactériens les plus répandus dans l'atmosphère grâce à sa capacité à former des spores.

#### ❖ Mode opératoire

Le dénombrement a été effectué dans le milieu viande foie (VF) on fait l'ensemencement de 1ml de chaque solutions de suspension mère et les dilutions décimales et mettre dans les tubes qui été déjà stérile. Mettre les tubes obtenus dans le bain marie à une température de 80°C pendant 10min ensuite, prenez les tubes et verser le milieu VF qui contient aseptiquement les additifs (Alun de fer, sulfite de sodium) et huile de vaseline, incuber les tubes préparés à 37°C pendant 48h.

### **7.6. Recherche *Escherichia coli***

Il s'agit d'un micro-organisme appartenant à la famille des *Enterobacteriaceae*. C'est bacille mobile à coloration de Gram négative. Il est lactose positif et oxydase négatif.

Pour effectuer cette analyse nous avons utilisé le milieu sélectif VRBG.

#### ❖ Mode opératoire

Ensemencement a été réalisé la surface des boites contenant la gélose VRBL par 0,1 ml de la solution mère et ses dilutions. Incubation des boites a été effectuée à 37°C pendant 24 heures (**Journal officiel 2017**).

## *Résultats et Discussion*

## 1. Evaluation de la qualité physicochimique, des grains de blé fermenté

### 1.1. Les caractéristiques morphologiques de blé fermenté

Les caractéristiques morphologiques de blé fermenté sont données dans le tableau 05.

**Tableau 5:** Caractéristique morphologiques de blé fermenté « El-Hammoum ».

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs moyennes</b>
<b>1. Forme de la graine</b>	Ovoïde
<b>2. L'aspect de l'épicarpe</b>	Mitadiné
<b>3. La consistance</b>	Sèche
<b>4.1gout</b>	Acide, rugueuse
<b>5. Poids de la graine entière</b>	20 à 25 mg
<b>6. Longueur de la graine</b>	6 et 8 mm
<b>7. Largeur de la graine</b>	1 et 3 mm

### 1.2. Taux d'impuretés

Le taux des impuretés de l'échantillon du blé fermenté est motionné dans le tableau 06 et la figure 06.

**Tableau 6:** Résultats de taux des impuretés de blé fermenté

<b>Résultat</b>	<b>En pourcentage (%)</b>
<b>Grains cassés</b>	11.07
<b>Grains échaudés</b>	0.25
<b>Grains avaries</b>	56.82
<b>Grains attaqués par les déprédateurs</b>	4.87
<b>Autres céréales</b>	1.41
<b>Matières étrangers organiques</b>	1.25
<b>Matières étrangers non organiques</b>	2.5
<b>Grains nuisibles et/ou toxiques caries et ergot</b>	0

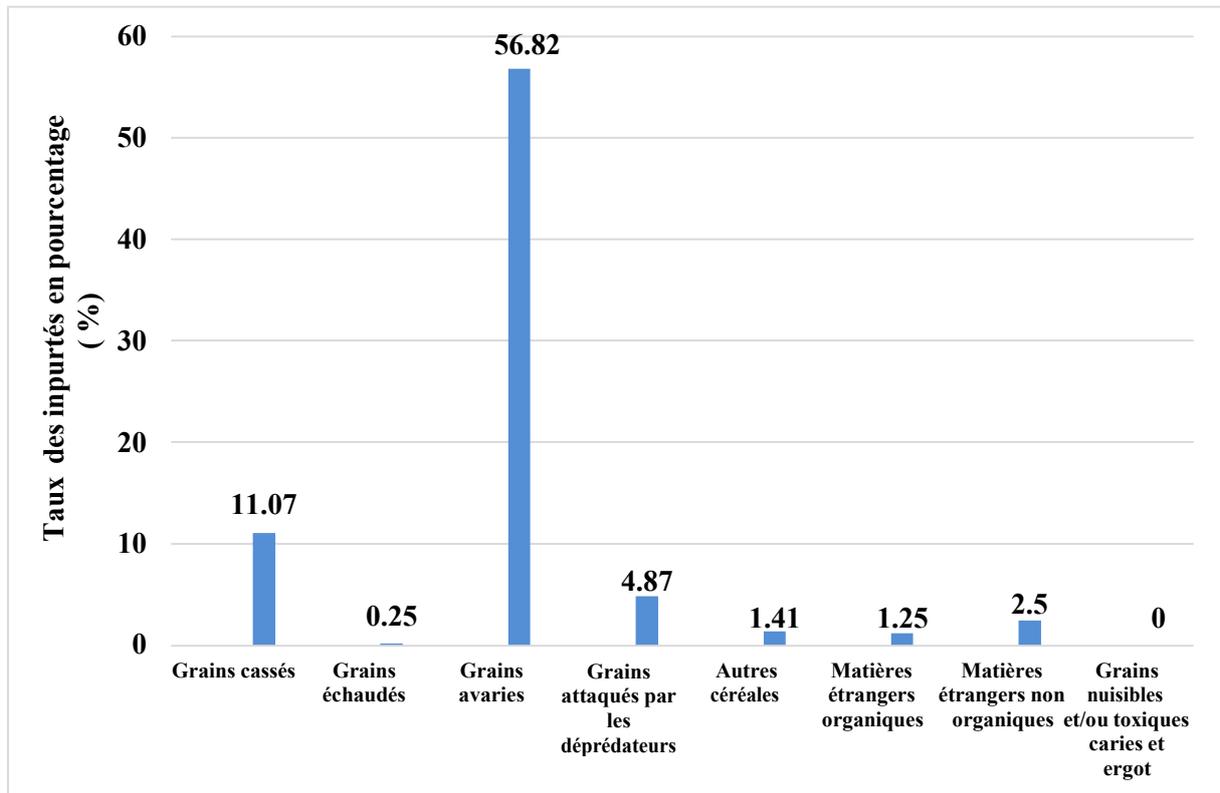


Figure 5: Taux d'impuretés dans l'échantillon du blé fermenté

### 1.3. Poids de mille grains et poids d'hectolitre

D'après les résultats affichés au dessus on a enregistré un poids de mille grains de  $20.05\text{g} \pm 0.01$  pour les grains de blé fermenté. Et une valeur de  $65.66\text{ hl /kg} \pm 0.57$  pour le poids d'hectolitre (figure 09).

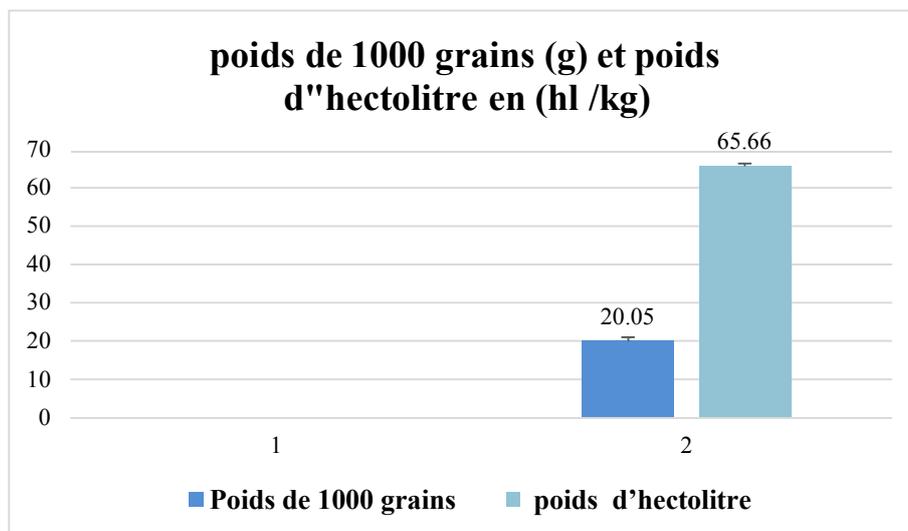


Figure 6: Poids de 1000 grains et poids d'hectolitre blé fermenté

**2. Evaluation de la qualité physicochimique, biochimiques de la farine retenue de blé fermenté**

Le tableau 08 regroupe les résultats des analyses physicochimique, biochimiques de la farine retenue de blé fermenté

