

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou**  
**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**  
**Département des Sciences Biologiques**  
**Domaine : science de la nature et de la vie**

**Filière : science alimentaire**



**Mémoire de fin de cycle**

En vue de l'obtention de diplôme du Master en  
**Biochimie de la Nutrition**

**Thème**

**Pain galette : étude comparative entre la  
galette traditionnelle et la galette  
commerciale**

**Réalisée par :**

**M<sub>elle</sub> : AIDER KATIA.**

**M<sub>elle</sub> : AMAROUCHE KATIA.**

Soutenue le 23-09-2024 devant le jury composé de :

**Président : Mr SADOUDI R .**

**Examineur : Mme MEFIDENE-LAMMI S.**

**Promoteur : Mr BENGANA M.**

**Maitre de conférences Grade A**

**Maitre de conférences Grade B**

**Maitre de conférences Grade B**

**Promotion 2023-2024**

## **Remerciement**

**On remercie avant tout ALLAH tout puissant, de nous avoir guidé toutes les années d'étude et de nous avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail. Nous adressons l'expression de nos très vives gratitudee et respects à notre encadreur, Monsieur BENGANA.M pour son soutien, pour ses conseils utiles et sa gentillesse et pour ses appréciations sur ce travail.**

**On remercie également Mme LAMMI l'examinatrice et Mr SADOUDI le président de jury.**

**On tient également à remercier tous ceux et celles qui nous ont aidé dans la réalisation de ce travail.**

**Enfin, ce travail n'aurait pas été mené à terme sans les concessions et les encouragements de nos parents auxquels on dit tout simplement merci.**

**Un grand merci à toutes nos familles**



## *Dédicace*

**À mon cher père,  
Ta disparition m'a laissé un vide immense, mais ton esprit et tes valeurs continuent de  
vivre en moi.**

**Merci pour ton soutien inconditionnel et pour les sacrifices que tu as faits.  
Je t'offre ce mémoire en témoignage de mon amour éternel et de ma profonde gratitude.**

**À ma maman, ma vie,  
Pour tes sacrifices, ton soutien et ton amour inconditionnel tout au long de ce parcours.**

**À mes chères sœurs : Amel, Asma et Imane.  
À mon cher frère Mohamed.**

**À toute ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours  
Universitaire.**

**À la meilleure binôme Katia, Ton esprit collaboratif, ta patience et ton dévouement ont  
rendu cette expérience non seulement productive, mais également très agréable.  
Travailler avec toi a été une véritable joie et une source d'inspiration constante.**

**À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.**





## *Dédicace*

**À mes parents,**

**Pour leur amour sans limites, leur soutien constant et leur croyance en moi, même dans les moments les plus difficiles. Vous avez été ma force, mon refuge et ma source d'inspiration tout au long de ce parcours. Ce mémoire est dédié à vous avec tout le cœur.**

**À ma chère sœur : Celina**

**À mon cher frère : Yacine**

**À ma chère grand-mère maternelle, que ton âme repose en paix. Ce travail est un hommage à l'amour, à la sagesse et à l'exemple que tu as été pour moi tout au long de ma vie.**

**À toute ma famille et mes amis pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.**

**À la meilleure binôme Katia, pour ta précieuse amitié et ton aide durant ce mémoire. Merci d'avoir été un binôme exceptionnel. Avec tout mon cœur.**

**À tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment.**



## Liste des abréviations

**SG** : Semoule grosse.

**SGM** : Semoule grosse moyenne.

**SSE** : Semoule sassée super extra.

**SSSF (3SF)** : Semoule super sassée fine.

**VRBL** : Violet Red Bile Lactose Agar.

**FTAM** : La flore totale aérobie mésophile.

**UFC** : Unité formant colonies.

**JORA** : Journal officiel de la république algérienne.

**TH%** : Taux d'humidité.

**GT** : Galette traditionnelle.

**GC** : Galette commerciale.

## Liste des figures

- Figure 1:** les étapes de fabrication de la semoule et leur classification.
- Figure 02 :** Les catégories de semoule en Algérie.
- Figure 03 :** La fermentation du levain.
- Figure 04 :** la bouche de four.
- Figure 05 :** Le sol de four.
- Figure 06:** Mesure du poids des galettes, de la mie et de la croûte.
- Figure 07 :** Schéma de préparation des dilutions décimales.
- Figure 08 :** Le déroulement de la séance de dégustation.
- Figure 09:** Isolement des levures et moisissures sur Sabouraud dans la galette traditionnelle.
- Figure 10 :** Isolement des levures et moisissures sur Sabouraud dans les galettes commercialisées.
- Figure 11:** Résultat de recherche de la FMAT dans la GC.
- Figure 12 :** Résultat de recherche de la FMAT dans la GT.
- Figure 13 :** Résultats de recherche des coliformes totaux sur milieu VRBL.
- Figure 14 :** Résultats de recherche des coliformes fécaux sur milieu VRBL.
- Figure 15 :** La couleur de la croûte des deux types de galettes.
- Figure 16 :** Appréciation de la couleur de la croûte des galettes par les dégustateurs.
- Figure 17:** Texture de la galette Commercialisée.
- Figure 18 :** Texture de la galette traditionnelle.
- Figure 19 :** Appréciation de l'épaisseur des croûtes des galettes par les dégustateurs.
- Figure 20 :** Appréciation de la texture de la mie des galettes par les dégustateurs.
- Figure 21 :** Appréciation de l'odeur des galettes par les dégustateurs.
- Figure 22 :** Appréciation de la dureté des galettes par les dégustateurs.
- Figure 23 :** Appréciation du goût des galettes par les dégustateurs.

