

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 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 : Technologie Agro-alimentaire et contrôle de qualité

Présenté par :

Khelil Aya

Kasmi Nacira

Thème

**Étude des aptitudes technologiques des
farines commercialisées dans la ville de
TIARET**

Jury:

Président: Mr BOUFARES K.

Grade

MCA

Encadrant: Mr BENBEGUARA M.

MAA

Co-encadrant: Mme MOULAY M.

MCA

Examineur : Mr ALI-NEHARI A.

MCA

Année universitaire 2022-2023

Remerciement

Mes remerciements vont tout d'abord à Allah tout puissant pour m'avoir donné la volonté, la patience et le courage de réaliser ce modeste travail.

Nous avons l'honneur et le plaisir d'exprimer nos profondes gratitudes et nos sincères remerciements à Mr Benbeguara M. notre promoteur et notre Copromotrice Mme Moulay M. pour leurs précieuses aides, leurs orientations et le temps qu'ils nous ont accordé pour notre encadrement.

Nous tenons également à exprimer nos sincères remerciements au président Mr BOUFARES et l'examineur Mr ALI-NEHARI qui nous faisons l'honneur de juger notre travail.

Je remercie vivement Melle. HORABI R. Chef département commercial des moulins de Mahdia Spa, ainsi que les ingénieurs de laboratoire d'unité de moulin chacun par son nom de nous avoir acceptés au sein de leur structure et de nous avoir fournis les conditions propices au bon déroulement de notre travail, ainsi qu'un remerciement particulier à Mlle DJALI SARRA pour son aide au laboratoire tout au long de la période des travaux.

Dédicace

Je veux exprimer mon profond amour pour les quatre piliers sur lesquels je me suis toujours appuyé dans ma carrière universitaire depuis que j'ai commencé, mon père, ma mère B., ma mère Z., et ma mère Z.

Je ne pourrai jamais assez vous dire merci pour les conseils, le soutien, les encouragements et pour les prières qui m'ont accompagnés tout au long de mes études. Ce travail est le fruit de tous vos sacrifices, il traduise tout l'amour que je ressens pour vous.

Que Dieu vous garde longtemps près de nous.

A mon frère : SIDAHMED

A mes sœurs : IMÉNE et KHOULOUD et FARIDA

A ma nièce BETTY

A ma belle-famille de petit à grand personne.

Je vous souhaite beaucoup de chance. , que Dieu vous protège.

KHELIL AYA

Dédicace

*Je dédie ce mémoire : A mon très cher parent, ma mère
et mon père*

A mes deux familles : KASMI et BELKACEM.

*Pour leur aide et leur encouragement A mon mari :
HICHEM, remède de mon trac et de mes ennuis Pour
son soutien qui me fait une main-forte*

*Pour sa présence à mes côtés tout au long des moments
difficiles*

*A ma petite fille : MAYAR ALYCE. Pour le sucre
apporté aux moments de détente et la stimulation à ma
persévérance*

*A mes frères GHOULEM et HICHEM et sœurs ILHAM
et HAFIDA, mes neveux et mes nièces du plus grande
RANIA à le petit HAKIM.*

KASMI NACIRA

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction..... - 1 -

PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition de la farine..... - 3 -

2. Composition de la farine - 3 -

3. Types de farines - 4 -

4. La mouture..... - 5 -

4.1.Principe - 5 -

4.2.Etapes de la mouture..... - 5 -

PARTIE EXPÉRIMENTALE

CHAPITRE I

MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Objectifs du travail..... - 9 -

2. Lieu et période de travail - 9 -

3. Provenance des échantillons - 9 -

5. Matériel utilisés..... - 9 -

6. Méthodes de travail - 11 -

6.1.Protocole expérimental : - 11 -

7. Analyses physico-chimiques..... - 12 -

7.1.Teneur en eau - 12 -

7.2.Taux de cendres..... - 12 -

7.3.Taux d'acidité grasse - 13 -

7.4.Taux d'affleurement ou granulation - 14 -

8. Analyses technologiques - 15 -

8.1.Taux de gluten..... - 15 -

8.1.1. Gluten humide.....	- 15 -
8.1.2. Gluten sec	- 16 -
8.1.3. Capacité d'hydratation	- 17 -
9. Test rhéologique.....	- 17 -
9.1.Essai à l'alvéographe chopin	- 17 -
10. Analyses microbiologiques.....	- 20 -
11. Test de panification.....	- 23 -

CHAPITRE II

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. Analyses physico-chimiques.....	- 26 -
1.1.Teneur en eau	- 26 -
1.2.Taux de cendres.....	- 27 -
1.3.Taux d'acidité grasse	- 28 -
1.4.Taux d'affleurement	- 29 -
2. Analyses technologiques	- 30 -
2.1.Taux de gluten humide et sec.....	- 30 -
2.2.Capacité d'hydratation.....	- 31 -
3. Test rhéologique.....	- 31 -
4. Analyses microbiologique	- 36 -
5. Test de panification	- 39 -
Conclusion	- 43 -
Recommandation.....	- 44 -
Références Bibliographiques	- 46 -
Annexe.....	- 50 -
Résumé	- 65 -

LISTE DES ABREVIATIONS

AFNOR :	Association Française de Normalisation
CH :	Capacité d'hydratation
E.R.I.A.D :	entreprise régionale des industries alimentaires et dérivés
F :	Farine
G :	Gonflement
GH :	Gluten humide
GS :	Gluten sec
H :	Humidité
HACCP :	Hazard Analysis Critical Control Point (analyse des risques et maîtrise des points critiques)
ISO :	International Organization for Standardization
JORA :	Journal Officiel Algérien
L :	Extensibilité
NF :	Norme Française
P :	Ténacité
P/L :	Rapport de configuration ténacité/extensibilité
TA :	Taux d'acidité grasse
TC :	Taux de cendres
UFC/g :	Unité formant colonies par gramme
W :	Force boulangère ou Travail

LISTE DES TABLEAUX

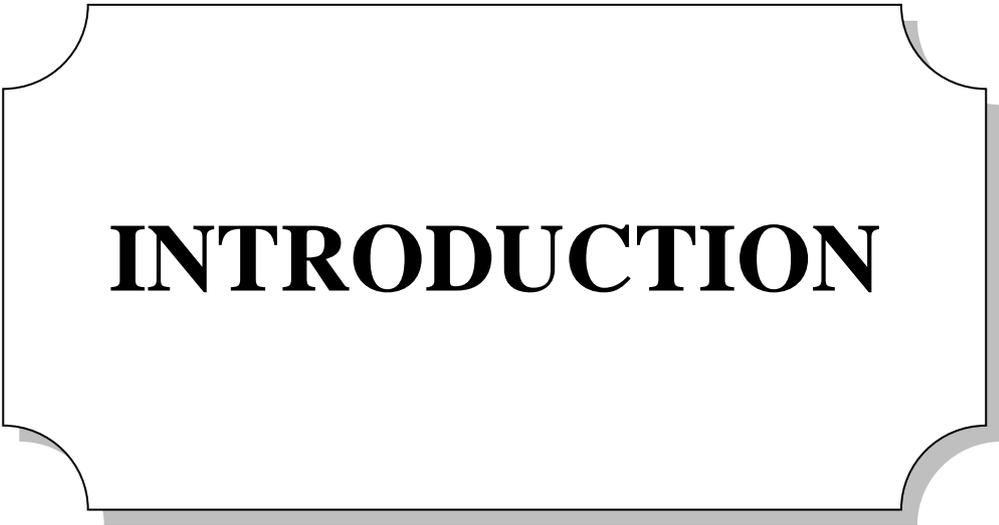
Tableau 01 : Composition biochimique d'une farine extraite à 75-76%	4
Tableau 02 : Types de farine et taux de cendres	5
Tableau 03 : Matériel utilisés dans les analyses.	10
Tableau 04 : Valeurs caractéristiques moyennes des paramètres alvéographiques pour la panification.....	19
Tableau 05 : Résultats des analyses physico-chimiques et technologiques des trois types de farines et les deux mélanges.....	25
Tableau 06 : Résultats rhéologiques des pâtes obtenues à partir des trois types de farines et les deux mélanges.	32
Tableau 07 : Résultats des analyses microbiologiques des farines analysées.	36
Tableau 08 : Résultats d'appréciation des pâtes.	39
Tableau 09 : Appréciation des pains obtenus à partir des trois farines et les deux mélanges.	40

LISTE DES FIGURES

Figure 01 : Farine de blé tendre.	3
Figure 02 : Etapes de la mouture de blé tendre en farine.	6
Figure 03 : Protocole expérimental.	11
Figure 04 : Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés	18
Figure 05 : Teneur en eau des trois types de farine F1, F2, et F3.	26
Figure 06 : Taux de cendres des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.	27
Figure 07 : Taux d'acidité grasse des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.	28
Figure 08 : Taux d'affleurement des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.	29
Figure 09 : Taux de gluten humide et sec des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.	30
Figure 10 : Capacité d'hydratation des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.	31
Figure 11 : Indice de gonflement des trois types de farine F1, F2, F3; et les mélanges F1+F2, et F2 avec améliorant.	33
Figure 12 : Rapport P/L des trois types de farine F1, F2, F3; et les mélanges F1+F2 et F2 avec améliorant.	34
Figure 13 : Force boulangère des trois types de farine F1, F2, F3; et les mélanges F1+F2, et F2 avec améliorant.	35
Figure 14 : Résultats microbiologiques des trois farines analysées par rapport aux normes.	36

LISTE DES ANNEXES

Annexe 01 :Appareillage de laboratoire	50
Annexe 02 : Pains obtenus à partir des farines analysées	54
Annexe 03 : Composition des produits chimiques, réactifs, et milieux de cultures	56
Annexe 04 :Résultats microbiologiques de dénombrement des moisissures	58
Annexe 05 : Tableau d'addition d'eau au pétrissage de l'essai alvéographique	59
Annexe 06 : Alvéogrammes des farines analysées	60



INTRODUCTION

Introduction

De nos jours, les céréales en général, le blé en particulier, constituent la principale base du régime alimentaire pour le consommateur. L'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales, notamment de blé tendre (**Ammar, 2014**).

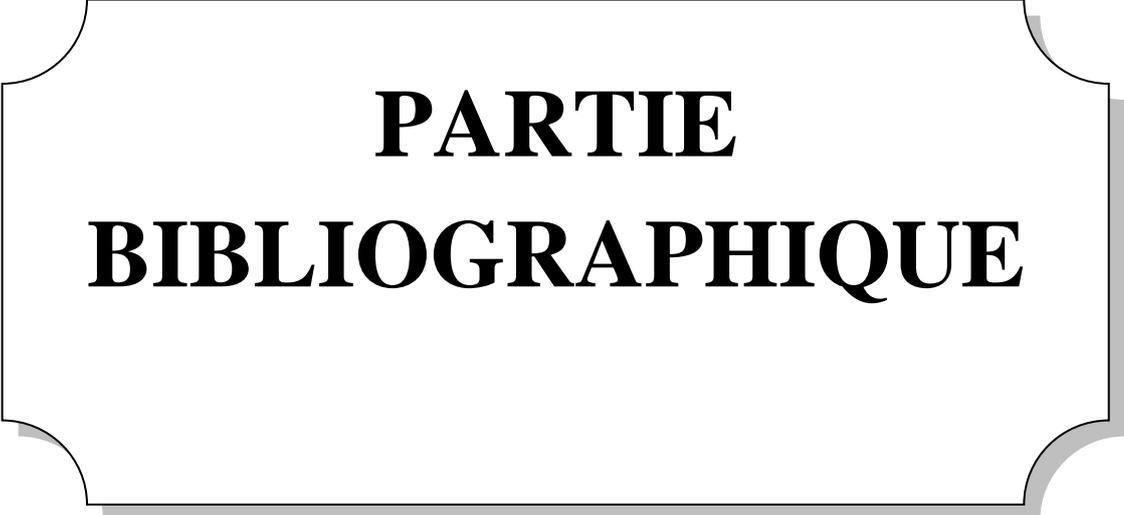
La transformation du blé tendre se fait par la séparation des constituants du grain, cette séparation appelée « la mouture », pour obtenir la farine qui est l'ingrédient essentiel dans la fabrication du pain (**FAO.2020**).

En Algérie, le pain possède une importance socio-économique particulière et occupe une partie importante de la ration alimentaire journalière. Il est le résultat de la mise en œuvre de farine, d'eau, de levure, de sels et de divers améliorants (**Tazerot et Youyou, 2009**).

Les améliorants de panification sont des auxiliaires technologiques qui sont utilisés dans le but de préserver ou de renforcer les qualités du produit. L'améliorant de panification facilite et sécurise le travail du boulanger en agissant sur le comportement de la pâte sur les plans Rhéologique, en augmentant sa tenue, sa force ou son extensibilité pour mieux supporter les passages en machine (**Feillet,2000**).

Ils occupent une place très importante dans le secteur agroalimentaire en général, et plus précisément dans le secteur de panification (**Abdelali, et Abdellaoui, 2021**), mais cela ne signifie pas qu'ils peuvent être remplacés par des alternatives moins coûteuses et préservant la santé du consommateur, et c'est ce que nous voulons atteindre dans ce travail.

Notre travail a pour objectif d'apprécier la qualité technologique, physicochimiques, rhéologiques ; et microbiologiques des farines de blé tendre commercialisées dans la ville de Tiaret ; par l'utilisation de quelques tests de qualité. Le but de ces analyses, en tenant compte de la santé du consommateur et d'un coût adapté pour les boulangers, est de corriger les défauts obtenus qui affectent la qualité de la farine et donc la qualité du pain obtenu.



PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

1. Définition de la farine

La dénomination de la farine, désigne la farine de blé tendre *Triticum aestivum* exclusivement la farine. Ce produit que l'on obtient avec la mouture de l'amande du grain de froment que l'on a broyée et nettoyée (Calvel, 1975).



Figure 01 : farine de blé tendre.

2. Composition de la farine

Selon Calvel (1980), la composition de la farine est résumée dans le tableau 01.

Tableau 01 : Composition biochimique d'une farine extraite à 75-76% (Calvel, 1980).

<i>Composition</i>	<i>Proportions</i>
<i>Matière azotées</i>	8 à 12% dont (7 à 10 % de gluten)
<i>Matières minérales</i>	0.45 à 0.60 %
<i>Matière grasse</i>	1.2 à 0.05 %
<i>Acidité</i>	0.020 à 0.05 %
<i>Sucres</i>	1 à 2 %
<i>Amidon</i>	60 à 72 %
<i>Diastases</i>	B amylases est plus important
<i>Vitamines</i>	Du groupe B, PP et E

3. Types de farines

La farine de blé tendre, également appelée farine de froment, est la farine la plus couramment employée dans la boulangerie. Elle est classée en différentes catégories, appelées "types", en fonction de son taux de cendres. Plus la farine est raffinée, plus son taux de cendres est bas. Les autorités règlementent ce taux. Pour produire du pain classique, les boulangers utilisent généralement de la farine de type 65, qui a un taux de cendres compris entre 0,62% et 0,75%. La farine la plus complète est la farine de type 150 (Feillet, 2000).

Tableau 02 : Types de farine et taux de cendres (Feillet, 2000).

<i>Dénomination</i>	<i>Taux de cendres en %</i>	<i>Taux d'extraction en %</i>	<i>Description</i>
Type 45	≤0,50	70 à 76	Farine très blanche
Type 55	0,50-0,60	75 à 78	Farine blanche
Type 65	0,62-0,75	77 à 80	Farine crème
Type 80	0,75-0,90	80 à 85	Farine bise ou semi-complète
Type 110	1-1,20	85 à 90	Farine complète
Type 150	>1.40	90 à 98	Farine intégrable

4. La mouture

4.1. Principe

Est l'opération centrale de la transformation du blé en farine. Elle repose sur la mise en œuvre de deux opérations unitaires : une opération de fragmentation-dissociation des grains de blé, puis une seconde opération qui assure la séparation des sons et des enveloppes sur la base de leur granulométrie (Feillet, 2000).