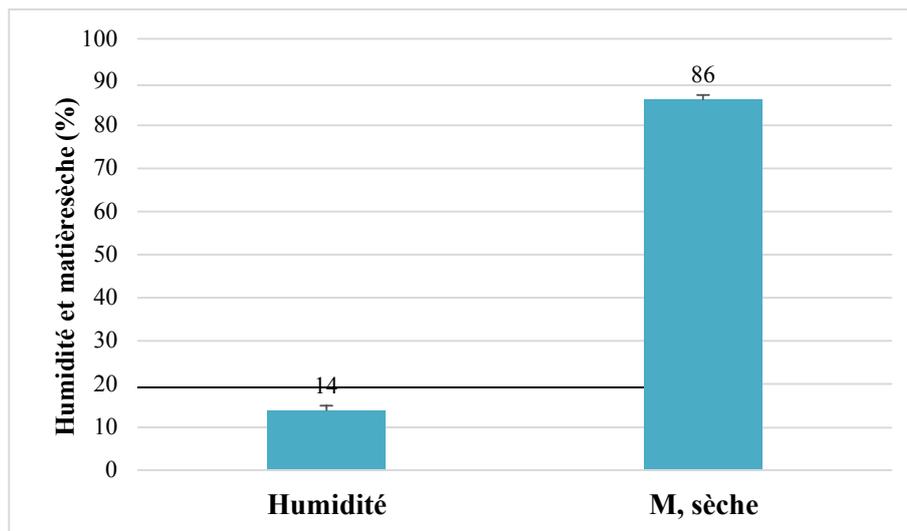
**Tableau 7:** Paramètres physicochimique, biochimiques de la farine retenue de blé fermenté

Echantillons Paramètres	FBF
	Moy. ± S.D
Teneur en eau (%)	14 ± 0,00
pH	5,49 ± 0,08
Acidité (mEq /100g)	0.23 ± 0.005
Cendres (%)	1,41±0.005
Matières organique (%)	98,59±0,15
Matières sèche (%)	86±0,00
Gluten humide (%)	-
Gluten Sec (%)	-

Moy. ±S.D : Moyenne ±Standard Deviation

**2.1 L’humidité et la matière sèche**

Les résultats de taux d’humidité et la matière sèche sont illustrés dans la figure

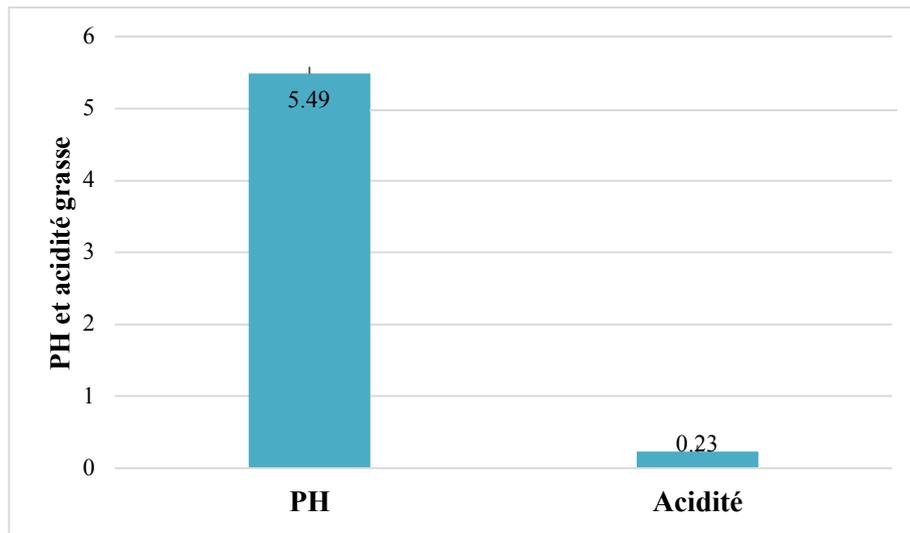


**Figure 7:** Teneur en eau et la matière sèche de la farine retenue de blé fermenté.

### 2.3. PH et acidité titrable

La détermination du pH nous informe sur l'évolution de l'acidité du milieu, en fonction du métabolisme des microorganismes.

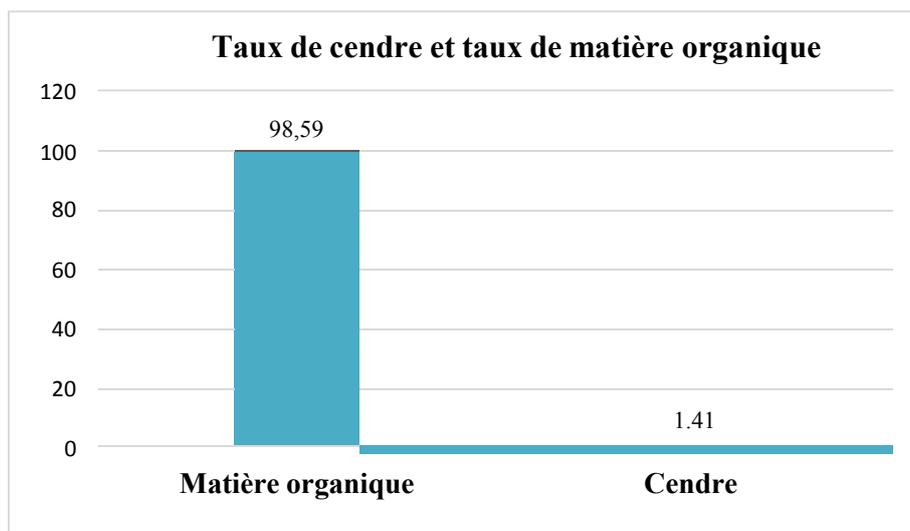
D'après la figure 09, qui illustre les résultats d'analyse du pH et de l'acidité, on a enregistré la valeur du pH de  $5.49 \pm 0.08$  et la valeur de l'acidité de  $0.23 \pm 0.005$  (mEq /100g).



**Figure 8:** Détermination du pH et de l'acidité grasse de la farine de blé fermenté.

### 2.4. Taux de cendres

D'après la figure ci-dessus nous avons enregistré un taux de cendre de  $1,41 \pm 0.005\%$  et un taux  $98,59 \pm 0,15 \%$  pour la matière organique de la farine de blé fermenté.



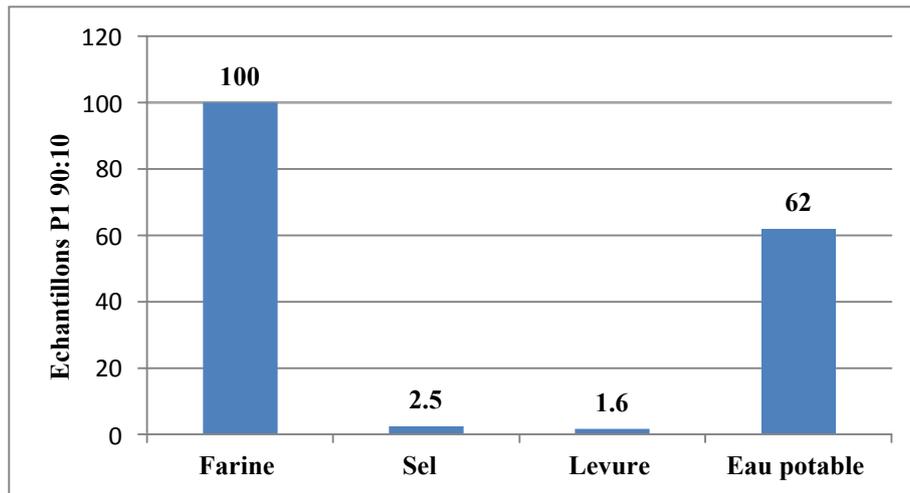
**Figure 9:** Taux de cendre et taux de matière organique de la farine de blé fermenté.

### 2.5. Taux de gluten humide et Gluten Sec

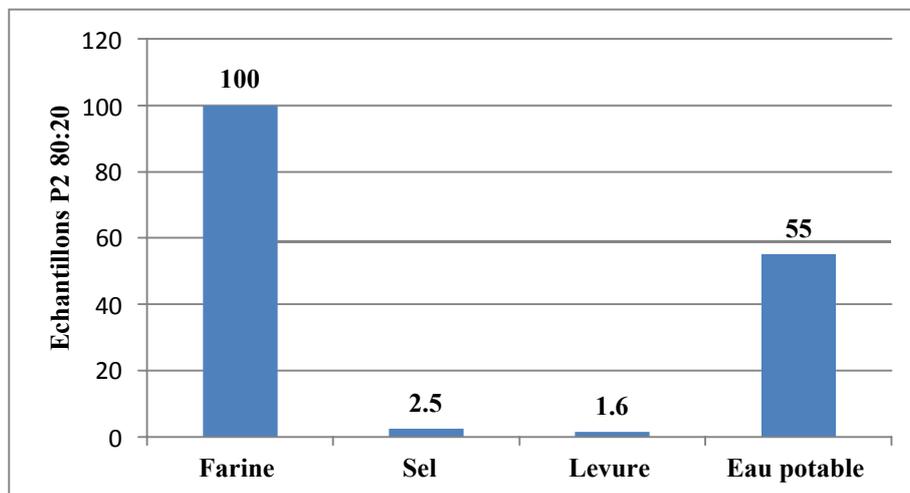
Une dégradation totale a été enregistrée, pour le gluten de la farine de blé fermenté.