## Liste des tableaux

**Tableau I** : Classification du blé dur (DHALGREN et CLIFFORD, 1985).

**Tableau II** : la composition de la semoule en vitamines (Virling, 2003)

**Tableau III** : Les éléments du four à bois.

**Tableau IV** : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les deux types de galettes différents

**Tableau V** : Résultats des mesures physiques sur la galette en (g) et en %.

**Tableau VI** : Résultats de dénombrement et interprétation de présence des germes.

## Sommaire

**Remerciement**

**Dédicace**

**Liste des abréviations**

**Liste des figures**

**Liste des tableaux**

**Introduction**

### Synthèse bibliographique

#### Chapitre I : Généralités sur le blé dur et la semoule

I. Le blé .....	04
I.1. Description du blé dur .....	04
I.2. Classification botanique.....	04
I.3. Structure du grain de blé dur.....	05
I.4. Composition de grain de blé .....	06
I.5. Semoule.....	08
I.5.1. Définition .....	08
I.5.2. Les étapes de transformation de blé dur en semoule .....	09
I.5.3. Composition chimique de la semoule .....	09
I.5.4. Classification de la semoule.....	12
I.5.5. Propriétés physico-chimiques .....	13

#### Chapitre II : Pain « galette » : qualité et mode de cuisson

II.1. La galette traditionnelle .....	17
II.1.1. La définition .....	17
II.1.2. Origine et signification .....	17
II.1.3. Effet des principaux ingrédients .....	17
II.1.4. Les caractéristiques du pain au levain après la cuisson .....	21

II.2. Étapes de panification.....	21
II.3. Bois d'olivier .....	22
II.4. Four à bois .....	23
II.4.1. Les éléments de four à bois .....	23
II.4.2. Étapes de l'usage d'un four à pain.....	24
II.5. L'argile .....	25
II.6. Le four moderne .....	25
II.6.1. Conditions de transfert de chaleur et de masse dans un four de cuisson.....	26

## **Partie expérimentale**

### **I. Matériels et méthodes**

I.1. Objectif du travail .....	27
I.2. Préparation de la galette .....	27
I.2.1. Galette traditionnelle.....	27
I.2.2. Galette commerciale .....	28
I.3. Evaluation de la qualité physico chimique .....	29
I.4. Evaluation de la qualité microbiologique .....	30
I.5. Evaluation sensorielle de la galette.....	33

### **II. Résultats et discussions**

II.1. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques.....	34
II.2. Résultats et interprétations des analyses microbiologiques de la galette traditionnelle et la galette commerciale.....	37
II.3. Résultats d'évaluation sensorielle.....	42

<b>Conclusion</b> .....	48
-------------------------	----

### **Références bibliographiques**

### **Annexes**

### **Résumé**

# **Introduction**

L'Algérie, comme pays méditerranéen, son agriculture est caractérisé par une dominance de la céréaliculture, en particulier le blé dur, dans les plaines et dans les régions semi arides, et aussi caractérisé par la dominance de l'oléiculture dans les zones de montagnes. Ce model agricole est très ancien, et est encore dominant aujourd'hui. Ce model répond partiellement aux besoins alimentaires de la population, et a donné naissance aussi à une gastronomie locale et originale, dont certains plats sont encore omniprésent aujourd'hui, tels que le couscous et le pain « galette traditionnelle ».

Le pain « galette » traditionnel est l'une des sortes de pain qui a gardé à présent sa valeur gastronomique dans la cuisine des Algériens. En effet, ce pain est encore préparé dans beaucoup de foyers, particulièrement dans les zones rurales, mais aussi dans les centres urbains. Dans ces derniers, nous constatons de plus en plus de magasins pour la préparation et le commerce de la galette traditionnelle, dans sa forme commerciale. Toutefois, les modes de préparation, en particuliers les modes de cuisson, sont différents. Dans les centres urbains, et pour des raisons économiques, la préparation de la galette se fait en mélangeant la semoule à la farine, de la levure boulangère et la cuisson se réalise dans un four métallique au feu de gaz, comme combustible. En zones rurale, le mode de préparation le plus dominant est l'usage de la semoule exclusivement, du levain, d'un four en argile, et l'usage du bois comme combustible. Les deux modes de cuissons : au gaz et au bois donnent des pains galettes de différentes qualités sensorielles, et dont le consommateur a toujours de la préférence pour la galette traditionnelle. Cette dernière est malheureusement très rare sur le marché, en raison du coup élevé de sa production, comparativement à la galette commerciale dont la préparation est plus facile est moins couteuse.