4.2. Etapes de la mouture

Selon Doumandji (2003), La figure 02 représente les étapes de la mouture :

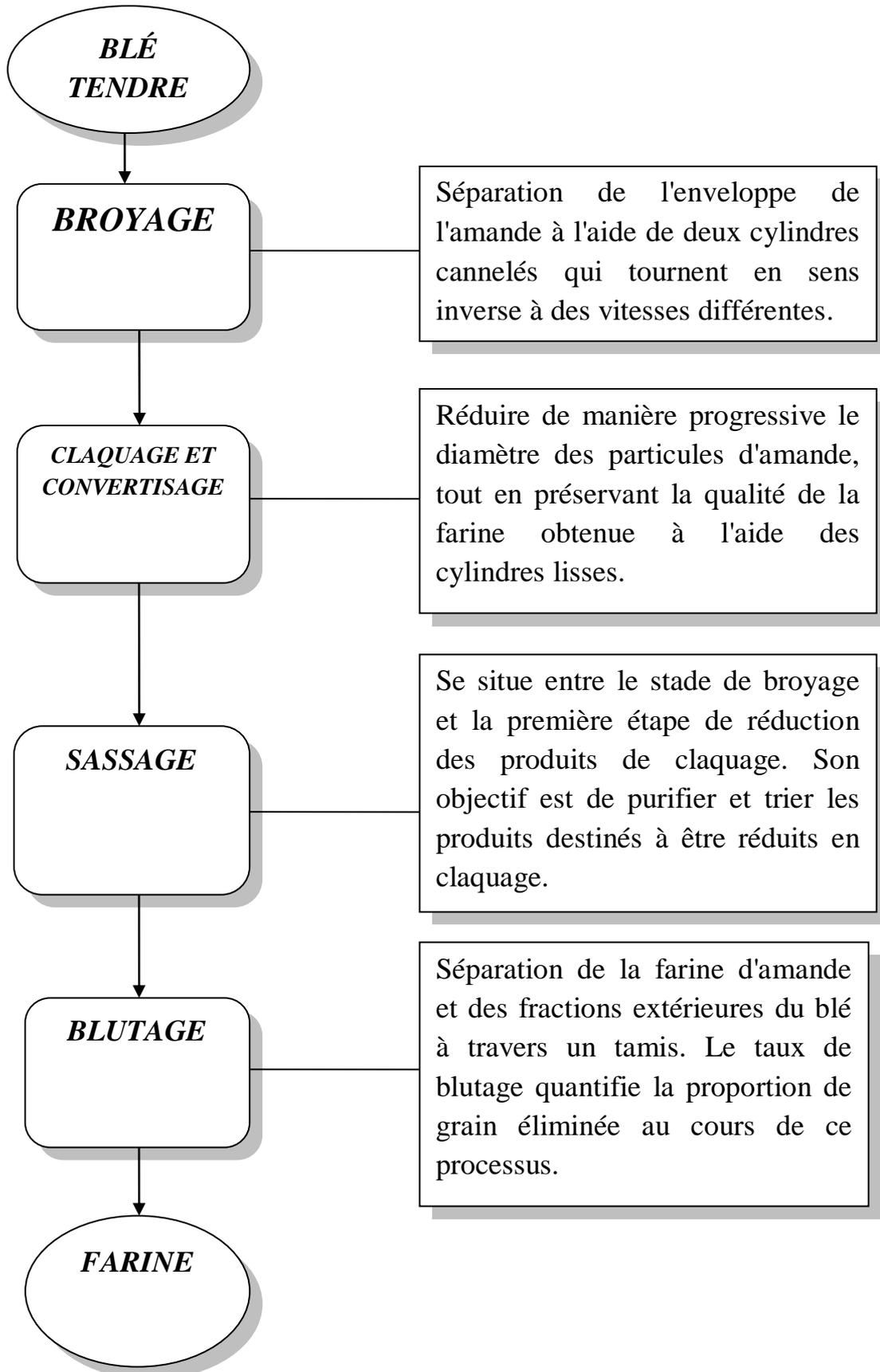


Figure 02 : Etapes de la mouture de blé tendre en farine (Doumandji, 2003).



**PARTIE
EXPÉRIMENTALE**

CHAPITRE I
MATÉRIEL ET
MÉTHODES

1. Objectifs du travail

Les objectifs de notre travail sont résumés dans les points suivants :

- Déterminer les différentes caractéristiques physicochimiques ; technologiques ; et microbiologiques de trois types de farine commercialisées dans la ville de Tiaret et deux mélanges. Les trois farines sont : farine 1 « **la fleur** » ; farine 2 « **el kayed** » ; farine 3 « **les grands moulins de Frenda** », et les mélanges sont "Farine 1+Farine 2" et "Farine 2 avec améliorant".
- Orienter l'utilisation de ces différents types de farines sur la base des résultats alvéographiques.
- Corriger les défauts technologiques de ces farines.

2. Lieu et période de travail

Notre travail a été réalisé au niveau de laboratoire des moulins de **Mahdia -Tiaret-** ; pendant une durée de deux mois allant du *14/02/2023* au *13/04/2023*.

3. Provenance des échantillons

Les farines 1« **la fleur** » et 2« **el Kayed** » ont été ramenées à partir des moulins de Mahdia et les grands moulins de Hamadia respectivement, et la farine 3 « **grands moulins de Frenda** » a été achetée au niveau du marché de la ville de Tiaret.

4. Matériel utilisés

4.1. Matériel de laboratoire

Tous les matériaux de laboratoire que nous avons utilisés sont présentés dans le tableau 03.

Tableau 03 : Matériel utilisés dans les analyses.

<i>Appareillage (annexe 01)</i>	<i>Verreries</i>	<i>Produits chimiques et réactifs</i>	<i>Milieux de culture</i>	<i>Autres</i>
<ul style="list-style-type: none"> _ Balance analytique de 0.001g de précision. _ Balance mono plateau à 0.1g de précision. _ Agitateur rotatif, 30r/min à 60r/min. <ul style="list-style-type: none"> _ Alvéographe Chopin. _ Centrifugeuse à une accélération de 2000g. <ul style="list-style-type: none"> _ Tamiseur. _ Etuve isotherme réglable à 130°C. _ Four à moufle réglable. _ Dessiccateur muni d'un produit dessiccatif. <ul style="list-style-type: none"> _ Glutamic centrifuge. _ Glutork. _ Bain marie réglable à 45°C ± 0,5°C. _ Etuve réglable à 30°C ± 1°C et à 25°C ± 1°C. _ Bec benzène 	<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"> _ Solution d'hydroxyde de sodium « <i>NaOH</i> » à 0.05 mol/l. _ Huile de paraffine. _ L'eau salée avec 25% de Chlorure de sodium « <i>NaCl</i> ». _ Ethanol à 95° (V/V). _ Phénolphtaléine. _ Alcool. _ Eau peptonnée tamponnée (annexe 03) 	<ul style="list-style-type: none"> _ Gélose Glucosée OGA (Oxytétracycline-Glucose-Agar) (annexe 03). _ Gélose chromogène (annexe 03). 	<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.

6. Méthodes de travail

6.1. Protocole expérimental :

Le protocole expérimental de notre étude est résumé dans la figure 03.

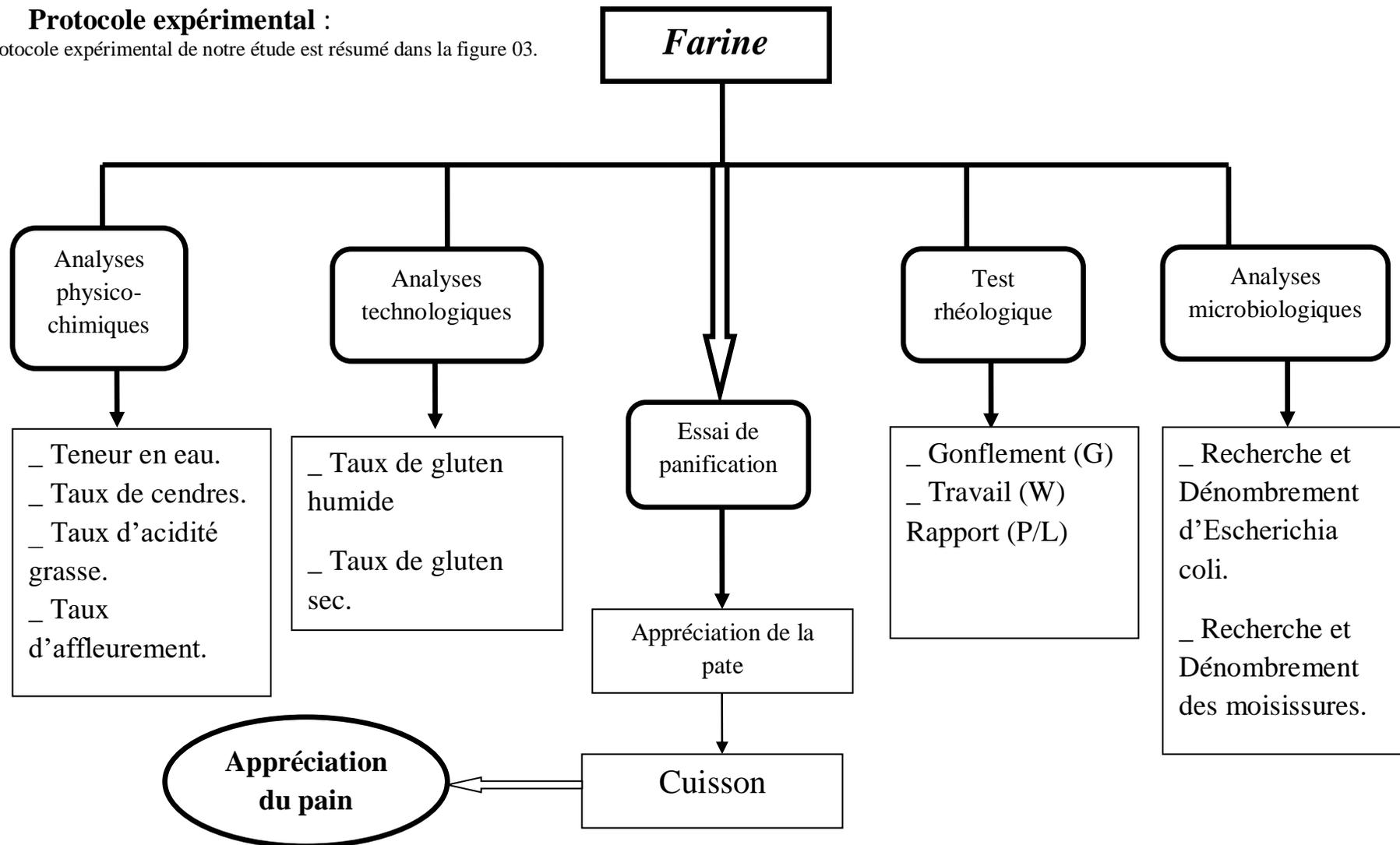


Figure 03 : Protocole expérimental.

7. Analyses physico-chimiques

7.1. Teneur en eau

✓ Principe

La détermination de la teneur en eau consiste à sécher une prise d'essai à une température entre 130 et 133°C (ISO 712, 1998).

✓ Mode opératoire

Selon ISO 712 (1998), les étapes à suivre pour la détermination de la teneur en eau sont :

_ Nous pesons à 0,001g près, 5g de l'échantillon à analyser dans une coupelle préalablement séchée à 130°C pendant 30min et refroidie dans un dessiccateur 15 à 30mn ;

_ Nous avons inséré la coupelle contenant la prise d'essai dans une étuve isotherme réglable à 130°C pendant 90min ;

_ Nous retirons la coupelle de l'étuve et la mettons dans le dessiccateur pendant 15 à 30mn sans superposer les coupelles ;

_ Dès que la coupelle est refroidie, nous la pesons à 0,001g près.

✓ Expression des résultats

La teneur en eau est exprimée en pourcentage :

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

m0: masse en gramme de la prise d'essai.

m1: masse en gramme de la prise d'essai et de la coupelle avant séchage.

m2: masse en gramme de la prise d'essai et de la coupelle après séchage.

7.2. Taux de cendres

✓ Principe

La détermination de taux de cendres se fait par incinération à 550°C de l'échantillon d'essai jusqu'à combustion complète des matières organiques puis pesée du résidu obtenu (ISO 2171, 2007).

✓ **Mode opératoire**

Selon **ISO 2171 (2007)**, la détermination de taux de cendres des échantillons de farine se fait comme suit :

_ Tout d'abord, nous avons déterminé le taux d'humidité de la prise d'essai selon **ISO 712 (1998)** ;

_ Nous avons pesé à 0.1mg près, 5g de l'échantillon à analyser dans un creuset en porcelaine préalablement séché à 130°C pendant 90min ;

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

_ On a placé le creuset et son contenu imbibée d'alcool à l'entrée du four à moufle porté à la température d'incinération en laissant sa porte ouverte le temps que la prés incinération s'achève ;

_ Dès que la flamme s'est éteinte, on a inséré le creuset du four ; nous avons fermé la porte du four et avons continué à le faire incinérer pendant 4h minimum à 550°C ;

_ Une incinération terminer, on sort le creuset du four et on le refroidit dans un dessiccateur 60min à 90min sans superposer les creusets ;

_ Dés que le creuset est refroidi, nous le pesons à 0.1mg près.

✓ **Expression des résultats**

Le pourcentage en masse des cendres rapporté à la matière sèche, est égal à :

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

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 déterminée selon le mode opératoire.

7.3.Taux d'acidité grasse

✓ **Principe**

La détermination de taux d'acidité grasse des différents échantillons analysés dépend de la mise en solution des acides dans l'éthanol à 95° (V/V) à la température de laboratoire, la centrifugation et titrage d'une partie aliquote du surnageant par l'hydroxyde de sodium (**ISO 7305, 1986**).

✓ **Mode opératoire**

Selon **ISO 7305 (1986)**, les étapes suivantes doivent être suivies afin de déterminer le taux d'acidité :

_ Détermination de la teneur en eau de l'échantillon analysé selon **ISO 712 (1998)** ;

_ On a pesé à 0.01g près, une quantité de farine de 5g et on l'a insérée dans un tube à centrifugation ;

_ A l'aide d'une pipette, nous avons introduit 30ml d'éthanol dans le tube de centrifugation ;

_ Nous l'avons agité pendant 1h à l'aide de l'agitateur rotatif en opérant à une température de 20°C ;

_ On met la préparation dans une centrifugeuse pendant 5min ;

_ Nous avons prélevé à l'aide d'une pipette, 20ml de surnageant et l'avons mis dans une fiole. Nous avons ajouté 5 gouttes de phénophtaléine ;

_ Nous avons titré la solution avec la solution d'hydroxyde de sodium « *NaOH* » jusqu'à ce qu'une couleur rose pâle persiste environ 3s ;

✓ **Expression des résultats**

L'acidité grasse est exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche ; est égale à :

$$\text{Taux d'acidité grasse} : \left[\frac{7.35 \times (v_1 - v_0) \times C}{m} \right] \times \left[\frac{100}{100 - H} \right]$$

C = concentration exacte de *NaOH* en mol/L = 0.05 mol/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.

H = la teneur en eau de la prise d'essai.

7.4. Taux d'affleurement ou granulation✓ **Principe**

La détermination de taux d'affleurement d'un échantillon de farine consiste à séparer un matériau en différentes catégories de taille décroissante en utilisant une série de tamis (**JORA, 1997**).