### 3. Les ingrédients de panification

Le pain se compose principalement de farine, d'eau, de levure et de sel. Les ingrédients sont exprimés en fonction d'une base 100 g de farine. Les figures 11, 17 présentes la capacité de rétention d'eau de la mie des pains et ces principaux composés.



**Figure 10:** Composition du pain P1 90:10



**Figure 11:** Composition du pain P2 80:20

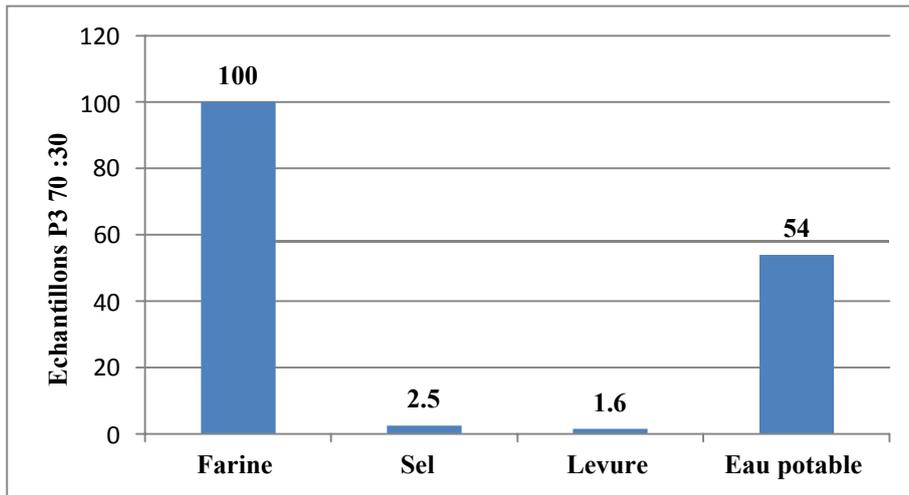


Figure 12: Composition du pain P3 70 :30

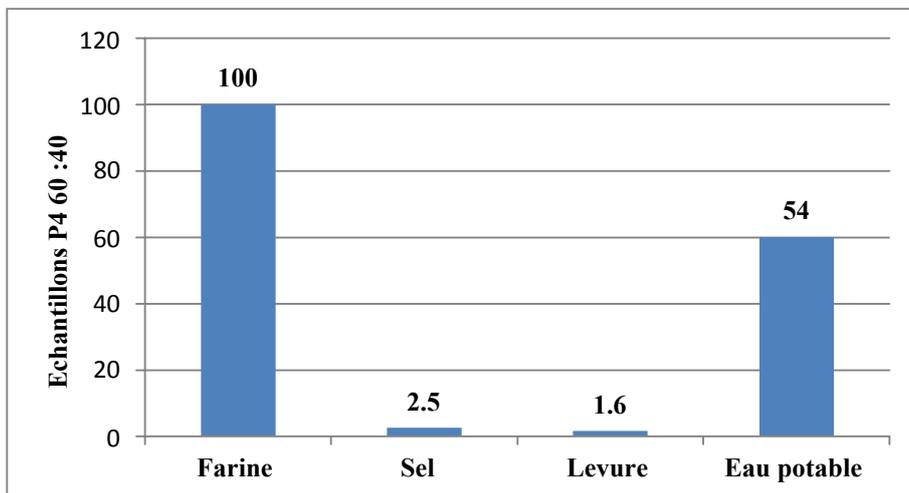


Figure 13: Composition du pain P460: 40

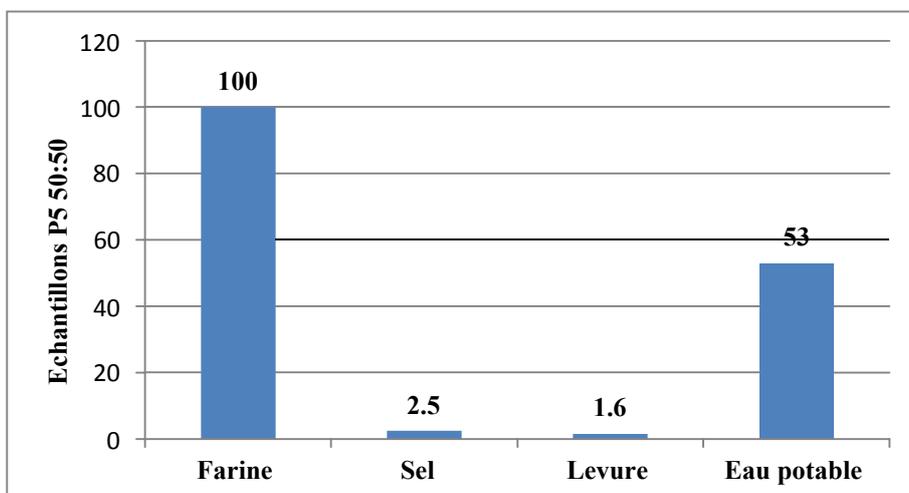


Figure 14: Composition du pain p5 50:50

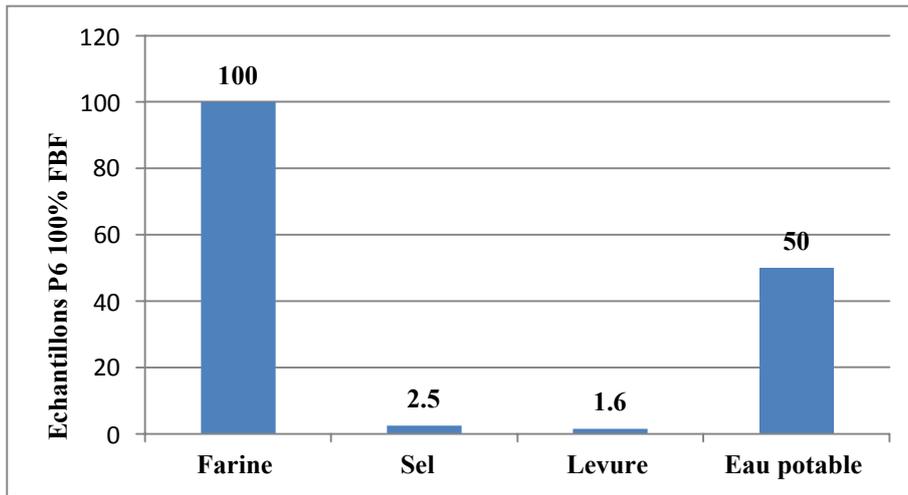


Figure 15: Composition du pain P6 100% FBF

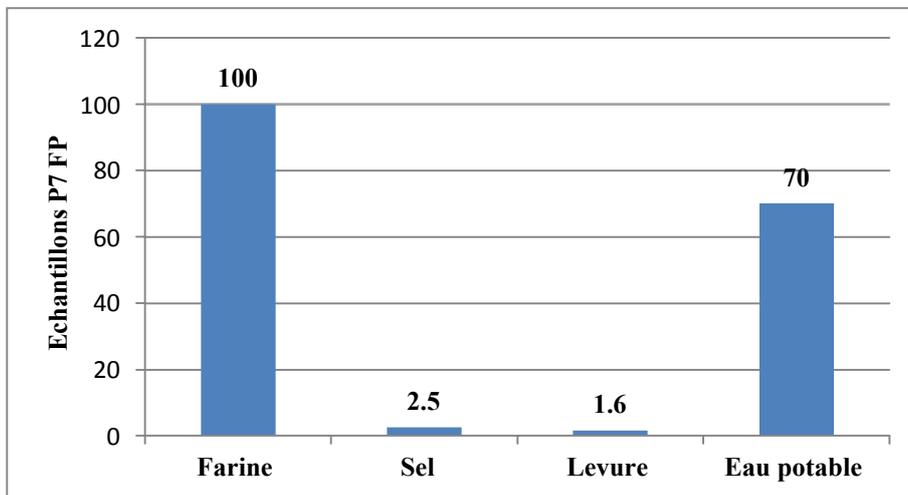
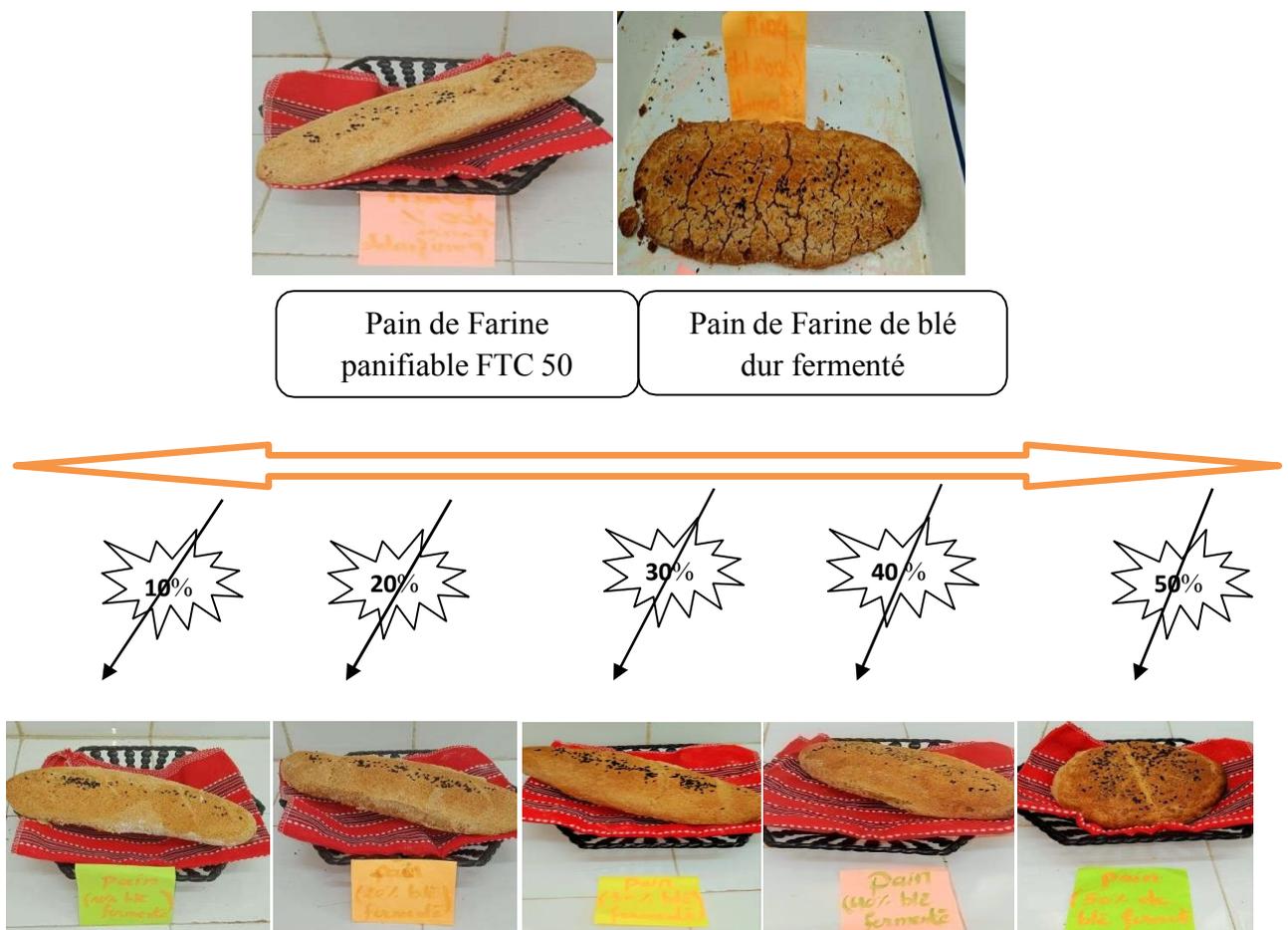


Figure 16: Composition du pain P7 FP

### 3.1. Essai de panification

D'après les essais de panifications réalisées on observe que toutes les pâtes obtenues à partir des mélanges ( farine de blé fermenté avec la farine de blé tendre ) en utilisant des taux de substitution différents ont des propriétés différents; le volume est doublé dans le pain issu de farine panifiable FTC 50 et dans le pain de 10%, 20%, 30% de farine de blé fermenté par contre le volume est démunie dans les pains issus de farine de blé fermenté avec les pourcentages suivants 40%, 50% et 100%.

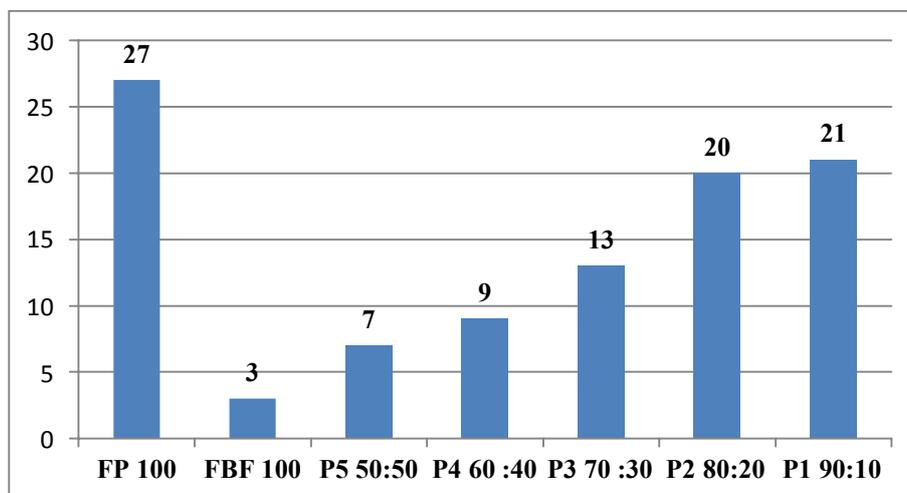


**Figure 17:** Essai de panification

#### 4. Jugement des caractéristiques qualitatives, sensorielle des meilleurs pains

Nous avons testé l'incorporation des différents pourcentages de la farine de blé fermenté avec la farine de blé tendre une heure après cuisson et en faisant appel à une analyse sensorielle des critères suivants: Couleur, La texture, Le goût, etc. Le résultat final étant en pourcentage.

D'après le résultat dans la figure 19, Le pain avec 10% d'incorporation représentent un pourcentage de (21%). Ceux avec 20% d'incorporation représentent un pourcentage de (20%) et avec 30% et 40 % d'incorporation représentent un pourcentage de (13% et 9 % respectivement) Tandis que pour 50% d'incorporation et 100 % de farine du blé fermenté nous avons enregistré un pourcentage de le plus faible (7 % et 3% ) . Si on compare les pains préparés avec la farine panifiable, on voit que les taux d'incorporations 10%, 20%, 30% confère une bonne qualité organoleptique à la moyenne de 21%, 20%, 13% qu'on l'admet proche à celle du farine panifiable (27%). Le meilleur pain obtenu à partir de blé fermenté est le pain de 10% et 20%.