✓ Mode opératoire

Selon **JORA (1997)**, les étapes à suivre pour la détermination de taux d'affleurement sont :

- _ On a pesé à 0.01g près ; 100g de l'échantillon à analyser ;
- _ Nous posons le fond ramasseur sur la plate forme du plansichter ; les tamis appropriés au farine sur le fond ramasseur du plus serré au moins serré ;
- _ Nous versons la prise d'essai dans le tamis le moins serré et posons un autre fond ramasseur sur ce dernier ;
- _ Nous avons répété l'opération de 1 à 3 jusqu'à l'atteinte du niveau haut du plansichter tout en plaçant le fond ramasseur sur la série du tamis supérieur de la dernière série de tamis précédente ;
- _ On pose le couvercle sur le tamis supérieur de la dernière série de tamis et on le ferme hermétiquement avec les deux crochets de sécurité ;
- _ Nous avons commencé en positionnant le minuteur du plansichter sur la position 5min ;
- _ Une fois que le tamisage est achever, nous avons décroché les deux crochets, puis retiré le couvercle et pesé à 0,1g le refus du tamis le moins serré et l'extraction du tamis le plus serré des produits appropriés.

✓ Expression des résultats

Le taux d'affleurement est exprimé en pourcentage comme suit :

$$\text{Taux d'affleurement \%} = \frac{m1}{m0} \times 100$$

m0 : masse de la prise d'essai en gramme.

m1 : masse de refus en gramme.

8. Analyses technologiques**8.1.Taux de gluten****8.1.1. Gluten humide****✓ Principe**

Le principe de la détermination de taux de gluten humide d'un échantillon de farine consiste à Préparer une pate par cet échantillon et de chlorure de sodium, et à Isolement de gluten humide par lavage de cette pate avec une solution tamponnée de chlorure de sodium ; puis essorage et pesée du résidu (**ISO 5531, 1978**).

✓ Mode opératoire

Les étapes à suivre pour déterminer le taux de gluten humide selon **ISO 5531 (1978)**, sont :

_ On a pesé à 0.01g près, 10g de farine et nous les transférés quantitativement dans la capsule métallique ;

_ A l'aide d'une burette, Nous versons goutte à goutte 5.5ml de la solution de Chlorure de Sodium « *NaCl* » ;

_ Nous avons formé une pâte par le mélange de la farine avec la solution salée durant 20 secondes ;

_ Ensuite, le lavage commence automatiquement et dure 5 minutes ;

_ Une fois terminé, nous avons centrifugé le morceau entier de gluten humide pendant 30 secondes, puis avons transféré la fraction qui est passée à travers le tamis dans une cassette à tamis ;

_ Avec une spatule, on a gratté Ce qui est resté dans le tamis, on l'a pesé et on l'a ajouté à la fraction récupérée dans la cassette à tamis ;

_ Nous avons pesé à 0.01g près, le gluten humide.

✓ Expression des résultats

Le gluten humide ; exprimé en pourcentage en masse du produit tel que ; est égal à :

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

m0 : poids de prise d'essai en gramme.

m1 : pois de boule de gluten en gramme.

8.1.2. Gluten sec**✓ Principe**

Le principe de la détermination de taux de gluten sec dans un échantillon de farine, est de dessécher et peser une boule de gluten humide préalablement obtenue (**ISO 6645, 1981**).

✓ Mode opératoire

Selon **ISO 6645 (1981)**, le taux de gluten sec est déterminé en suivant ces étapes :

- _ Nous avons pesé à 0.01g près, la boule de gluten humide ;
- _ Nous avons séché à 150C° pendant 4 minutes ;
- _ Après le séchage ; on a pesé le gluten sec à 0.01g près ;

✓ Expression des résultats

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

m0 : la masse de la prise d'essai effectuée sur le gluten humide (10g).

m2 : la masse du gluten sec.

8.1.3. Capacité d'hydratation

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

✓ Expression des résultats

La capacité d'hydratation est calculée selon l'équation suivante :

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

GH = taux de gluten humide %.

GS = taux de gluten sec %.

9. Test rhéologique**9.1. Essai à l'alvéographe chopin****✓ Définition de l'essai**

L'alvéographe chopin est une technique assez rapide visant à estimer la valeur boulangère ou la force de la pâte, cette force est exprimée par la levée du pain sous l'action des gaz issus de la fermentation (**Frate et Stéphan, 2005**).

✓ **Principe**

Selon **ISO 27971 (2008)**, Le principe de l'essai d'Alvéographe est d'évaluer le comportement d'une pâte formée à partir d'un mélange de différents types de farines et d'eau salée pendant la déformation. Un disque de pâte est soumis à un débit d'air constant; dans un premier temps il résiste à la pression, puis il gonfle sous la forme d'une bulle, selon son extensibilité, et éclate. Cette évolution est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée « alvéogramme » (figure n° 04).

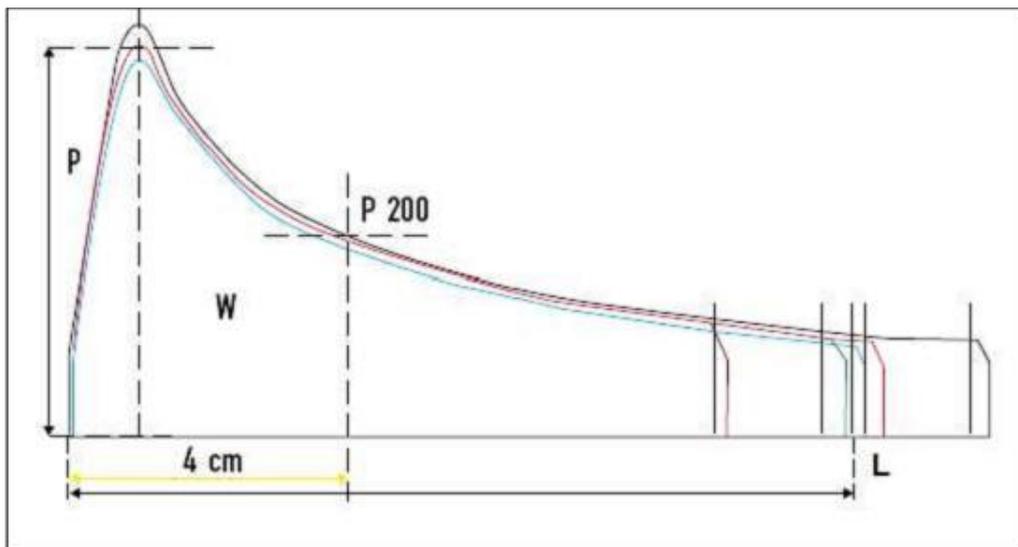


Figure 04 : Courbe alvéographique avec indication des différents paramètres mesurés (Roussel et Chiron, 2005).

✓ **Mode opératoire**

Selon **ISO 5530-4 (2002)**, L'essai à l'alvéographe chopin se fait comme suit :

- _ Nous avons Mélangé 250g de farine avec une quantité de l'eau salée en fonction de l'humidité de la prise d'essai (annexe 05) pour réaliser une pâte ;
- _ On a prélevé par extrusion cinq morceau de pâtes ;
- _ On a laminé ces cinq morceaux de pâte de façon 12 fois à obtenir des abaisses identiques ;
- _ A l'aide d'un emporte-pièce spécifique, Nous avons découpé les cinq morceaux laminés ;
- _ On a laissé reposer les cinq pâtons vingt minutes dans l'étuve de l'appareille; réglée à 25°C ;
- _ Chaque pâton est déposé sur la platine de l'alvéographe et un système pneumatique insuffle d'aire en dessous ;
- _ Lorsque le pâton gonfle, il crée une bulle qui subit différentes pressions sur ses parois internes jusqu'à l'éclatement.

Ces variations de pression sont enregistrées par l'alvéographe, qui produit cinq courbes. Pour obtenir une courbe unique, ces courbes sont moyennées.

✓ **Expression des résultats :**

L'alvéogramme est composé de quatre mesures principales : la pression maximale (P), la longueur maximale de gonflement (L), le gonflement (G) et le rapport P/L.

_ « **P** » La pression maximale (en mm) : enregistrée à l'intérieure de la bulle, résistance maximum à la déformation, elle représente la ténacité ou l'élasticité de la pâte.

_ « **L** » La longueur maximale de graphique (en mm) : elle correspond au gonflement maximum de la bulle ayant qu'elle éclate. Elle correspond à l'extensibilité de la pâte.

_ « **G** » L'indice de gonflement : est calculé en fonction de la partie "L" :

$$G = 2.22 \times \sqrt{L}$$

_ **Le rapport « P/L »** : ce rapport entre la ténacité et extensibilité est souvent associé à un équilibre dans les caractéristiques physiques de la pâte.

_ « **W** » La force boulangère de la farine : il correspond au travail de déformation nécessaire pour déformer la bulle de pate jusqu'à la rupture. C'est la surface de la courbe ($\text{cm}^2 \times 6,25 = 10^{-4}\text{J}$).

_ « **Ie** » L'indice d'élasticité : il met en évidence les variations de chute de la courbe. C'est "le creux" de la courbe. Lorsque la baisse de pression est très rapide, la courbe creuse, l'indice d'élasticité est faible et inversement.

Tableau 04 : Valeurs caractéristiques moyennes des paramètres alvéographiques pour la panification (Roussel et Chiron, 2005).

<i>Appréciation</i>	<i>P (mm)</i>	<i>G (cm³)</i>	<i>Ie</i>	<i>W (10⁻⁴j)</i>
<i>Insuffisant</i>	<40	<20	<35	<150
<i>Moyen</i>	40 – 60	20 – 22	35 – 45	150 – 180
<i>Bon</i>	60–80	22–24	45–55	180–222
<i>Elevé</i>	>80	>24	>55	>222

10. Analyses microbiologiques

✓ Principe

Selon **ISO 7698 (1990)**, Le principe de dénombrement des bactéries et des moisissures de l'échantillon analysé consiste à :

L'ensemencement en profondeur des deux milieux de culture coulés dans deux boîtes de Pétri, avec une quantité déterminée de la suspension mère, et à l'ensemencement des dilutions décimales des autres boîtes, obtenues à partir de la suspension mère.

L'incubation en aérobiose des boîtes contenant le milieu gélosé pour le dénombrement des bactéries à 30°C, pendant 3 jours ; puis l'incubation en aérobiose des boîtes contenant le milieu gélosé, pour le dénombrement des moisissures à 25°C, pendant 3 jours 4 jours ou 5 jours.

Calcul du nombre de bactéries, à partir du nombre de colonies obtenues dans les boîtes retenues de milieu gélosé.

Calcul du nombre de moisissures à partir du nombre de colonies obtenues dans les boîtes retenues de milieu gélosé.

✓ Préparation des échantillons

Selon **JORA (2017)**, Le laboratoire doit disposer d'environ 500g de produit, soit 5 fois 100g. Ces 100g peuvent être fournis par une ou plusieurs pièces.

Ces prélèvements doivent, respecter les règles d'asepsie et les règles de représentativité.

L'échantillon de la farine analysée doit être réparti, au moins, en cinq (5) unités issues d'un même lot.

✓ Préparation de la solution mère et des dilutions décimales

La solution mère à été préparée en pesant et mélangeant 10g de farine dans 90ml d'eau peptonnée tamponnée stérile autour d'une flamme.

La solution obtenue à représenté la suspension mère correspondant à la dilution 10^{-1} .

La solution à été laissée au repos afin de se dissoudre et de permettre une revivification des germes à la température ambiante pendant 30 à 45 minutes. A partir de cette suspension une deuxième dilution décimale à été effectuée après homogénéisation en mettant 1 ml de la solution mère dans 9ml d'eau peptonnée tamponnée pour obtenir la dilution 10^{-2} (**Sanouet al., 2017**).

✓ Dénombrement des moisissures**1) Ensemencement et incubation**

Selon **ISO 7698 (1990)**, l'ensemencement et l'incubation des moisissures se fait par les étapes suivantes :

_ Prendre deux boîtes de Pétri stériles, Transférer, dans chacune de ces boites, à l'aide d'une pipette stérile, 1ml de la suspension mère (dilution 10^{-1}) ;

_ Prendre deux autres boîtes de Pétri stériles. Transférer, dans chacune de ces boites, à l'aide d'une nouvelle pipette stérile, 1 ml de la dilution 10^{-2} ;

_ Couler dans chaque boîte de Pétri, environ 15ml de la gélose OGA, 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 et le moment où le milieu est coulé dans les boites, ne doit pas dépasser 15 min ;

_ Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu et laisser se solidifier en posant les boites de Pétri sur une surface fraîche horizontale. Préparer également une boîte témoin avec 15ml du milieu pour contrôler sa stérilité ;

_ Placer les boîtes de milieu retournées ou non, dans l'autre étuve réglée à 25°C pendant 5 jours.

2) Interprétation

Compter les colonies sur chaque boite après 3, 4 et 5 jours d'incubation. Après 5 jours, retenir les boites contenant moins de 150 colonies. Si des parties de boîtes sont envahies par des moisissures ou s'il est difficile de compter des colonies bien isolées, retenir les comptages obtenus après 4, ou même 3 jours d'incubation.

Si cela est nécessaire, procéder à un examen microscopique pour distinguer, selon l'aspect morphologique, les colonies de levures et moisissures des colonies de bactéries.

✓ Dénombrement d'*Escherichia coli***1) Ensemencement et incubation**

Selon **ISO 16649-2 (2001)**, l'ensemencement et l'incubation d'*Escherichia coli* se fait par les étapes suivantes :

_ A l'aide d'une pipette stérile ou d'une micropipette, transférer dans une boîte de Pétri stérile 1 ml de la suspension mère (10^{-1}). Ensemencer deux boîtes par dilution ;

_ Si nécessaire, répéter ces opérations avec les dilutions décimales suivantes, en utilisant une nouvelle pipette stérile pour chaque dilution ;

_ Couler dans chaque boîte de Pétri environ 15 ml du milieu Chromo-génique sélectif, refroidi préalablement dans le bain d'eau à une température comprise entre 44°C et 47°C ;

_ Mélanger soigneusement l'inoculum au milieu, et laisser le mélange se solidifier, en posant les boîtes de Pétri sur une surface horizontale fraîche ;

_ Le temps s'écoulant entre le dépôt de l'inoculum dans la boîte de Pétri et l'ajout du milieu ne doit pas dépasser 15 min ;

_ Retourner les boîtesensemencées de façon que le bas soit tourné vers le haut et les placer dans une étuve réglée à 44°C pendant 18h à 24h. Le temps total d'incubation ne doit pas être supérieur à 24 h.

✓ Expression des résultats

Selon **N'goran-Aw et al., (2018)**, Les résultats obtenus ont été exprimés en unité format colonies (UFC) par boîte; ces derniers sont ensuite repris en UFC/g par l'application de la formule:

$$N = (\Sigma \text{Colonies}) / (V_{ml} \times (n1 + 0,1 n2) \times D)$$

Où :

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 : Le résultat doit être exprimé par un nombre compris entre 1,0 et 9,9 multiplié par 10, x étant la puissance appropriée de 10.

S'il n'y a aucune colonie sur les boîtes au niveau de la suspension mère, si le produit d'origine est solide, le nombre de moisissures par gramme de produit sera rapporté comme étant inférieur à 10.

Selon **JORA (2017)**, L'interprétation des résultats s'effectue selon un plan à trois classes, les résultats s'expriment de la façon suivante :

- Si le résultat de l'analyse est inférieur ou égal à m, le résultat du critère microbiologique est **satisfaisant** ;
- Si le résultat de l'analyse n'excède pas M et si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat supérieur à m et compris entre 1 et c, le résultat du critère microbiologique est **acceptable** ;
- Si le résultat de l'analyse excède M ou si le nombre d'unités de l'échantillon donnant un résultat compris entre m et M est supérieur à c, le résultat du critère microbiologique est **non satisfaisant**.

11. Test de panification

✓ Principe

Le principe est l'obtention d'une pâte par pétrissage intensifié de farine, d'eau, de levure et le sel suivi d'un pointage de 30 minutes, d'un façonnage manuel puis d'un apprêt et mise à la cuisson à 250°C pendant 25 minutes (**Fould Springer, 1988**).