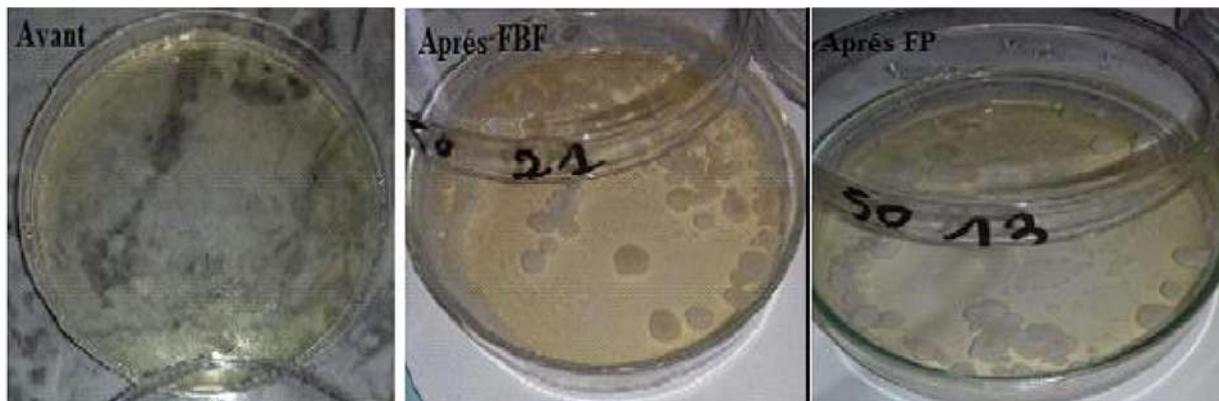


**Figure 18:** Résultat des analyses sensorielles du pain en pourcentage %

## **5. Evaluation de la qualité microbiologiques de la farine retenue de blé fermenté et la farine panifiable**

### **5.1. Recherche des levures et moisissures**

La culture des mycètes effectuée à partir de farine de blé fermenté et farine panifiable a montré sur milieux Sabouraud la présence de levures et de moisissures pour farine de blé fermenté. Les moisissures sont caractérisées par un aspect filamenteux par rapport aux levures qui sont plutôt représentées par des colonies lisses (figure 20).



**Figure 19:** Isolement des levures et moisissures sur Sabouraud.

### **5.2. Recherche de la flore mésophile totale**

Le milieu gélosé PCA montre la présence de colonies plus effective dans la farine de blé fermenté et farine panifiable. C'est la flore mésophile total. Après le comptage la flore reste inférieure à la limite donnée par le journal officielle algérien 2017.

### **5.3. Recherche des staphylocoques à coagulasse positive**

Selon les résultats obtenus nous avons observé une absence totale des bactéries *staphylocoques* sur le milieu Chapman pour les deux farines.

### **5.4. Recherche des anaérobies sulfito -réducteurs**

Même remarque à été observé pour les anaérobies sulfito -réducteurs. Absence totale à été enregistré pour les *anaérobies sulfito -réducteurs* pour les deux farines.

### **5.6. Recherche Escherichia coli**

Aucune croissance n'a été enregistrée pour *Escherichia coli* Pour les deux farines.

## **1. Evaluation de la qualité physicochimique des grains de blé fermenté**

### **1.1. Les caractéristiques morphologiques de blé fermenté**

La caractérisation morphologique des grains de blé fermenté « El-ammoum » nous a montré, des grains ovoïdes, plus ou moins allongée et une longueur de 6 et 8 mm et largeur entre 1 et 3 mm (à l'aide d'une règle). Les résultats de la caractérisation morphologique des grains de blé fermenté concordent avec la littérature scientifique qui confirme que la longueur du grain (plus grande dimension) est comprise entre 5 et 8 mm, sa largeur entre 2 et 4 mm (Feillet, 2000).

### **1.2. Taux d'impuretés**

Les impuretés sont l'ensemble des éléments considérés conventionnellement comme indésirables dans l'échantillon. Elles sont constituées de grains cassés, altérés ou attaqués par des prédateurs, de graines étrangères à l'espèce analysée, d'éléments d'origine organique et non organique (Bousslah et al., 2016).

Le taux des impuretés de blé fermenté est élevé pouvait être expliquée par plusieurs facteurs pouvant influencer l'état physique du grain de blé, notamment celui du local, tels que les mauvaises conditions de récolte, les caractéristiques de chaque variété, les défaillances mécaniques des appareils et surtout aux chocs infligés aux grains lors du transport mécanique aux silos. En plus, son stockage souterrain dans le « Matmour » provoque des dommages et des cassures au niveau des grains liés principalement à des facteurs biologiques, physiques et mécaniques. (Éventuellement, les insectes et les rongeurs qui sont placés dans un environnement physicochimique caractérisé par sa température, son humidité et sa teneur en oxygène) (Boudreau et Ménard, 1992). Selon Gacem et al., 2011 la présence des grains brisés ne peut que favoriser le développement de foyer de contamination et par conséquent, elle ne peut être qu'en défaveur d'un stockage de longue durée.

### **1.3. Poids de mille grains**

Le poids de 1000 grains est un indicateur du rendement technologique dans l'industrie de première transformation. La masse du grain est une caractéristique variétale en relation directe avec la taille des grains (**Ladraa, 2012**). D'après nos résultats on constate que le poids de mille grains de notre échantillon est inférieure par rapport à ce intervalle 35-45g donnée par Chasseray et al., (1991). Cette diminution est due probablement d'une partie à la perte de la matière sèche et d'autre part à l'augmentation de la teneur en eau (**Bousslah et al., 2016**).

#### **1.4. Poids à l'hectolitre**

Le poids à 1 hectolitre appelé aussi le poids spécifique ou densité apparente, est la masse d'un hectolitre de grain exprimée en kilogramme. Généralement, le poids le plus élevé indique un grain sain et des corrélations plus élevées sont trouvées entre le poids en hectolitre et le rendement en farine selon (Eljak et al., 2016). Nous avons enregistré un poids de (65,66 kg  $\pm$  0,57) pour notre échantillon. Ce résultat est inférieur par rapport à ce l'intervalle proposé par Calvel (1984) qui est 72-82 kg/hl, cela peut être expliqué par une perte de la matière sèche durant le stockage dans le Matmour.

En effet, selon Soltner (2005), la masse à l'hectolitre est un paramètre de qualité qui dépend:

- De l'humidité plus le grain est sec plus sa masse à l'hectolitre augmente.
- De la bonne nutrition durant la maturation (les grains échaudés sont moins présents).

## **2. Evaluation de la qualité physico-chimique et biochimique de la farine retenue de blé fermenté**

### **2.1. Teneur en eau et la matière sèche**

La teneur en eau des produits céréaliers présente une très grande importance sur le plan technologique, nutritionnel et économique (Godon et Loisel, 1997).

La valeur moyenne de la teneur en eau de notre échantillon de blé fermenté est de 14 %  $\pm$  0.00. Ces résultats est en accord avec ceux trouvé par Mokhtari et al. (2020) qui ont enregistré une valeur de 14,96 $\pm$ 0,14%. La variation de la valeur est dûe au stockage du blé dans l'entrepôt "Matmora". Ces résultats sont presque similaires aussi aux études réalisées par Bartali et Debbarih (1991) où ils ont déterminé la variation de l'humidité des échantillons extraits après différentes durées de stockage dans la "Matmora" revêtue de paille. Cette augmentation est dûe à l'humidité relative dans les entrepôts revêtus de paille qui est de 89% (Bartali et Debbarih, 1991). La différence d'humidité d'un échantillon à un autre peut être attribuée aux conditions climatiques, à la région de culture, et aux conditions de stockage. La teneur en eau est un critère essentiel de sa conservation (Ladraa, 2012 ; Bourgeois et al., 1996).

## **2.2. PH et l'acidité**

La détermination du pH nous informe sur l'évolution de l'acidité du milieu, en fonction du métabolisme des microorganismes (Ould el hadj et al., 2001). D'après les résultats obtenus, on constate que la mesure du pH du blé fermenté révèle un pH acide  $5.49 \pm 0.08$ . Les résultats obtenus montrent que les farines de blé fermenté sont très acides, et semblables aux résultats trouvés par (Mokhtari et al., 2020).

L'acidité est une expression conventionnelle des acides essentiellement des acides gras libres, extraits dans les conditions décrites dans la présente norme internationale (NF V03 - 712). Elle est exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche. La mesure du taux d'acidité montre que la farine de blé fermenté a un taux d'acidité de  $0.23 \pm 0.005$ , donc le blé fermenté a un pH acide et une acidité élevée. D'après Kohajdova et Karovicova (2007), pendant la fermentation, le pH diminue avec une augmentation simultanée de l'acidité.

D'après **Kohajdova et Karovicova (2007)**, pendant la fermentation, il existe une corrélation négative entre le PH et l'acidité dont le pH diminue avec une augmentation simultanée de l'acidité car les acides organiques, lactiques et d'autres acides s'accumulent en raison de l'activité microbienne. L'activité métabolique des micro-organismes qui sont impliqués dans la fermentation des céréales conduit à la production d'acides gras de courtes chaînes. Les acides formés pendant le processus de fermentation abaissent le pH, empêchant ainsi la croissance des organismes responsables de la détérioration. Le pH de ces aliments est réduit au moins à des valeurs de 4 (**Kohajdova et Karovicova, 2007**).

## **2.3. Taux de cendres**

Le taux de cendre des semoules correspond à la teneur en matières minérales après incinération à 900°C. Le résultat du taux de cendre de la farine de blé fermenté est de  $1,41 \pm 0.10$  %. Cette valeur est légèrement inférieure à l'intervalle 1.5-2.5 % cité par Feillet (2000). En comparant notre résultat avec d'autres études faites sur le blé fermenté, Mokhtari et al (2020) la teneur en cendres reste inférieure. Au cours de la fermentation, la disponibilité des micronutriments tels que le fer, zinc, calcium, magnésium est également améliorée en raison de la réduction importante des phytates sous l'effet de certaines conditions tel que le PH (**Nout et Ngoddy, 1997**).

## **2.4. Le gluten**

Le gluten représente la fraction protéique des céréales insoluble dans l'eau. L'extorsion gluten se fait soit manuellement par lixiviation d'un pâton de 25g sous un l'eau salée (2%), soit mécaniquement au moyen d'un laveur automatique du gluten (Glutomatique). Nos résultats montrent une dégradation de gluten pour la farine de blé fermenté pour les deux méthodes étudiés.

Le gluten entre pour 8 à 12 % dans la composition de la farine. Il fait partie des protéines, et se trouve uniquement dans le grain de blé. A l'état naturel, dans l'amande, il ne s'appelle pas gluten: ce sont deux matières, la gliadine et la glutamine qui, associées à l'eau forment le gluten. Le gluten peut absorber 2 à 3 fois son propre poids en eau et après hydratation, il se caractérise par son aptitude à former un réseau élastique, extensible et imperméable.

Il exerce diverses fonctions:

- il accroît le rendement de la farine
- il améliore le réseau glutineux
- il améliore la rétention gazeuse
- il améliore le développement des pâtons
- il permet une durée d'apprêt plus longue

## **3. Panification**

D'après **Guilbot (1979)**, le mot «pain» sans autres qualificatifs est réservé au produit résultant de la cuisson de la pâte obtenue par pétrissage d'un mélange de farine de blé destinée à la panification, d'eau potable, de sel de la cuisine et un agent de fermentation.

L'essai de panification demeure le meilleur moyen d'évaluation de la valeur boulangère. Celle-ci est représentée par les aptitudes de la farine, à donner du bon pain, bien développé, léger, possédant une croûte lisse et dorée bien adhérente à la mie, croustillante et sèche si la cuisson est parfaite, d'une odeur douce et agréable (**Calvel, 1984**).

D'après les résultats obtenus le gonflement de la pâte débute sous l'action de la levure. A partir des glucides libres ou libérés par des amylases de la farine, la levure produit de CO<sub>2</sub>, l'éthanol et différents acides organique (**Roussel et al., 2005**). Un autre élément est responsable de ce gonflement, le gluten de la farine. Les molécules du gluten assemblées forment un réseau élastique dans la pâte qui emprisonne les gaz produit par la levure lors de la

fermentation et la pâte gonfle. C'est pour ça on a obtenu un pain bien gonfler pour les pourcentages suivants 10% , 20%, 30% et la farine panifiable FTC 50 en raison de la richesse de cette dernière par le gluten. Par contre nos résultats montre un pain non gonfler pour les pourcentages suivants 40%, 50%, et pour le pain de farine de blé dur fermenté grâce à l'absence de gluten.

Les molécules du gluten assemblées forment un réseau élastique dans la pâte qui emprisonne les gaz produit par la levure lors de la fermentation et la pâte gonfle. En effet la diminution de la hauteur de gonflement des pâtes enrichis en farine de blé fermenté est due à l'absence du gluten (**Feillet 2000**).

Le gluten apporte un ensemble d'avantages, qui permettent de corriger les défauts de la farine et d'améliorer les propriétés fonctionnelles: renforcement de la pâte, meilleures tolérances au pétrissage, augmentation de la rétention de gaz, augmentation de l'absorption et la rétention d'eau et contribution également à la texture du pain (**Dacosta, 1986**). Les gliadines contrôlent le volume du pain des variétés qui diffèrent par leur potentiel de panification (Pomeranz, 1983) et contribuent à la viscosité et à la plasticité de la pâte (Feillet, 1994).

**Pomeranz (1983)** montre que les gluténines sont responsables du développement de la pâte et du temps de pétrissage. En outre, **Dacosta (1986) et Feillet (1994)** rapportent que les gluténines contribuent d'une manière prédominante à la cohésion élastique et à la ténacité de la pâte (**Calvel, 1984; Boudreau, 1992**).

Pour la capacité d'hydratation de la pate un taux élevé en absorption d'eau à été observé pour pourcentages suivants 10%, 20%, 30% et la farine panifiable FTC 50. Un taux moyen en absorption d'eau à été enregistré pour pourcentages suivants, 40%, 50% et un taux faible en absorption d'eau à été noté pour la farine de blé dur fermenté. Selon **Autio et Laurikainen (1997)** la proportion de gluten influencerait le taux d'absorption d'eau. L'ajout d'une plus grande proportion de gluten augmenterait la vitesse d'absorption d'eau et le contraire surviendrait lorsque le gluten serait absent (Haseborg et Himmelstein., 1988).

Selon **DUPIN (1996)**, l'eau sert à mouiller la farine et rend possible le pétrissage. Avec la farine et l'air, l'eau et l'un des trois constituants indispensables à la fabrication d'une pâte, les physico-chimistes considèrent qu'elle fournit aux molécules (protéines, enzymes, etc

...) la mobilité nécessaire pour réagir et qu'elle participe elle même aux réactions (**Guinet et Godon, 1994**).

D'après **Kiger (1967), et Chiriet (2000)**, la capacité d'hydratation: d'un gluten normale est d'environ 66% et peut s'élever jusqu'à 69% montre la qualité du blé et de son état de maturation. Pomeranz, 1983 montre que l'absorption d'eau par la pâte est directement affectée par le degré d'endommagement de l'amidon.

#### **4. Jugement des caractéristiques qualitatives, sensorielle des meilleurs pains**

Cette analyse a été réalisée au niveau de laboratoire du Mahdia wilaya de Tiaret.

Le test que nous avons effectué est basé sur un certain nombre de remarques notées, il s'agit de présenter aux dégustateurs les sept pains préparé. Chaque échantillon des différents pains est présenté dans une assiette puis on demande à chaque membre de jury d'effectuer une appréciation organoleptique portant sur la dégustation, Le pain a été présenté entier.

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

D'une façon générale et à partir de nos résultats, les pains issus du mélange à 10%, 20%, 30% montrent une acceptation par les jurys. Même acceptation à été observé pour le pain de la farine panifiable. Ces pain montrent une section normal croûte fine, aspect régulière, avec un goût et une odeur qualifiés normales. les pains issus de farine de blé fermenté avec les pourcentages suivants 40%, 50% et le taux d'incorporation 100% montrent une couleur marron foncée (dû à la couleur de blé fermenté), avec un goût et une odeur désagréable.

Nous constatons qu'au fur à mesure qu'on ajoute de la farine de blé fermenté, il y a détérioration de la qualité organoleptique du pain, cependant on constate qu'une incorporation de 10%, 20%, 30% donne un pain acceptable par le juré, par contre les résultats qu'au-delà de 30% il y a détérioration de la qualité des pains.

## **5. Evaluation de la qualité microbiologiques de la farine retenue de blé fermenté et farine panifiable**

On peut noter que la farine de blé fermenté est plus chargé en levures et moisissures que la farine panifiable, cela due au condition du stockage au niveaux de « Matmora » telles que: la température et les eaux d'infiltration. Ces microorganismes sont impliqués dans la fermentation spontanée des céréales (**Kumari et al., 2015**).

La flore totale aérobie mésophile est ensemble des microorganismes correspondant aux germes banals de contamination. Le dénombrement de la FTAM reflète la qualité microbiologique générale d'un produit naturel (**Guiraud et Rosec, 2004**). En effet, l'excès de ces germes témoigne du non-respect des règles d'hygiène lors de la récolte (**Ennadir et al., 2012**), des mauvaises conditions d'entreposage surtout dans le cas du « Matmour » qui est un sujet d'une contamination par une toute communauté de micro organismes, ces derniers assurent des interactions entre les différents genres et espèces, jouant ainsi un rôle dans la modification des caractères physico-chimiques du produit (**Guiraud, 2003**).