✓ Ingrédients

Comme nous avons utilisé un pétrin de 250g, les ingrédients étaient les suivants :

- _ Farine: La quantité de 250 g.
- _ Eau : 125 à 130ml.
- _ Levure : la quantité de 5g.
- _ Sel : 5.5g.

✓ Mode opératoire

Selon **Roussel (1997)**, les étapes à suivre pour le test de panification sont :

- _ Nous avons mélangé la farine, l'eau et la levure dans le pétrin ;
- _ On a pétrissé pendant 5 minutes ;
- _ Faites une pause de 2 minutes ;
- _ Nous avons pétri pendant 12 minutes (ajouter du sel après 6 minutes) ;
- _ Pointage (fermentation initiale) : Nous mettons la pâte au four à 27°C, 60 minutes ;
- _ Façonnage ;
- _ Apprêt (fermentation finale) : On met les pâtons au four à 27°C pendant 1h45 ;
- _ Nous le mettons au four à 240°C pendant 25 minutes.

✓ Expression des résultats :

Des notes sont marquées à la fin de chaque étape de test.

Mesurez le volume et le poids des pains au moins 1 heure après leur sortie du four.

La hauteur a été mesurée 12 heures après la sortie des pains du four.

Notez la couleur de la croûte, l'épaisseur de la croûte et l'apparence des miettes.

CHAPITRE II
RÉSULTATS ET
DISCUSSION

✓ **Analyses physicochimiques et technologiques :**

Tous les résultats des analyses physico-chimiques et technologiques sont résumés dans le tableau 05.

Tableau 05 : Résultats des analyses physico-chimiques et technologiques des trois types de farines et le mélange F1+F2

<i>Produit</i>	<i>H%</i>	<i>TC%</i>	<i>TA%</i>	<i>Taux Affleurement %</i>	<i>Taux de GH %</i>	<i>Taux de GS%</i>	<i>CH %</i>
<i>Farine1</i>	15.5	0.67	0.017	6.4	22.0	7.2	67.3
<i>Farine 2</i>	15.6	0.56	0.028	12.1	20.9	7.2	65.6
<i>Farine 3</i>	14.0	0.57	0.034	5.7	23.7	7.9	66.7
<i>Mélange F1+F2</i>	14.4	0.63	0.029	5.1	25.0	8.4	66.4
<i>Normes</i>	≤ 15.5 %	≤ 1.1%	≤ 0.05 mg/KO H/100g	≤ 10%	33≤GH≥34 %	≤ 12.5 %	65.6≤CH≥68.3 (>69) %

1. Analyses physico-chimiques

1.1. Teneur en eau

Les résultats de la teneur en eau des farines analysées sont présentés dans la figure 05 :

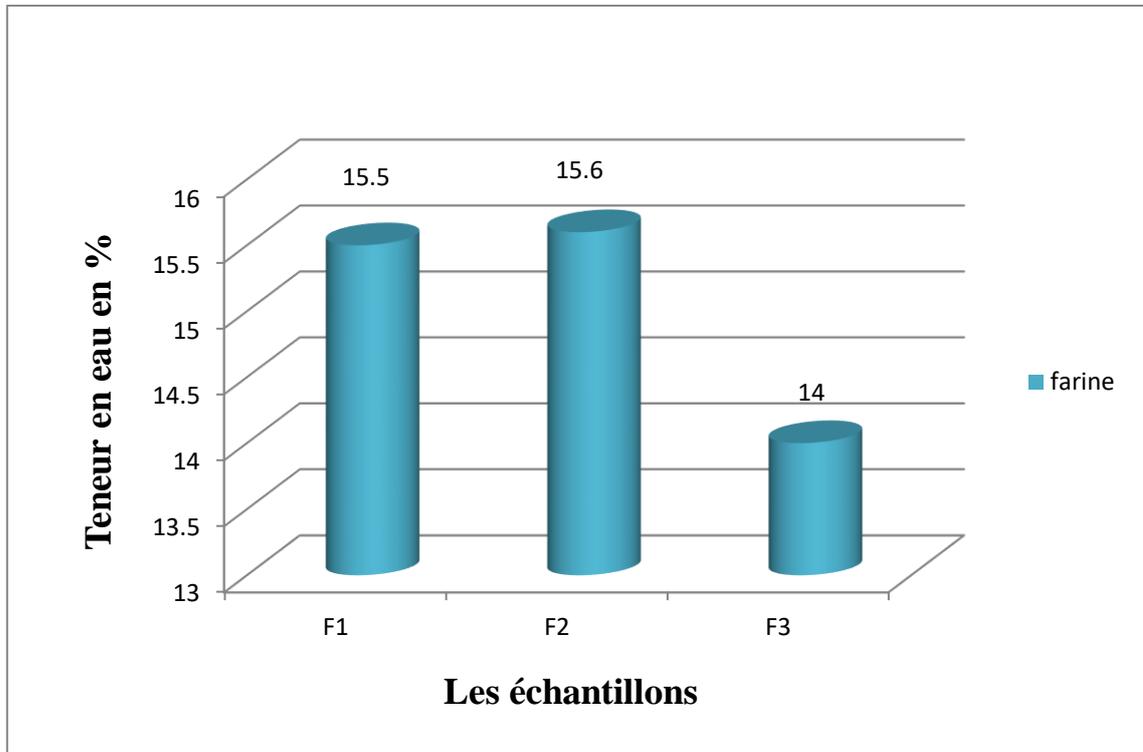


Figure 05 : Teneur en eau des trois types de farine F1, F2, et F3.

La teneur en eau des farines est un paramètre important qui doit être $\leq 15.5\%$, pour que la farine se conserve convenablement (ISO 712, 1989).

Pour cela nos trois types de farines présentent un taux d'humidité acceptable ($\leq 15.5\%$).

La détermination de l'humidité est importante car elle conditionne d'une part la précision des différents résultats analytiques rapportés à la matière sèche et d'autre part la mise en œuvre de tests technologiques tels que les tests de panification (Calvel, 1984).

Les valeurs de la teneur en eau des farines analysées varient entre 14% à 15.6%, qui sont conformes à la norme ci-dessus, qui donne une très bonne tenue au moment de pétrissage.

1.2. Taux de cendres

Les résultats de taux de cendres des farines analysées sont présentés dans la figure 06 :

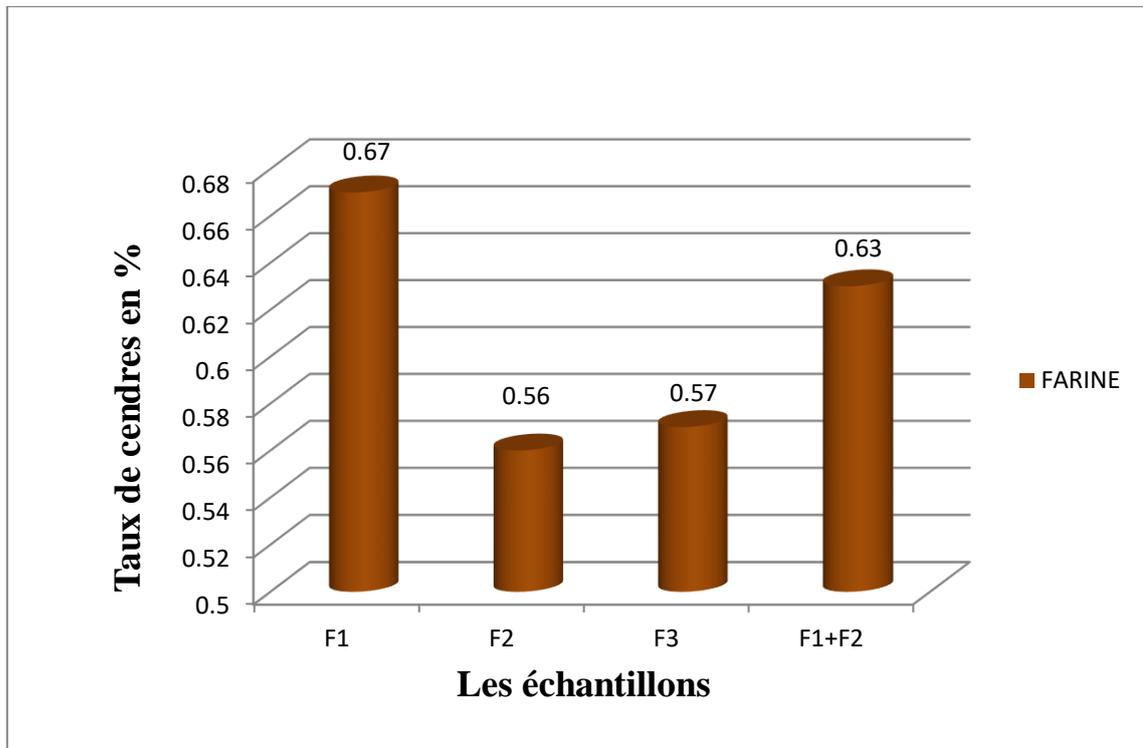


Figure 06 : Taux de cendres des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.

La teneur en cendres est un indicateur de la pureté de la farine, plus la farine est pure, plus sa teneur en cendres est faible, ce qui est lié au taux d'extraction et à la minéralisation du grain broyé. Il définit également les types commerciaux de farine (Feillet, 2000).

D'après les résultats trouvés, le taux de cendres de tous les échantillons analysés est conforme à la valeur indiquée par Eriad (1984), qui est (0,56% à 0,67%).

Selon Feillet (2000), La farine 2 et farine 3 qui présentent un taux de cendres de 0.56% et 0,57% respectivement sont des farines panifiables et sont classées de type 55, par contre la farine 1 et le mélange F1+F2 qui présentent un taux de cendres 0,67% et 0,63% respectivement sont des farines de type 65 utilisées pour les pains spéciaux.

1.3. Taux d'acidité grasse

La figure 07 illustre les résultats de taux d'acidité grasse des farines analysées :

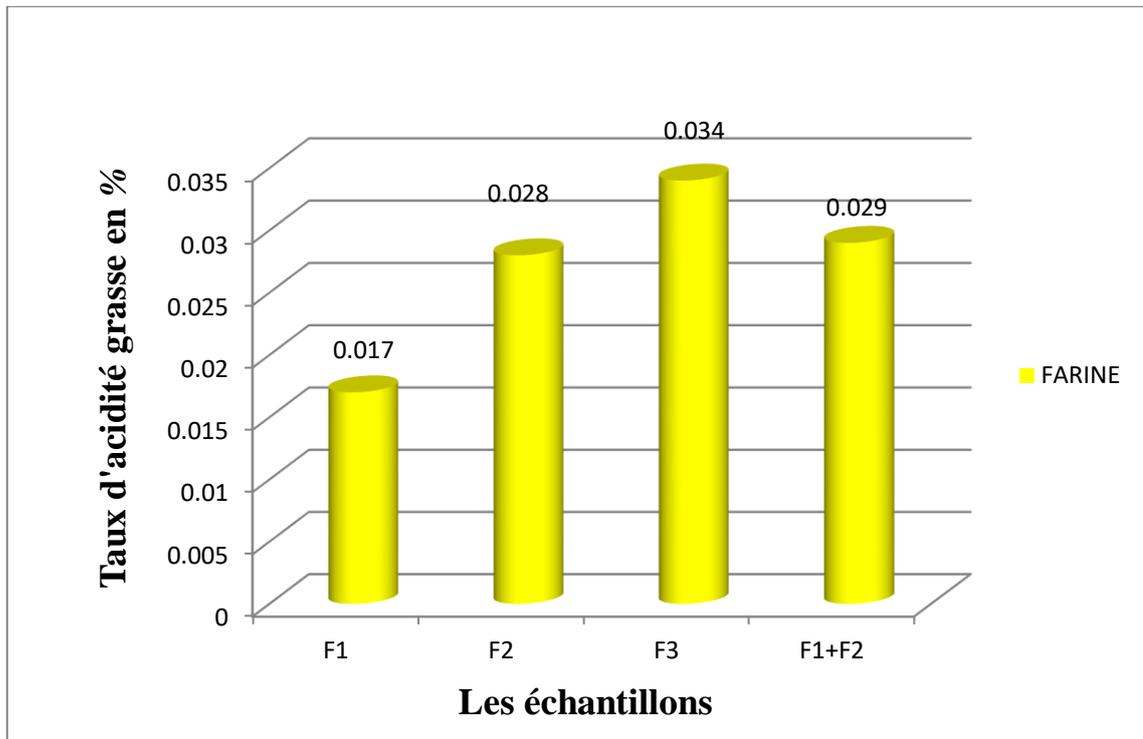


Figure 07 : Taux d'acidité grasse des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.

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 (**Sempore, 2013**).

D'après nos résultats, les valeurs de taux d'acidité grasse des farines analysées oscillent entre 0,017% à 0.034%, qui sont conformes à la norme citée par **ISO 7305 (1998)**, qui donne une valeur de (≤ 0.050 mg/KOH/100g).

Nous constatons que la valeur de taux d'acidité de mélange F1+F2 qui est 0.029%, est conforme à la norme citée précédemment.

1.4. Taux d'affleurement

Les résultats de taux d'affleurement des farines analysées sont présentés dans la figure 08 :

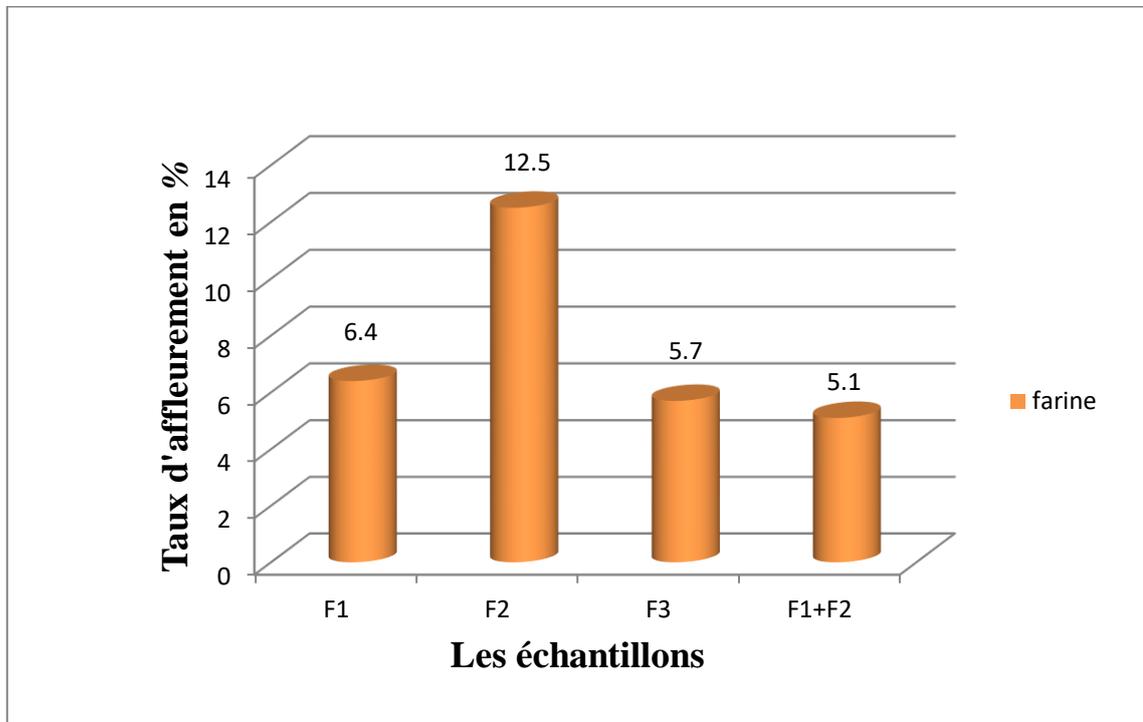


Figure 08 : Taux d'affleurement des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.

La granulométrie de la farine peut caractériser la distribution en taille et en nombre des particules constitutives, dont dépend le comportement de la farine lors de la conversion, notamment le taux d'hydratation (**Feillet, 2000**).

Le taux d'affleurement de la farine 1, farine 3, et le mélange F1+F2 présente des valeurs de 6,4, 5,7, et 5.1 respectivement ; sont concordent avec la norme (**Afnor, 1982**) qui est inférieure à 10%, d'autre part, nous observons que la farine 2 possède un taux d'affleurement de 12,5 qui dépasse la norme.

Selon **Colas (1991)**, En boulangerie, la quantité d'eau absorbée par le produit ainsi que la vitesse d'absorption augmente avec la finesse des particules.

Cette augmentation est généralement associée à l'élévation du taux d'amidon endommagé qui est en relation avec l'indice de chute, ce qui montre une corrélation entre ce dernier et le taux d'affleurement.

2. Analyses technologiques

2.1. Taux de gluten humide et sec

Les résultats de taux de gluten humide et sec des farines analysées sont présentés dans la figure 09 :

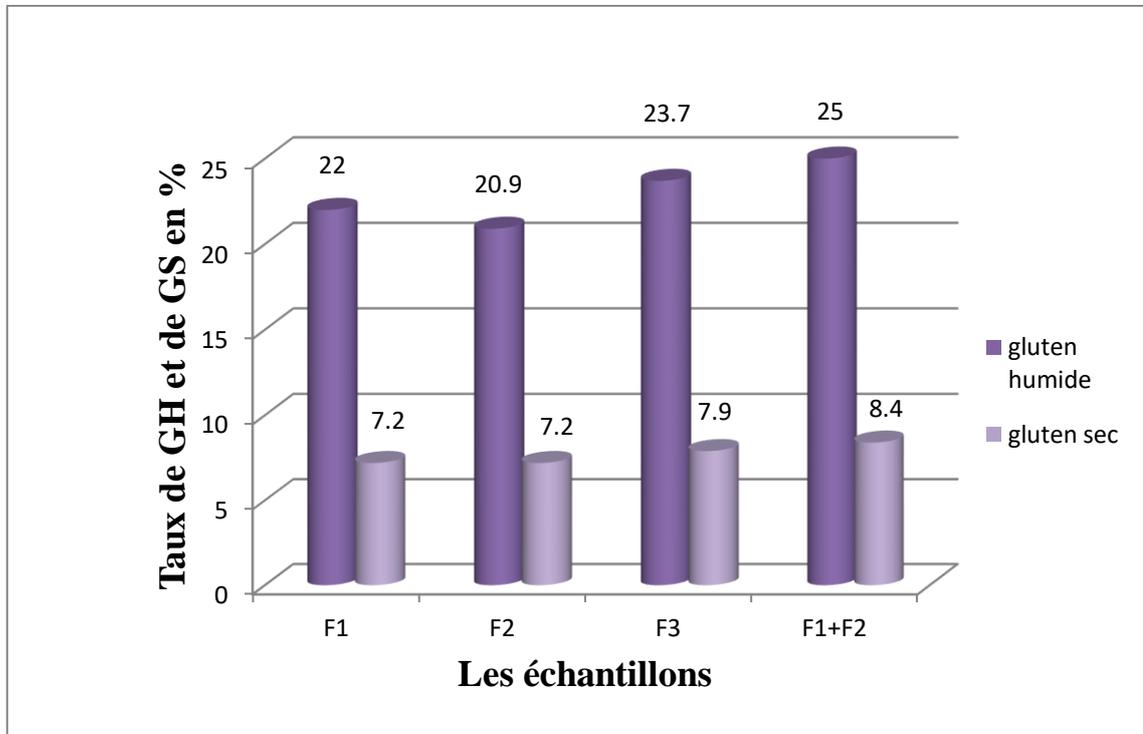


Figure 09 : Taux de gluten humide et sec des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.

Une grande partie des propriétés des farines liée aux caractéristiques du gluten, Le gluten contenu dans une farine de mauvaise qualité est plus hydraté, visqueux et moins élastique que le gluten dérivé d'une farine de bonne qualité (**Feillet, 2000**).

Nous observons que les résultats de taux de gluten humide des trois farines analysées et le mélange qui varient entre 20,9% à 25%, sont inférieurs à l'intervalle de 33-34% indiqué par **Godon (1991)**.

D'autre part, les valeurs du Gluten sec qui varient entre 7,2% à 8,4%, sont également inférieures à 12,5% trouvé par (**Ounane et al., 2006**).

Donc nos résultats se trouvent au dessous de la limite minimale. Cette diminution semble être due à la durée de stockage de la farine.

2.2. Capacité d'hydratation

La capacité d'hydratation de nos farines est présentée dans la figure 10 :

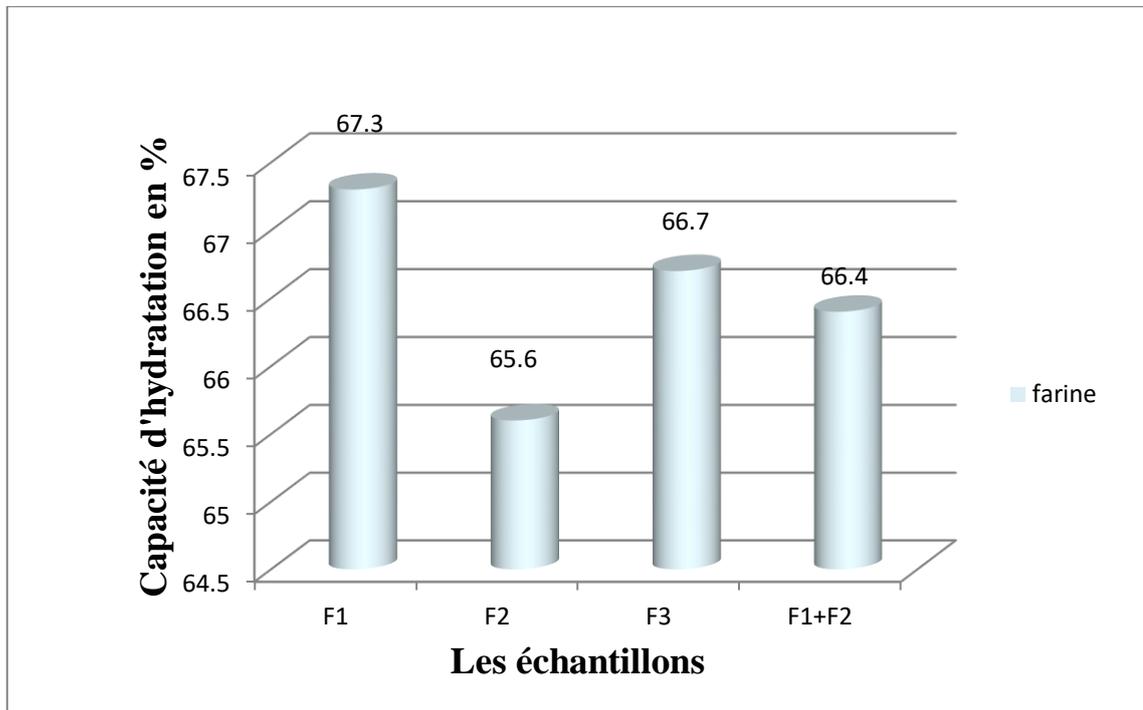


Figure 10 : Capacité d'hydratation des trois types de farine F1, F2, F3; et le mélange F1+F2.

La capacité d'hydratation est directement liée à la qualité de la farine. Il correspond à la quantité d'eau ajoutée.

Cette capacité doit être comprise entre 62 et 65% et peut s'élever à 69% (**Lecop, 1965**).

Les valeurs de la capacité d'hydratation des farines analysées et le mélange oscillent entre 65,6% et 67,3%, sont concordes à la valeur citée précédemment.

D'après nos résultats, les farines analysées présentent une très bonne capacité d'hydratation ce qui donne une idée directe sur la bonne qualité du gluten composant ces farines.

3. Test rhéologique

Essai à l'Alvéographe de Chopin

Les résultats de l'essai à l'Alvéographe sont regroupés dans le tableau 06.

Tableau 06 : Résultats rhéologiques des pâtes obtenues à partir des trois types de farines et les deux mélanges.

<i>Paramètre produit</i>	<i>G (m³)</i>	<i>W (10⁴j)</i>	<i>P</i>	<i>P/L</i>	<i>Ie</i>	<i>L (mm)</i>
<i>Farine 1</i>	18.2	228	94	1.30	53.0	68
<i>Farine 2</i>	16.2	181	90	1.69	51.0	53
<i>Farine 3</i>	19.4	238	93	1.23	51.4	76
<i>Mélange F1+F2</i>	19.0	191	76	1.05	52.2	73
<i>Mélange F2+ améliorant</i>	17.4	104	66,2	1,09	40	61
<i>Normes (JORA-1991)</i>	<i>G ≥ 20</i>	<i>130 ≤ W ≤ 180</i>	-----	<i>0,45 ≤ P/L ≤ 0,65</i>	-----	-----

✓ **Gonflement « G » (en cm³)**

Les résultats de gonflement des farines analysées sont présentés dans la figure 11:

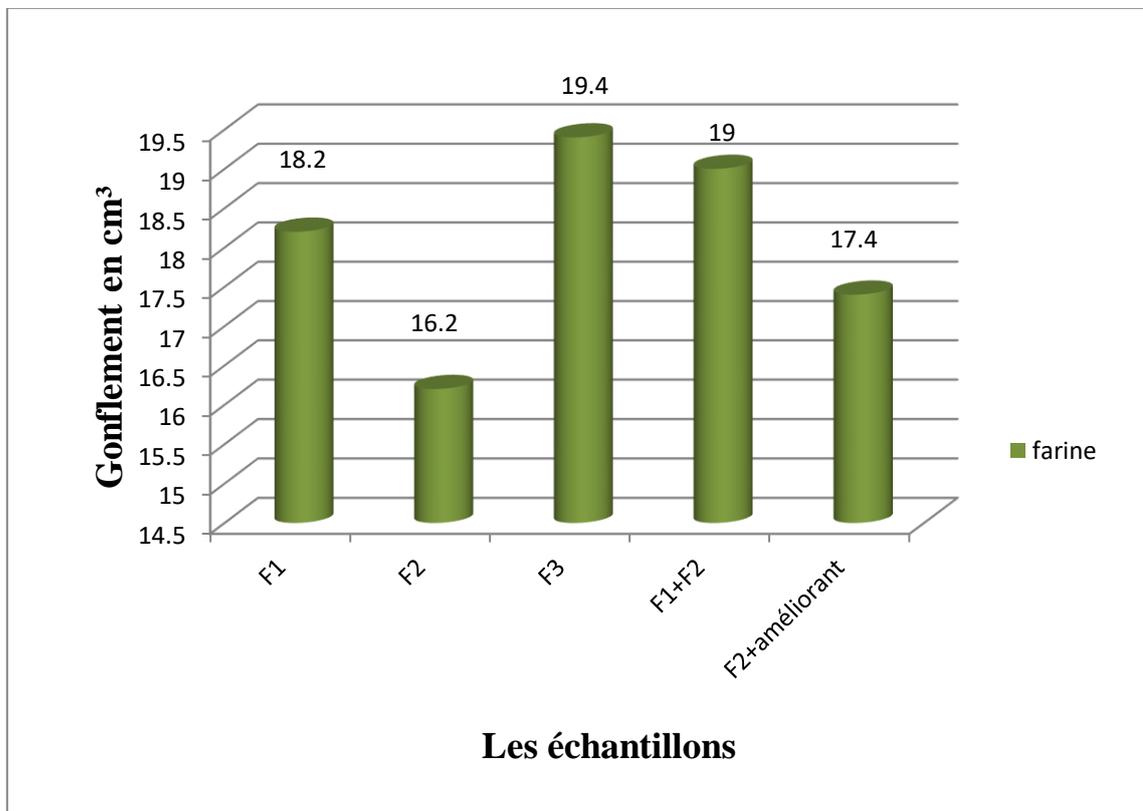


Figure 11 : L'indice de gonflement des trois types de farine F1, F2, F3; et les mélanges F1+F2, et F2 avec améliorant.

Le phénomène de gonflement permet d'évaluer l'extensibilité des pâtes et de mesurer la capacité du réseau de gluten à conserver le gaz carbonique (**Godon et Loisel, 1997**).

L'indice de gonflement des farines analysées varie entre 16,2cm³ et 19,4cm³.

Les valeurs de gonflement des farines 1, 2, et le mélange F2 avec améliorant sont inférieure à la norme, par contre, les valeurs de la farine 3 et le mélange F1+F2 sont proche à la norme citée dans (**JORA, 1991**) qui est ≥ 20 .

D'après **Roussel et Chiron (2005)**, les farines qui présentent des valeurs inférieures à 20cm³ sont insuffisantes pour une bonne panification.

✓ **Le rapport de configuration «P/L»**

La figure 12 illustre les résultats de rapport P/L des farines analysées :

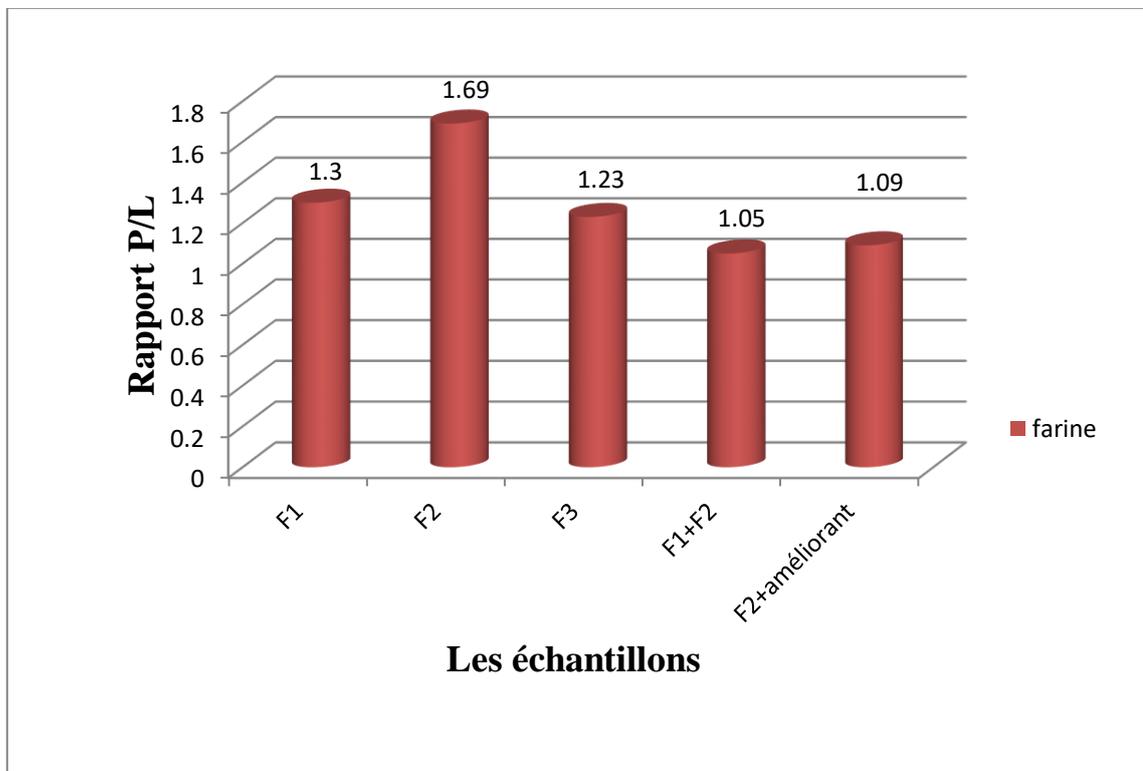


Figure 12 : Le rapport P/L des trois types de farine F1, F2, F3; et les mélanges F1+F2 et F2 avec améliorant.