L'absence des bactéries pathogène à savoir les *anaérobies sulfite –réducteurs*, *staphylocoques*, *Escherichia coli*, révèle la bonne qualité sanitaire de nos échantillons. La fermentation est souvent la seule façon de préserver les aliments contre les microorganismes d'altération (**Humblot and Guyot, 2008**).

Le blé fermenté abrite divers microorganismes qui comprennent les bactéries lactiques, les levures et les champignons filamenteux (**Mokhtari et al., 2016**). La composition et la diversité du microbiote de blé fermenté dépendent de l'environnement et de l'adaptation des microorganismes aux conditions de la fermentation. La plupart de ces fermentations comportent une phase dominée par les bactéries lactiques, qui peut être associée à une autre étape de fermentation alcoolique par les levures (Guyot, 2010). Une étude à été munie par **Mokhtari et al., 2016** montre l'effet inhibiteur des bactéries lactique isolées à partir le blé fermenté « El-Hammoum » de la région de « Ain Ferrah » wilaya de « Mascara » contre les souches pathogène testés par le « teste de spot ».

# *Conclusion*

### Conclusion

Il est bien connu que les céréales particulièrement le blé constituent la base de l'alimentation en Algérie. La méthode de stockage de blé dans le « Matmour » est l'une des méthodes traditionnelles dans l'Algérie.

Le blé fermenté traditionnel dans le « Matmour » est utilisé en Algérie pour la fabrication du couscous. Dans cette étude on a essayé d'utiliser le blé fermenté dans la panification et la préparation du pain enrichi par la farine de blé fermenté. En vue d'augmenter le niveau de l'inclusion de la farine de blé fermenté dans la technologie panaria grâce à sa richesse en phytonutriments, protéines, sels minéraux, lipides, ....

Les résultats des analyses physico-chimiques ont montré que la farine de blé fermenté a un taux élevé en humidité, cependant, il y a certains paramètres qui sont faibles tels que: acidité, cendres, pH, on note aussi un taux faible de poids spécifique et poids de mille grains et une dégradation de gluten. Les variations des paramètres physico-chimiques (pH, humidité, cendres) sont dues à la fermentation.

Cependant nos travaux sur le côté microbiologique ont montré que la flore la plus dominante est les moisissures et les levures à cause du stockage sous terrain « Matmour » et les conditions de stockage par contre une absence totale de la flore pathogènes à savoir: *Escherichia coli*, *staphylococcus aureus* et les anaérobies sulfato-réducteur à été enregistrés pour les deux farines, panifiable et fermenté. Le contrôle microbiologique a montré que la farine de blé fermenté issue de la panification est de bonne qualité hygiénique ainsi que la farine panifiable.

Les essais de panification ont montré que l'ajout de la farine au mélange de pain à un niveau de 10%, 20%, 30% n'a pas une incidence négative sur la qualité du pain mais au-delà de 30%, une influence négative sur la qualité globale du pain plus particulièrement sur le volume et la densité ont été observées.

Après l'essai de panification, l'analyse sensorielle indique une bonne acceptation des pains issus du taux d'incorporation 10%, 20%, 30% et pour 100% farine panifiable.

On conclura alors, que le pain fabriqué à partir de la farine de blé dur fermenté a présenté une bonne acceptabilité du point de vue, microbiologique et nutritionnelle, ces résultats permettent son utilisation ultérieure comme ingrédient de panification en vue d'améliorer la qualité nutritionnelle, fonctionnelle du pain.

# *Références bibliographiques*

**Références bibliographiques**

**-A-**

**ABECASSIS j .1996** Comprendre la qualité :la valeur semouliers comment s'oplique t'e!le?  
Col-perspecti\`e blé dur .37.56 page ENRA. montpellier –France

**Amandikwa C., Iwe M.O., Uzomah A., Olawuni A.I.** Physico-chemical properties of wheat-yam flour composite bread. Nigerian Food Journal 33, 2015.

**Ameh O.M., Gernah D.I., Igbabul B.D.** Physico-Chemical and Sensory Evaluation of Wheat Bread Supplemented with Stabilized Undefined Rice Bran. Food and Nutrition Sciences, 2013.

**Autio, K et Laurikainen, T ., 1997** : Relationships between flour /dough microstructure and dough handling and baking properties. Trends in Food Science & Technology.

**-B-**

**BARC, ( 1995)** Contrôle de la qualité des céréaks et protéagineux "guide pratique "ed : institut technique des céréales et des fourrages ( I.T.C.F) paris .

**Bartali, H., Debbarh, A. (1991).** Evaluation et amélioration de la technique traditionnelle du stockage souterrain des céréales au Maroc, Hommes, Terre et Eaux, Marocaine des Sciences et Techniques du Développement Rural,

**BOUDREAIJ A. ( 1992)** le grain de blé . .25.49 pages: in: "le bk déments fondamentaux. et transformation : in BOUDREANA .MENARDG. TIPLESKH 1992. en presse de l'uni\`ersité Larn! : paris .

**Bouslah F., El mouebbeb K., Hamza M. E. (2016).** Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie. International Journal of Innovation and Scientific Research, 21

**Bouslah F., El Moueddeb KH., Hamza M.E.** Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie [Durum wheat storage problems quality in Tunisia]. International Journal of Innovation and Scientific Research, 2016, vol. 21.

**Branger A., Richer M-M., Roustel S. (Ed).** Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques.

**Branger A., Richer M-M., Roustel S.** (Ed). Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques.

**Brochoire, G., Del Frate, R., Stephan, C. (2005).** Les nouvelles de la boulangerie pâtisserie: Mieux contrôler la farine. SOTAL.

**Bushuk W., 1985 :** Flour protein : structur and fonctionnality in dough and bread. Céréale food word.

**-C-**

**CALVEL R., 1984.** La boulangerie moderne. Edition: Eyrolles. Paris.

**Calvel.R, 1980 :** la boulangerie moderne .Edition.Eyrolles.

**Carbannelle B., Denis F., Marmonier A., Pinon G., Vargues R. 1990 .** Bactériologie médicale ((Techniques usuelles )) 3 ème tirage SIMEP . Paris .

**CHERJET G., 2000.** Etude de la galette : différents types, recettes et modes de préparation.

**-D-**

**DACOSTA Y., 1986.** Le gluten de blé et ses applications. Ed. APIA. Paris. France.

**Dhen N., Ben Rejeb I., Boukhris H., Damergi C., Gargouri M.** Physicochemical and sensory properties of wheat- Apricot kernels composite bread. LWT-Food Science and Technology, 2018.

**-E-**

**Edition : Educagri éditions, 2007.** ISBN 978-2-84444-616-9.

**Ennadir J., Hassikou R., Ohmani F., Hammamouchi J., Bouazza F., Qasmaoui A., Mennane Z., Ouazzani Touhami t., Charof R., Khedid K. (2012).** Qualité microbiologique des farines de blé consommées au Maroc. *Revue Canadian Microbiologie*, 58 .

**-F-**

**F. Vanin,** Formation de la croûte du pain en cours de cuisson, propriétés rhéologiques et séchage en surface : une approche expérimentale et de modélisation, PhD, Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement (AgroParisTech) (2010).

**Feillet P., 2000** : Le Grain de blé : composition et utilisation. Edition Quae, 2000.

**Feillet P., 2000** : Le Grain de blé : composition et utilisation. Edition Quae, 2000-

**FEILLET P., GUINET R., MOREL M.H., 1994.**La pâte: formation et développement. PP. 224-245 In « la panification française» parGUINET R. et GODON B .. 1994. Ed. technique et documentation. Lavoisier. Paris.

**-G-**

**Gacem M. A., Ould el hadj khelil A., Gacemi B. (2011).** Etude de la qualité physico-chimique et mycologique du blé tendre local et importe stocke au niveau de l'office algérien interprofessionnel des céréales de la localité de Saida. African Journal of Biotechnology.

**Gacem M. A., Ouold el hadj KH. A. Gacemi B., Halla N., Djerbaoui A. N., Boudershem A.,Hadef S., Benreguieg M., Adli D. E. H. (2013).** Antimycotoxigenic and antifungal activities of *Citrullus colocynthis* seeds against *Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus*contaminatingwheat stored. *African Journal of Biotechnology*, 12 (43) : 6222-6231.

**Gacem M. A., Ouold el hadj. KH. A. Gacemi B. Halla N. Djerbaoui A. N. Boudershem A. Hadef S., Benreguieg M. Adli D. E. H.** Antimycotoxigenic and antifungal activities of *Citrullus colocynthis* seeds against *Aspergillus flavus* and *Aspergillus ochraceus* contaminating wheat stored. *African Journal of Biotechnology*, 2013, vol. 12.