Ce rapport traduit l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité des pâtes formées donc l'équilibre générale de l'alvéographe (**Dubois, 1995**).

Les résultats du rapport P/L des farines analysées varient entre 1,05 et 1.69.

Selon (**JROA, 1991**), le rapport P/L des trois farines et les deux mélanges est très supérieur à la norme qui est de (0,45 à 0,65).

Selon **Frate et Stéphane (2005)**, ce déséquilibre liée à :

_ La quantité importante de protéines dans la fraction gliadine en comparaison de la gluténine, qui est influencée par les facteurs agronomiques et climatiques au moment de l'accumulation des réserves protéiques dans les grains.

_ Une texture plus tendre de l'albumen.

_ Une faible teneur en pentosanes.

✓ Le travail «W»

Les résultats de force boulangère des farines analysées sont présentés dans la figure 13 :

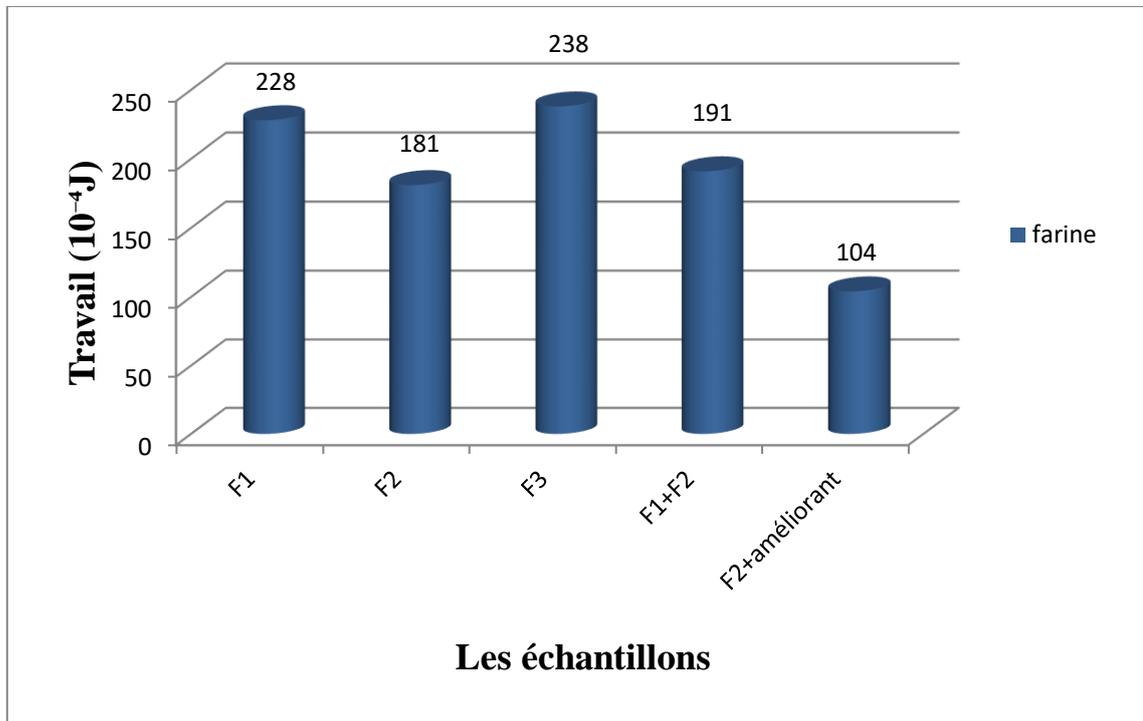


Figure 13 : La force boulangère des trois types de farine F1, F2, F3; et les mélanges F1+F2, et F2 avec améliorant.

Selon **Calvel (1986)**, le W chiffre la valeur globale des qualités plastiques. Il est principalement lié à la teneur en protéines (**Renard et They, 1998**).

Les résultats de force boulangère des farines analysées oscillent entre 104 et 238.

D'après les résultats obtenus, les valeurs de la force boulangère des farines 1, 3, et les mélange F1+F2 , F2 avec améliorant qui sont 228, 238, 191, 104 respectivement, sont non conformes à la norme du (**JORA, 1991**) qui est entre 130 et 180, et la force boulangère de la farine 2 qui est 181 est très proche à la norme.

Selon **Feillet (2000)** La variabilité de la force boulangère s'explique par :

_ La teneur en gliadines et gluténines, et la disponibilité de certains acides aminés (cystéine), qui fournissent des ponts disulfure intramoléculaires par lesquels les gliadines sont liées, réduisant ainsi les fortes interactions intramoléculaires.

Les courbes alvéographiques « Alvéogrammes » des cinq types de farine sont présentées dans l'annexe 06.

4. Analyses microbiologique

Les résultats microbiologiques sont résumés dans la figure 14.

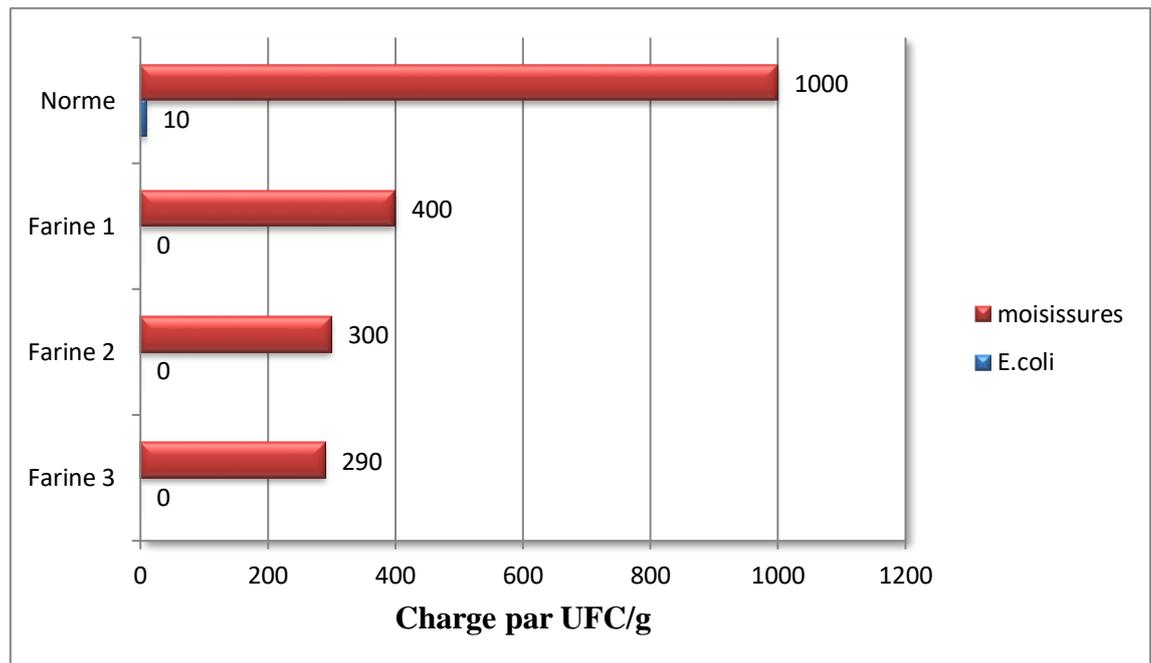


Figure 14 : Résultats microbiologiques des trois farines analysées par rapport aux normes.

Le tableau 07 présente les résultats des analyses microbiologiques des farines analysées et les normes citées par **JORA (2017)**.

Tableau 07 : Résultats des analyses microbiologiques des farines analysées.

<i>Paramètre en (UFC/g) Germes</i>	<i>Moyenne arithmétique de farine 1</i>	<i>Moyenne arithmétique de farine 2</i>	<i>Moyenne arithmétique de farine 3</i>	<i>m</i>	<i>M</i>
<i>Escherichia coli</i>	0	0	0	10	10 ²
<i>Moisissures</i>	4,0 × 10 ²	3,0 × 10 ²	2,9 × 10 ²	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.

Les résultats des analyses microbiologiques permettent d'apprécier les qualités hygiéniques et sanitaires des farines commercialisées sur les marchés de la ville de Tiaret.

Le résultat de la recherche d'*Escherichia coli* à été enregistré comme absent car il n'a été trouvé dans chacun des échantillons analysés.

Selon **Kitty A., et Rob K., (2017)**, l'absence d'*Escherichia coli* dans la farine peut être causée par l'un des quatre points suivants:

➤ Matière première :

Comme *Escherichia coli* se retrouve facilement dans le blé pendant la croissance de la culture, il peut être encore présent pendant la récolte de la culture et, par ce biais, entrer dans la chaîne de production alimentaire. Pour cela, certains fournisseurs appliquent un traitement thermique à la farine de blé pour tuer *E. coli*.

➤ Hygiène des mains:

La deuxième cause principale d'*Escherichia coli* dans la chaîne alimentaire est la mauvaise hygiène des mains, et l'absence d'*Escherichia coli* est un signe de l'instauration d'un solide régime d'hygiène des mains dans l'usine.

➤ Conception hygiénique:

La raison de l'absence d'*Escherichia coli* pourrait être que l'ensemble de la chaîne de production soit d'une conception hygiénique appropriée et que le nettoyage et la désinfection fonctionnent correctement.

➤ Ignorance de l'application (finale) de la nourriture:

Chaque producteur de la chaîne alimentaire a la responsabilité d'assurer la sécurité alimentaire, elle est déjà ancrée dans la démarche HACCP où l'application du produit doit être prise en considération.

Par contre, les moisissures ont été retrouvées dans tous les échantillons mais avec des charges variant entre $2,9.10^2$ à $4,0.10^2$ UFC/g, qui sont conformes à la norme citée dans le **JORA (2017)**, qui donne une valeur de ($\leq 10^3$ UFC/g), donc les résultats des analyses sont satisfaisants et les farines sont bonnes à la consommation.

D'après **N'goran-Aw et al., (2018)**, Les sources d'une telle contamination sont multiples mais dans le cas des meuneries traditionnelles, la prolifération des germes est due à la formation des résidus de farine de diverses origines dans les machines de fraissage et à la forte humidité des graines.

5. Test de panification

Faire un test de pain est une sorte de test de confirmation, qui peut évaluer objectivement la valeur boulangère de la farine, et peut également porter des jugements sur la pâte et le pain en faisant un test de pain.

✓ Appréciation de la pâte

L'appréciation des caractéristiques des pâtes et des pains des trois types et des deux mélanges de farines étudiées est présentée dans le tableau 08.

Tableau 08 : Résultats d'appréciation des pâtes.

<i>Critères</i> <i>Etape de panification</i>	<i>Observation</i>				
	<i>Farine 1</i>	<i>Farine 2</i>	<i>Farine 3</i>	<i>F1+F2</i>	<i>F2 avec améliorant</i>
<i>Pétrissage</i>	Peu collante. Bon lissage. Extensible Elastique	Collante. Bon lissage. Peu extensible. Elastique. Ne relâche	Peu collante. Bon lissage. Extensible Elastique. Ne relâche	Non collante. Bon lissage. Extensible Elastique. Ne relâche	Non collante. Bon lissage Peu extensible. Elastique.
<i>Pointage</i>	Rond	Rectangulaire	Rond	Rond	Rectangulaire
<i>Façonnage</i>	Ferme	Ferme	Ferme	Ferme	Ferme

Les résultats obtenus dans le tableau montrent que :

La pâte que nous avons obtenue à partir de la farine F3 et les deux mélanges, était moins collante et extensible que les pâtes issues des farines F1 et F2, qui étaient moins extensibles et facilitaient le travail en phase de manipulation.

Concernant le façonnage de la pâte, toutes les pâtes sont fermes.

Selon **Roussel et al. (2010)**, le phénomène de collage est influencé par la difficulté à stabiliser l'humidité de la pâte lors du pétrissage, qui est souvent le résultat d'un gluten mécaniquement instable et d'une résistance insuffisante du réseau.

✓ **Appréciation des pains** : L'appréciation qui concerne le pain est résumée dans le tableau 09.

Tableau 09 : Appréciation des pains obtenus à partir des trois farines et les deux mélanges.

<i>Farines</i>	<i>Farine 1</i>	<i>Farine 2</i>	<i>Farine 3</i>	<i>Mélange F1+F2</i>	<i>Mélange F2 avec améliorant</i>
<p><i>Aspect extérieur (crouste):</i></p> <p><i>-Sections</i></p> <p><i>-Couleur</i></p> <p><i>-Farineuse de la crouste</i></p> <p><i>-Coup de lame</i></p> <p><i>-Développement</i></p>	<p><i>Croustillant</i></p> <p><i>-Rond</i></p> <p><i>-Doré</i></p> <p><i>-Epaisse</i></p> <p><i>-Peu jeté</i></p> <p><i>-Plat</i></p>	<p><i>Croustillant</i></p> <p><i>- Rectangulaire</i></p> <p><i>-pâle</i></p> <p><i>-Epaisse</i></p> <p><i>-Peu jeté</i></p> <p><i>-peu développé</i></p>	<p><i>Croustillant</i></p> <p><i>-Rond</i></p> <p><i>-Doré</i></p> <p><i>-Epaisse</i></p> <p><i>-Peu jeté</i></p> <p><i>-Peu développé</i></p>	<p><i>Croustillant</i></p> <p><i>- Rond</i></p> <p><i>-Doré</i></p> <p><i>-Epaisse</i></p> <p><i>-Peu jeté</i></p> <p><i>-Peu développé</i></p>	<p><i>Croustillant</i></p> <p><i>- Rectangulaire</i></p> <p><i>-Doré</i></p> <p><i>-Epaisse</i></p> <p><i>-Peu jeté</i></p> <p><i>-Peu développé</i></p>
<p><i>Aspect intérieur (mie) :</i></p> <p><i>-Couleur</i></p> <p><i>-Texture</i></p> <p><i>-Volume</i></p> <p><i>-Flaveur</i></p> <p><i>-Alvéolage</i></p>	<p><i>- Crème jaunâtre</i></p> <p><i>-Souple</i></p> <p><i>-Normale</i></p> <p><i>-Bonne</i></p> <p><i>-Alvéolé</i></p>	<p><i>-Crème</i></p> <p><i>-Souple</i></p> <p><i>-Normale</i></p> <p><i>-Bonne</i></p> <p><i>-Peu alvéolée</i></p>	<p><i>-Crème jaunâtre</i></p> <p><i>-Souple</i></p> <p><i>-Normale</i></p> <p><i>-Bonne</i></p> <p><i>-Alvéolé</i></p>	<p><i>-Blanche</i></p> <p><i>-Souple</i></p> <p><i>-Normale</i></p> <p><i>-Bonne</i></p> <p><i>-Alvéolée</i></p>	<p><i>-Crème</i></p> <p><i>-Souple</i></p> <p><i>-Normale</i></p> <p><i>-Bonne</i></p> <p><i>-Alvéolée</i></p>

Un bon pain doit être bien développé et léger, il doit avoir une croûte lisse, dorée et bien adhérente à la mie.

Les pains fabriqués à partir des farines 1, 3, et les deux mélanges présentent des mies alvéolées d'une odeur agréable et d'une couleur jaunâtre qui d'après **Frate et Stéphane, (2005)**, la richesse de la farine en pigments caroténoïdes est responsable de cette coloration plus ou moins jaune observée sur la mie de ce pain. Et pour la mie du pain issu de farine 2 est de couleur crème de bonne odeur mais peu alvéolé.

Le pain le plus consommé est le pain à bonne saveur avec une couleur dorée, une croûte croustillante et une mie blanche et légère. Par conséquent, le pain qui répond le mieux aux exigences des consommateurs est le pain obtenu à partir du mélange F1+F2.

Les photos des différents pains obtenus sont présentées dans l'annexe 03.