**Godon B., Loisel W.** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. 2e éd. Paris:

**Gomes A.A.B., Ferreira M.E., Pimentel T.C.** Bread with flour obtained from green banana with its peel as partial substitute for wheat flour: Physical, chemical and microbiological characteristics and acceptance. *International Food Research Journal*, 2016, 2215.

**Gomes A.A.B., Ferreira M.E., Pimentel T.C.** Bread with flour obtained from green banana with its peel as partial substitute for wheat flour: Physical, chemical and microbiological characteristics and acceptance. *International Food Research Journal*, 2016, 2215.

**GUILBOT A., 1979.**Perspectives scientifiques et conclusions sur les blés et les pains en France. PP 235-241.In «le pain» par BURE J., 1977. Ed.: CNRS. Paris, 314 p.

**Guirand J. P. (2003).** Microbiologie alimentaire. Série Agro-alimentaire. P 696.

**Guiraud J.P., Rosec J. P. (2004).** Pratique des normes en microbiologie alimentaire. Dunod,

Paris. P 615.

**GUYOT, J.P. 2010.** Fermented Cereal Products. In Fermented foods and beverages of the world p. 448. CRC Press/Taylor & Francis, Boca Raton, USA.

**-H-**

**Haroun K ., Hasna O .** Etude de L'influence de l'incorporation de la poudre de Pulicaria odora sur l'acceptabilité du pain . Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou , 2017

**-I-**

**International congress on food technology, 2007**, vol. 1, Greece, 54-61.

**ISO7970 :2000(F)**

**-J-**

**JORAN.** Méthodes officielles d'analyses physico-chimiques et microbiologiques relatives aux céréales et produits dérivés. 2013. p 15-35.

**JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 64 2017**

**-K-**

**KIGER J.L., KIGER J.G., 1967.**Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime.Ed. DUNOD. Paris. France. pp 676.

**kohajdová Z., karovičová J.** Fermentation of cereals for specific purpose. Journal of Food and Nutrition Research, 2007, vol. 46, n°2, 51-57

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

**-L-**

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

**Ladraa N.** Aptitude à la pacification de quelques variété de blé dur Algérien. Ecole Nationale Supérieur d'agronomie El-Harrache. Alger, 2012.

**Lavoisier, 1997**

**Levacher D.** Centre française du littoral.(Ed). Génie civil-génie côtier. France : centre française du littoral, 2000.

**-M-**

**Mauze C., Richard M., Scatti G.** Contrôle de la qualité des blés. Guide pratique de l'industrie technique des céréales et des fourrages. Paris, 1972.

**Mokhtari S, Kheroua O, Saidi D (2016)** Isolation and identification of lactic acid bacteria from Algerian durum wheat (*Triticum Durum*) natural fermented in underground silos matmora "El-hammoum" and their antimicrobial activity again pathogenic germs. J Nutr Health Sci 3(4): 403. Doi: 10.15744/2393-9060.3.403

**Mokhtari S, Bensouici C, Saidi D, Kheroua O.** Comparative study of antioxidant and anticholinesterase activity of unfermented and fermented wheat and couscous from fermented wheat «El-hammoum», traditional Algerian product Adv. Biores., Vol 11 (2) March 2020: 40-50

**Mycologique du blé tendre** local et importe stocke au niveau de l'office algérien interprofessionnel des céréales (OAIC) de la localité de Saida (Algérie). *Algérien journal of arid environment*, 2011,vol 1, n° 2, 68-69.

**-O-**

**Official, A. O. A. C. (2000).** Methods of analysis of AOAC International. *AOAC INTERNATIONAL, Maryland, USA(2003)*. **AAbbasi S., Azari S.** Novel freeze drying of onion slices using microwaves. Proceeding of the 5th

**Olaoye, O. A., Ouilude, A., & Idowu, O. A.** Quality characteristic of bread produced from composite flours of wheat, plantain and soy beans. African Journal of Biotechnology, 2006, 5: 1102- 1106.

**Oloyede O.O., Ocheme O.B., NurudeenL.M.** Physical, Sensory and microbiological properties of Wheat-FermentedUnripe Plantain Flour. Nigerian Food Journal, 2013, vol.31, n°2,125.

**-P-**

**POMERANZ Y., 1983.** Molecular Approach to Breadmaking: An Update and New Perspective. The Bakers digest, 72-86.

**-R-**

**Rémésy C., Leenhardt F., Fardet A.** Donner un nouvel avenir au pain dans le cadre d'une alimentation durable et préventive. Cahiers de nutrition et de diététique, 2014, 3.

**Roussel, Philippe et Chiron, Hubert ., 2005 :** Les Pains Français. Evaluation, qualité, production. Conflandey : Maé-Erti Editeurs, 2005.

**-S-**

**Sara, M., Mouna, T., Djamel, S., & Omar, K.** Traditional Algerian fermented food: first data on nutritional characteristics of wheat (*triticum durum*) fermented in underground silos Matmor (Mascara, Algeria) compared to unfermented wheat. Advances in Biology & Earth Sciences Vol.5, No.3, 2020, pp.176-192

**Sidiya DIOUF (2001).** analyses microbiologiques et chimiques des produits de la peche

**Singh N., Singh H., Singh M-B.** Determining the distribution of ash in wheat using de branning and conductivity. *Food Chemistry*, 1998, vol. 62, n°2, 169- 172.

**St-Pierre N., Bélanger V., Brégard A.** Ventilation et conservation des grains à la ferme. Canada :CRAAQ, 2014,p 3-9.

**-T-**

**Thèse Magister. D.N.A.T.A.A.** université Mentouri. Constantine. Algérie. P. 99. 26

**-V-**

**V. Nicolas, P. Salagnac, P. Glouannec, V. Jury, L. Boillereaux, J.P. Ploteau,** Modeling Heat and Mass Transfer in Bread during Baking, Comsol Conference (Paris, France, 17-19 Nov. 2010).

**-Y-**

**Yi J., Johnson J.W, Kerr W.L.** Properties of bread made from frozen dough containing waxy wheat flour. *Journal of Cereal Science*, 2009, 364-366.

# *Annexes*

---

**Composition des milieux de culture**
**Les milieux de culture****1. Germes aérobies + 30 °C**

- **Milieu de culture: PCA**

**2. Escherichia coli**

**Milieu de culture: VRBG:** Gélose Glucose Biliée au Cristal Violet et au Rouge Neutre. Eau peptonée exempte d'indole.

**3. Moisissures**

- **Milieu de culture:** milieux de culture Sabouraud Dextrose Agar

**4. Staphylocoques coagulase +**

- **Milieu de culture:** Milieu gélosé de Chapman

**Milieu PCA**

-Tryptone.....	5g
-Peptone de levure.....	2.5g
-Glucose.....	4g
-Agar.....	9g
-L'eau distillée.....	1dm <sup>3</sup>
-pH.....	7

**Eau physiologie**

-NaCl.....	9g
-L'eau distillée.....	1000ml

**Milieu Chapman au mannitol (solide)**

-tryptone.....	5,0 g
- Peptone pepsique de viande.....	5,0 g
- Extrait de viande.....	1,0
- Mannitol.....	10,0 g
- Chlorure de sodium.....	75,0 g
- Rouge de phénol.....	25,0 mg
- Agar agar bactériologique.....	15,0 g

**Milieu Viande-Foie glucosée – Gélose (VF)**

-Peptone viande-foie.....	30,0 g
-Glucose .....	2,0g
-Amidon soluble .....	2,0g
-Sulfite de sodium .....	2,5g
-Citrate ferrique ammoniacal.....	0,5g
-Agar agar.....	11,0g
-pH.....	7,6 ± 0,2

**Tableau 01:** Les normes du poids spécifique des blés tendres ITCF(2001)

<b>Classe de poids</b>	<b>Caractéristique et qualité</b>
Au dessous de 70 kg/hl	Blé anormal, non commercial
Au dessous de 72 kg/hl	Blé inacceptable a l'intervention
Entre 72-75 kg/hl	Masse faible, léger et de faible valeur meunière
Entre 75-77 kg/hl	Masse moyenne
Entre 77-79 kg/hl	Masse élevée, blé lourd et de bonne valeur meunière
Au dessus de 80 kg/hl	Masse très élevée, blés très lourd, vitreux et dense à très bon rendement