CONCLUSION

Conclusion

L'objectif de ce travail vise d'une part à la détermination des caractéristiques physico-chimiques, technologiques, rhéologiques, et d'autre part à déterminer les résultats obtenus par des analyses microbiologiques et d'un test de panification des différents types de farine de blé tendre.

Les résultats qui peuvent être tirés à partir des **analyses physicochimiques** telles que : teneur en eau, taux de cendres, taux d'acidité grasse, et taux d'affleurement, sont regroupés dans les points suivants :

- La **teneur en eau** varie de 14% à 15.6%, sont des résultats conformes à la norme (15.5%).
- Le **taux de cendres** varie entre 0,56% et 0,67%, il est donc concorde aux normes (entre 0,56 et 0,67 %).Le taux de cendre nous a permis de classer nos échantillons en 02 catégories : type 55 et type 65.
- Pour le **taux d'acidité grasse**, il est conforme à la norme qui est (≤ 0.050 mg/KOH/100g) avec des valeurs oscillent entre 0,017% à 0.034%.
- Les résultats de **taux d'affleurement** des échantillons sont concordes à la norme ($\leq 10\%$).Sauf pour la Farine 2 qui à un taux d'affleurement égale à 12,5 % qui dépassent la norme, ce qui montre une mauvaise maîtrise du diagramme de mouture.

Concernant les **analyses technologiques** :

- Le **taux du gluten** obtenu pour un échantillon de 10g varie entre 20,9 % à 25 % de matière sèche pour le gluten humide et de 7,2 % à 8,4 % pour le gluten sec. Les valeurs du gluten humides sont inférieures à l'intervalle de 33-34%, et du gluten sec sont également inférieures à 12,5%. Donc nos résultats se trouvent au dessous de la limite minimale. Cette baisse semble être due à la durée de stockage de la farine.

Pour le **test rhéologique**, on marque trois points qui expriment les caractéristiques alvéographiques :

- **L'indice de gonflement** varie entre 16,2cm³ et 19,4cm³ qui sont des valeurs inférieures à la norme qui est (≥ 20). Donc les farines analysées sont insuffisantes pour une bonne panification.
- **Le rapport P/L** des échantillons qui sont varient entre 1,05 et 1,69 sont supérieurs à la norme (0,45 à 0,65).
- **La force boulangère**, elle est oscillent entre 104 et 238 qui sont non conformes à la norme (130 à 180), et la force boulangère de la farine 2, est très proche à la norme.

Ensuit, les résultats des **analyses microbiologiques** sont les suivantes :

- Les résultats **d'Escherichia coli** étaient absents, par contre, les **moisissures** sont présentes mais de faibles charges conformes aux normes ($\leq 10^3$ UFC/g), les résultats sont donc satisfaisants, ce qui rend les farines bonnes pour la consommation et de bonne qualité hygiénique et sanitaire.

Enfin, les résultats du **test de panification** sont résumés dans les points suivants :

- L'essai de panification nous a permis d'apprécier l'aptitude des trois farines et deux mélanges, à donner des pains de bonnes qualités, et de porter un jugement direct, à la fois, sur la qualité de la pâte au cours des différentes étapes, et sur la qualité du pain obtenu.
- Parmi les cinq types de farines étudiés, c'est la farine obtenue à partir d'un mélange de farine 1 et farine 2 qui donne le meilleur pain.

Les points auxquels nous sommes arrivés comme conclusion finale sont :

- ❖ Le mélange entre la Farine 1 et la Farine 2 est le meilleur en termes de caractéristiques alvéographiques et de propriétés de panification.
- ❖ Tous les types de farine ont besoin d'améliorants pour améliorer les caractéristiques alvéographiques.
- ❖ Le mélange de deux types de farine peut améliorer la qualité de la farine de la même manière que l'améliorant ou mieux que lui, et ainsi il est possible d'éliminer ou de réduire l'utilisation d'améliorants dans les boulangeries.

Recommandations

- ✓ Le stockage des farines dans un endroit aéré et non humide qui permettrait une bonne conservation.
- ✓ Éviter l'entreposage des sacs de farines en tas car cela entraîne un dégagement de chaleur humide qui peut détériorer la qualité organoleptique et nutritive et développement fongique incontrôlé.
- ✓ Il vaut mieux de commencer par la matière première pour la fabrication de la farine, c'est-à-dire la bonne maîtrise de la mouture du blé tendre pour obtenir une farine qui sera soumise aux analyses, ce qui augmente la précision des résultats obtenus, et permet également de connaître facilement la raison des résultats qui sont non conformes aux normes, c'est-à-dire en excluant la mauvaise maîtrise de mouture.
- ✓ Ensuite, bien que le résultat du mélange entre farine 1 et farine 2 soit le meilleur par rapport aux autres résultats, mais les quantités de farine représentaient 50% de chaque type, il est possible que le pourcentage de la meilleure farine (farine 1) soit égal à 70% ou plus, c'est-à-dire supérieur au pourcentage de l'autre farine à améliorer (farine 2), et donc les résultats des analyses seront plus appropriés et le pain obtenu sera bien meilleur.
- ✓ Mise en place de l'hygiène dans les usines, l'ensemble de la chaîne de production doit être soit d'une conception hygiénique appropriée et que le nettoyage et la désinfection doivent être effectués correctement.

**RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

Références Bibliographiques

A

- 1) **Ammar M., (2014)**. Organisation de la chaine logistique dans la filière des céréales enAlgérie Etat et lieux et perspectives, Master of science ,121p.
- 2) **Aminata Sanou, François Tapsoba, CheiknaZongo, Aly Savadogo, Yves Traore (2017)**. Etude de la qualité nutritionnelle et microbiologique des farines infantiles de quatre unités de production : CMA saint Camille de Nanoro, CSPS Saint Louis de Temnaoré, CM saint Camille d'Ouagadougou et CHR de Koudougou. P29.

C

- 3) **Calrel R. (1975)**. Fabrication de produits alimentaire.
- 4) **Calvel R. (1980)**. La boulangerie moderne .Edition. Eyrolles.
- 5) **Calvel R. (1984)**. La boulangerie moderne, Ed Eyrolle. France. P. 459.
- 6) **Calvel R. (1986)**. La boulangerie moderne. Ed. APRIA. 527p.
- 7) **Colas A (1991)**. Définition de la qualité des farines pour les différentes utilisations. In: Les industries de première transformation des céréales. Ed. Tec Doc- Lavoisier : 578-623.

D

- 8) **Doumandji (2003)**. Cours des technologies des céréales: Ed: opu, Alger, 67p.
- 9) **Dubois (1996)**. Les farines : caractéristiques des farines et des pates. In : industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier. Paris.

E

- 10) **E.B.Z. N'GORAN-AW, J. K. COULIBALY, E. N. ASSIDJO, C. N'GATTA (2018)**. Qualité microbiologique des farines de maïs commercialisées sur les marchés de la ville d'Abidjan. P 478.
- 11) **Eriad (1984)**. Le manuel de contrôle de qualité, document des industries alimentaires céréalières et dérivée. Moulin des oasis.

F

- 12) **FAO (2020)**. Perspectives alimentaires. Analyse des marches mondiales
- 13) **Feillet (2000)**. Le grain de blé composition et utilisation .Ed: INRA. Paris.
- 14) **Frat et Stéphane (2005)**. Les nouvelles de la boulangerie et la pâtisserie. Ed."Les Talemeliers".15p.
- 15) **Fould, S. (1988)**. Levure et panification. Ed : Nathan-Communication .Paris. P75.

G

- 16) **Godon B. (1991)**. Composition biochimique des céréales, pp: 77-94.
- 17) **Godon, B et Loisel (1997)**. Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales 2eme édition : Tec et Doc. Lavoisier. Paris.

J

- 18) **JORA (1991)**. Décret exécutif n° 91-572 du 24 Jomada Ethania 1412 correspondant au 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain (JO N°02 du 08 Janvier 1992, P43) ;
- 19) **JORA (1997)**. Journal Officiel de la République Algérien N° 55 du 17 Rabie Ethani 1418 correspondant au 20 Août 1997.
- 20) **JORA (2017)**. Journal Officiel de la République Algérien N° 39 du 08 Chaoual 1438 correspondant au 02 juillet 2017.

K

- 21) **Kitty Appels, et Rob Kooijmans, (2017)**. Sécurité alimentaire. Les cinq principales causes de rappels liés à E. coli dans la farine de blé. Introduction Racine responsable de la présence d'E. coli dans la farine de blé.

L

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

M

- 23) **Mehdi A., et Yacine A.A., (2021)**. L'utilisation des améliorants dans les céréales, de la transformation à la consommation (mémoire du master).

N

- 24) **NF EN ISO 712 (1998)**. Détermination de la teneur en eau.
- 25) **NF EN ISO 2171 (2007)**. Dosage du taux de cendres par incinération.
- 26) **NF EN ISO 7305 (1986)**. Détermination de l'acidité grasse.
- 27) **NF EN ISO 5531 (1978)**. Détermination du gluten humide.
- 28) **NF EN ISO 6645 (1981)**. Détermination du gluten sec.
- 29) **NF EN ISO 5530-4 (2002)**. Caractéristiques physiques des pâtes. Partie 4: Détermination des caractéristiques rhéologiques au moyen de l'alvéographe.
- 30) **NF EN ISO 7698 (1990)**. Dénombrement des bactéries, levures et moisissures.
- 31) **NF EN 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-chloro3-indolyl β -D-glucurona.
- 32) **NF EN 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.
- 33) **NF EN ISO 7218 (2007)**. Microbiologie des aliments _ Exigences générales et recommandations.
- 34) **NF EN ISO 9308-1 (2014)**. Qualité de l'eau. Dénombrement des Escherichia coli et des bactéries coliformes. Partie 1 : méthode par filtration sur membrane pour les eaux à faible teneur en bactéries.
- 35) **NF EN ISO 6887-1 (2017)**. Microbiologie de la chaîne alimentaire - Préparation des échantillons, de la suspension mère et des dilutions décimales en vue de l'examen microbiologique - Partie 1 : règles générales pour la préparation de la suspension mère et des dilutions décimales.

O

- 36) Ounane G., Cuq B., Abecassis J., Yesli A. & Ounane S.M. (2006).** Effects of physiological characteristics and lipid distribution in algerian durum wheat semolinas on the technological quality of couscous. *Cereal Chemistry*, 83: 377-384.

R

- 37) Renard C. et Thery S. (1998).** Détermination des méthodes physicochimiques pour prédire la qualité biscuitière et boulangère des blés français. *Industries des céréales* 109: 31-36.
- 38) 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.
- 39) Roussel P et Chiron H (2005).** Les pains français : évolution, qualité, production science et technologie des métiers de bouche, ISSM 1297-2606.
- 40) Roussel P ; Chiron H ; Della V et Ndiaye A (2010).** Glossaire terminologique appliqué au pain français.
- 41) Roussel P., Loisel W., (2009).** Test de laboratoire. In: GODON B., LOISEL W., (1997). *Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales*. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, APRIA, 479 p.

T

- 42) 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).

ANNEXES

Annexe 01

Appareillage de laboratoire

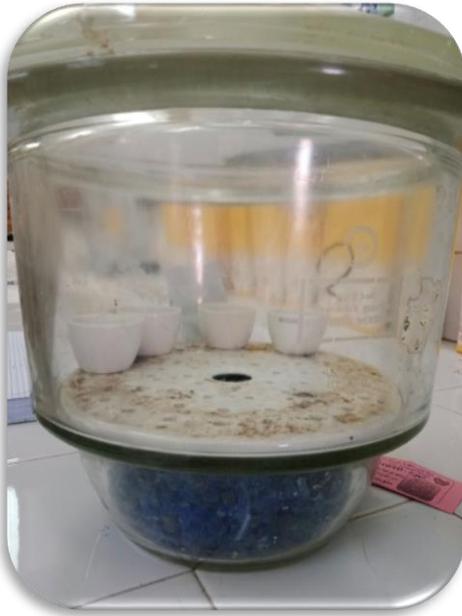


Photo 01 : Dessiccateur



**Photo 02 : Etuve isotherme
réglable à 130°C**



Photo 03 : Four à moufle réglable



Photo 04 :Glutork



Photo 05 : Glutamic centrifuge



Photo 06 : Balance mono plateau $\pm 0.1g$



Photo 07 : Tamiseur



Photo 08 : Alvéographe Chopin



Photo 09 : Bain marie à 45°C ±
0,5°C



Photo 10 : Agitateur rotatif,
30r/min à 60r/min



Photo 11 : Plaque chauffante



Photo 12 : Centrifugeuse à une accélération de 2000g.



Photo 13 : Etuve réglable à $30^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ et à $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$

Annexe 02

Pains obtenus à partir des farines analysées



Photo 01 : pain obtenu à partir de Farine 1



Photo 02 : pain obtenu à partir de Farine 2



Photo 03 : pain obtenu à partir de Farine 3



Photo 04 : pain obtenu à partir du mélange F1+F2



Photo 05 : pain obtenu à partir du mélange F2 avec améliorant

Annexe 03

Composition des produits chimiques, réactifs, et milieux de cultures

1. Milieux de cultures

1.1. Gélose chromo-génique

Selon ISO 9308-1 (2014), La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales. Pour un litre de milieu :

Tableau 10 : la composition de la gélose chromo-génique

Molécule	Quantité en « g »
Digestat enzymatique de caséine	1,00
Extrait autolytique de levure	2,00
Chlorure de sodium	5,00
Dihydrogénophosphate de sodium x 2 H ₂ O	2,20
Hydrogénophosphatedisodique	2,70
Pyruvate de sodium	1,00
Sorbitol	1,00
Tryptophane	1,00
Tensioactif à l'éthoxylate d'alcool secondaire	0,15
6-Chloro-3-indoxyl-β-D-galactopyranoside	0,20
Acide 5-Bromo-4-chloro-3-indoxyl- β-D-glucuronique	0,10
Isopropyl-β-D-thiogalactopyranoside (IPTG)	0,10
Agar agar bactériologique	16,00
PH 6,8 ± 0,2 à 25 °C	

1.2. Gélose O.G.A (Oxytetracycline-Glucose-Yeast Extract Agar)

Selon **ISO 7698 (1990)**, La composition peut être ajusté et/ou supplémenté en fonction des critères de performances imposés. Pour un litre d'eau purifiée :

Tableau 11 : la composition de la gélose O.G.A

Molécule	Quantité en « g »
Extrait de levure	5,00
Dextrose (C ₆ H ₁₂ O ₆)	20,00
Chloramphénicol (C ₁₁ H ₁₂ Cl ₂ N ₂ O ₅)	0,10
Agar-agar	9,00-18
PH 7,0 ± 0,2 à 25°C	

2. Produits chimiques

2.1. Eau peptonée tamponnée

Selon **ISO6887-1 (2017)**, La composition peut être ajustée de façon à obtenir des performances optimales. Pour 1 litre de milieu :

Tableau 12 : la composition de l'eau peptonée

Molécule	Quantité en « g »
Peptone	10,00
Chlorure de sodium	5,00
Phosphate disodique anhydre	3,57
Phosphate monopotassique anhydre	1,50
PH 7,0 ± 0,2 à 25°C	

Annexe 04

Résultats microbiologiques de dénombrement des moisissures

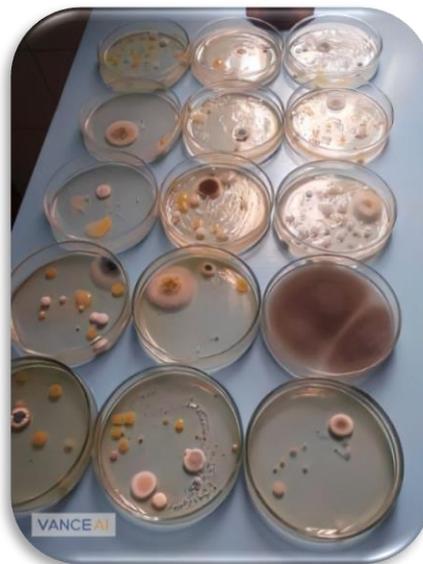


Photo 14 : résultats des moisissures

Annexe 05

**Tableau 13 : Tableau d'addition d'eau au pétrissage de l'essai
alvéographique**

<i>Teneur en eau de la farine en %</i>	<i>Volume à ajouter en ml</i>	<i>Teneur en eau de la farine en %</i>	<i>Volume à ajouter en ml</i>	<i>Teneur en eau de la farine en %</i>	<i>Volume à ajouter en ml</i>
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

Annexe 06

Alvéogrammes des farines analysées

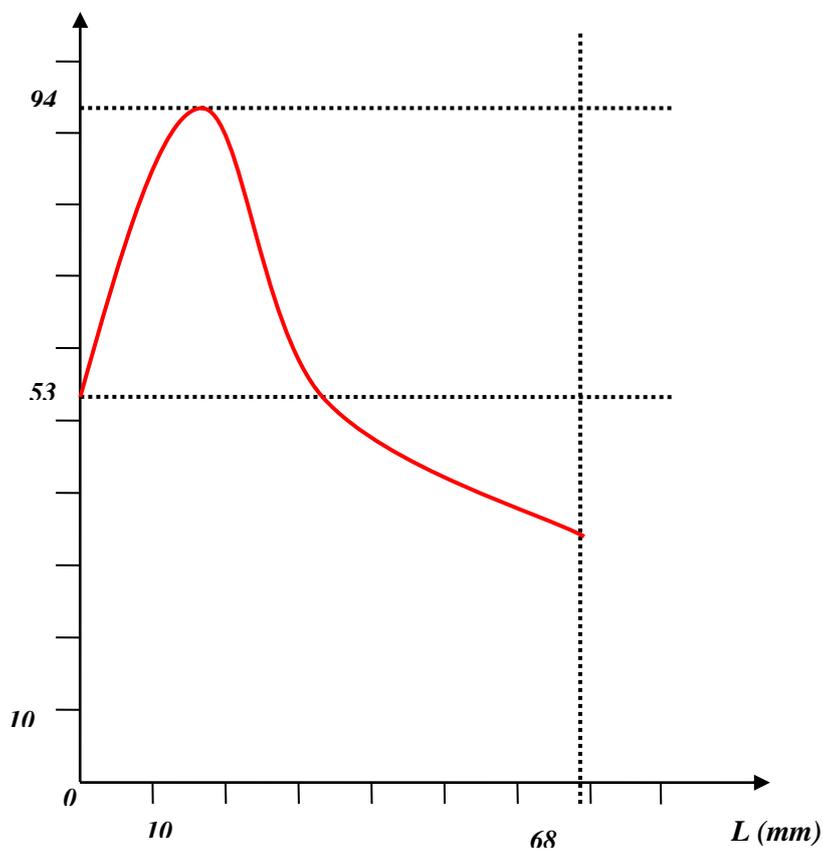


Figure 01 :alvéogramme de Farine 1

Résultats

Humidité = 15,5 %

P = 94 mm

L = 68 mm

G = 18,2 cm³W = 228 10⁻⁴J

P/L = 1,3

Ie = 53 %

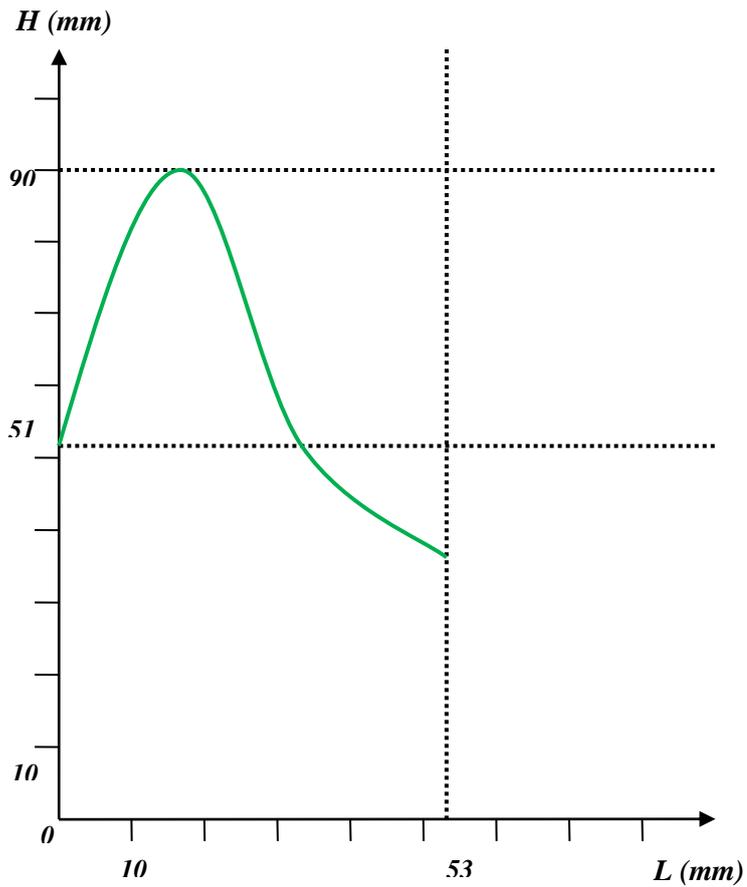


Figure02 :alvéogramme de Farine 2

Résultats

Humidité = 15,6 %

$P = 90$ mm

$L = 53$ mm

$G = 16,2$ cm³

$W = 181 \cdot 10^{-4}$ J

$P/L = 1,69$

$I_e = 51,0$ %

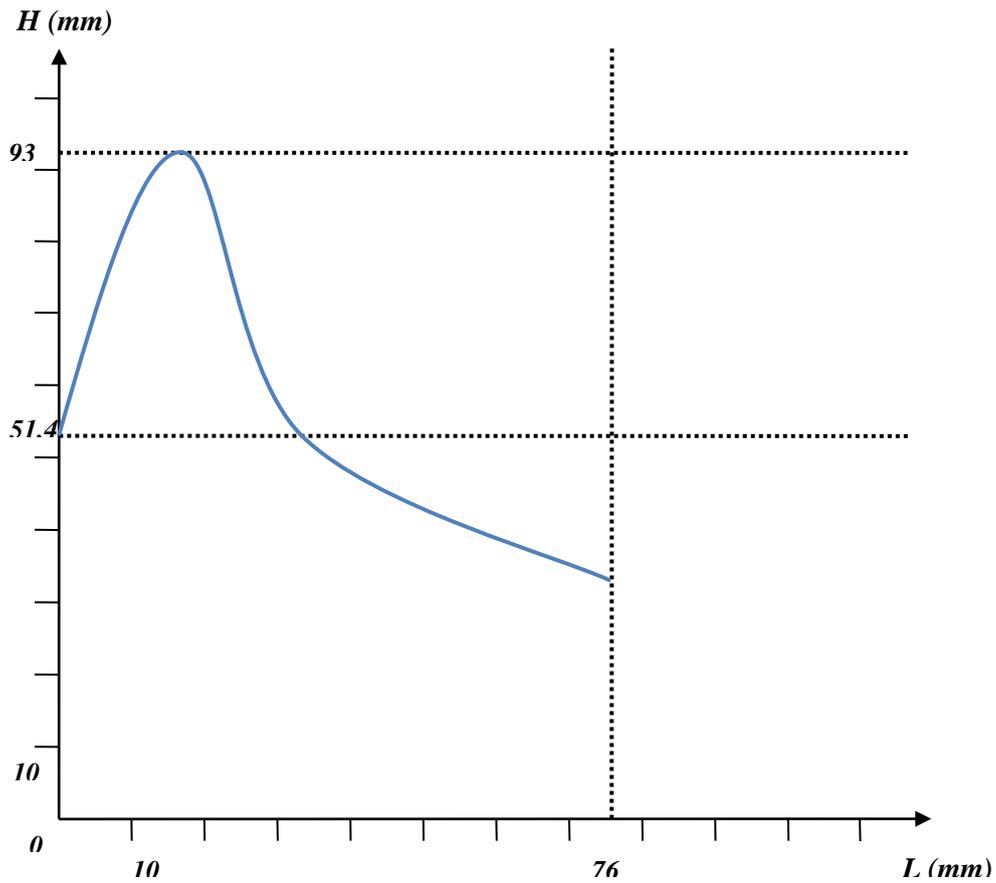


Figure 03 :alvéogramme de Farine 3

Résultats

Humidité = 14 %

$P = 93$ mm

$L = 76$ mm

$G = 19,4$ cm³

$W = 238 \cdot 10^{-4}$ J

$P/L = 1,23$

$I_e = 51,4$ %

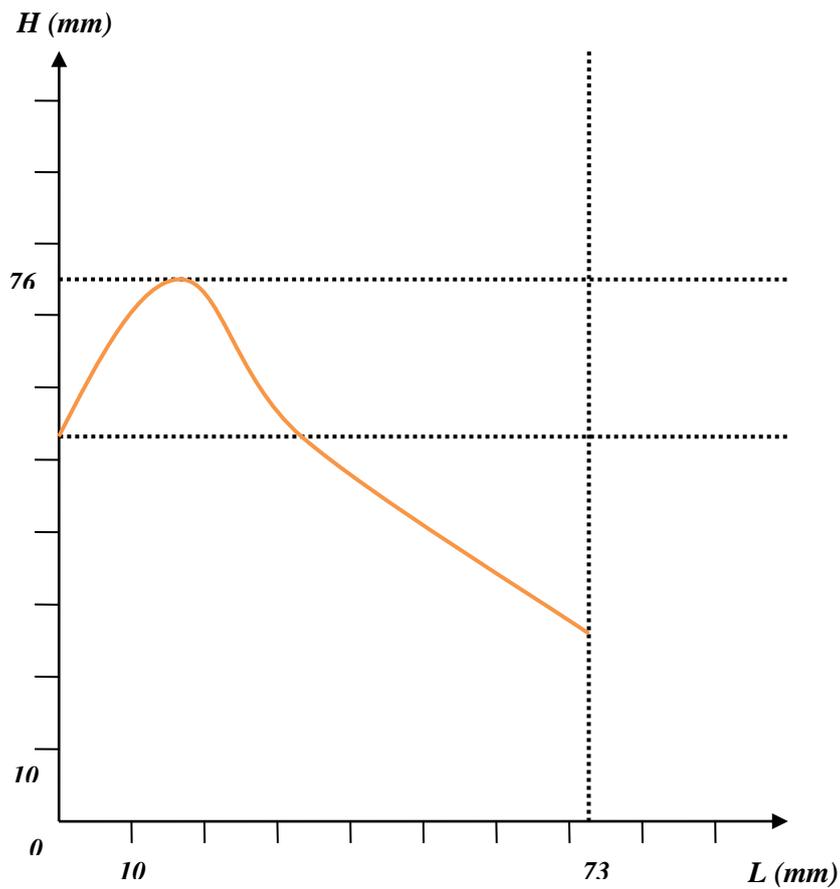


Figure 04 :alvéogramme du mélange F1+F2

Résultats

Humidité = 14,4 %

$P = 76$ mm

$L = 73$ mm

$G = 19,0$ cm³

$W = 191 \cdot 10^{-4}$ J

$P/L = 1,05$

$I_e = 52,2$ %

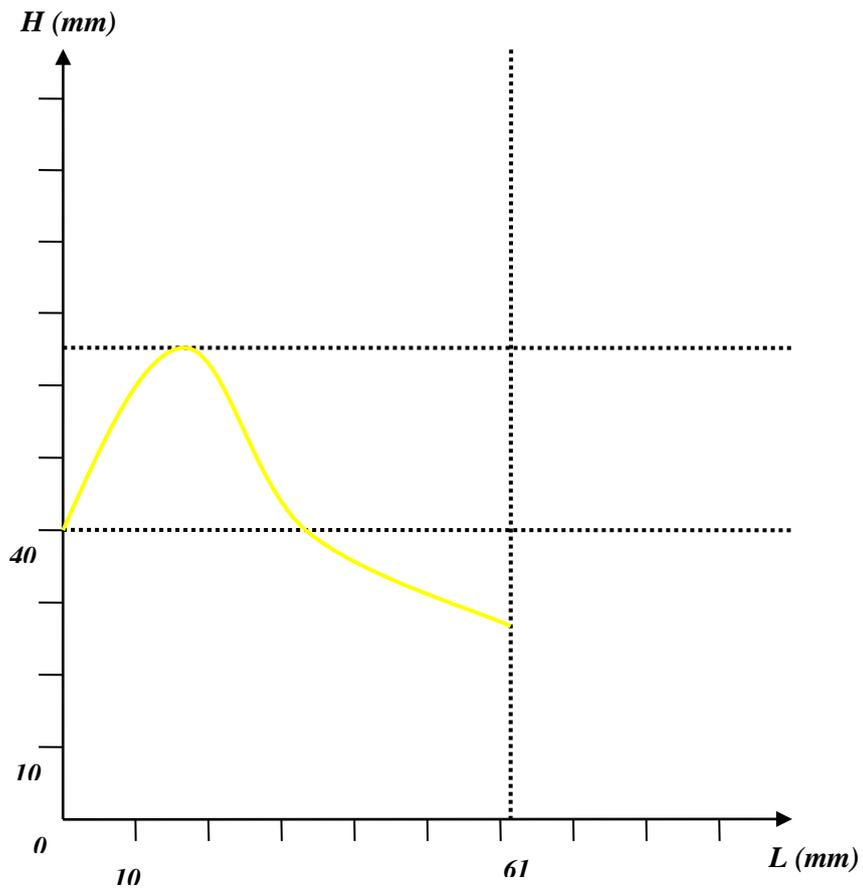


Figure 05 :alvéogramme du mélange F2 avec améliorant

Résultats

Humidité = 15,1 %

$P = 66,2$ mm

$L = 61$ mm

$G = 17,4$ cm³

$W = 104 \cdot 10^{-4}$ J

$P/L = 1,09$

$I_e = 40$ %

Résumé

Le travail est réalisé dans l'objectif d'apprécier les aptitudes technologiques des farines de blé tendre commercialisées dans la ville de Tiaret.

Pour atteindre ce but des analyses physico-chimiques (taux d'humidité, taux de cendres, taux d'acidité grasse et taux d'affleurement), technologiques (test du gluten humide et sec), rhéologiques et microbiologiques tels que : recherche et dénombrement d'*Escherichia coli* et des moisissures ont été effectués.

Les résultats obtenus montrent que la majorité des farines étudiées présentent des caractéristiques très proches et globalement conformes aux normes Algériennes.

Il est possible de réduire l'utilisation d'améliorants pour améliorer la qualité de la farine dans les boulangeries en les remplaçant par un mélange d'un autre type de farine qui a le même effet.

Mots clés

Farine, blé tendre, analyses technologiques, analyses physicochimiques, rhéologiques, panification.

ملخص

يتم تنفيذ العمل بهدف تقييم القدرات التكنولوجية لدقيق القمح اللين الذي يتم تسويقه في مدينة تيارت. لتحقيق هذا الهدف، تم إجراء التحليلات الفيزيائية والكيميائية (محتوى الرطوبة، ومستويات الرماد، ومستويات الحموضة الدهنية ومستويات النتوات)، والتحليلات التكنولوجية (اختبار الغلوتين)، والتحليلات الريولوجية والميكروبيولوجية مثل: الإشريكية القولونية ومستويات العفن. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن غالبية الدقيق الذي تمت دراسته له خصائص متشابهة جدا ويتوافق بشكل عام مع المعايير الجزائرية. من الممكن تقليل استخدام المحسنات لتحسين جودة الدقيق في المخابز عن طريق استبدالها بمزيج من نوع آخر من الدقيق له نفس التأثير.

الكلمات المفتاحية:

طحين، القمح اللين، التحليلات التكنولوجية، التحليلات الفيزيائية والكيميائية، الريولوجية، الخبز.