L'Algérie, est le seul pays méditerranéen qui a alimenté toutes les villes et les villages en gaz comme source d'énergie à usage domestique. Les populations des zones rurales, qui jadis se réchauffaient au bois en hiver, n'utilisaient plus cette ressource naturelle pour cet usage. Cette nouvelle situation a fait naitre une forme de protection de la nature, en particulier la forêt, mais il a aussi, laissé à l'abondant dans milliers de tonnes de bois de l'olivier issue de la taille, qui est considéré comme un sous produits agricole et non forestier donc disponible à d'autre usages. Ce gisement naturel, peut être utilisé dans la revalorisation gastronomique de la galette traditionnelle, afin de répondre à une demande sans cesse croissante des consommateurs, en ce produit, à la quête de la qualité qui se fait de plus en plus rare sur le marché.

C'est dans ce contexte, que notre choix à porter sur la galette traditionnelle comme ce sujet de mémoire de fin d'étude. Ce mémoire s'inscrit dans l'optique de faire revalorisé un produit de terroir, et dans un cadre de développement durable et solidaires, et offrir ainsi des opportunités économiques aux populations des zones rurales. Dans la pratique, nous avons réalisé une étude comparatives entre la galette traditionnelle, et une galette commerciale, et nous nous sommes basé dans cette recherches sur la comparaison de certains critères chimique (taux d'humidité), physiques (poids, %croute, % mie, croute/mie), microbiologiques, et sensoriels.

# **Synthèse bibliographique**

**Chapitre 01 :**  
**Généralités sur le blé dur et la semoule**

## **I. Le blé**

Le blé est la céréale la plus produite et la plus consommée à travers le monde. La facilité avec laquelle il peut être produit (il s'adapte à des sols et des climats variés) et l'existence de variétés adaptées à différents milieux et résistantes à de nombreuses maladies permettent de cultiver le blé dans un large éventail de pays (**BELHAMDI et al., 2010**).

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille de Gramineae. Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (**FEILLET, 2000**).

Le blé dur est généralement destiné à l'obtention d'une semoule, qui est utilisée elle-même pour la fabrication du pain ou de galette, de couscous et des pâtes alimentaires.

### **I.1. Description du blé dur**

Le blé dur est une plante herbacée monocotylédone, appartenant à l'espèce *Triticum durum* de la famille des graminées. Le grain de blé est un fruit sec, indéhiscent (fruit qui ne s'ouvre pas à maturité) dont la paroi est adhérente au tégument de l'unique graine qu'il renferme (**FEILLET, 2000**).

Le blé dur se distingue par plusieurs caractéristiques physiques telles qu'une forme du grain plus allongée, une couleur ambrée et surtout par une amande de texture très vitreuse et résistante au broyage (**FRANCONIE et al., 2010**).

### **I.2. Classification botanique**

Selon **DHALGREN et CLIFFORD, 1985**, la classification du blé dur est comme indiquée dans le tableau ci-dessous :

**Tableau I** : Classification du blé dur (**DHALGREN** et **CLIFFORD, 1985**).

Embranchement	Phanérogames
Sous/ Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Ordre	Glumifloales
Famille	Gaminée
Genre	Triticum
Espèce	Triticum durum. Sp.

### **I.3. Structure du grain de blé dur**

Le grain de blé est un fruit mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg (Canadas, 2006), cette fruit appelé caryopse. Ce dernier est de forme ovoïde, possède sur l'une de leur face une cavité longitudinale "le sillon" et à l'extrémité opposée de l'embryon des touffes de poils "la brosse" (**Ait-Slimane-Ait-Kaki, 2008**).

Le caryopse est constitué de 03 parties : Les enveloppes ou son (13%), l'albumen (84%), et le germe 3% (**Feillet, 2000**).

#### ➤ **Les enveloppes**

Représentent 14 à 15% du poids du grain. Une coupe longitudinale du caryopse permet de déceler, de l'extérieur vers l'intérieur.

- Le péricarpe ou tégument du fruit qui est formé de trois assises cellulaires notamment, l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe,

- Le tégument séminal étant le vestige du tégument interne de l'ovule,
- La bande hyaline ayant un aspect transparent
- La couche à aleurone

➤ **L'albumen**

L'albumen ou amande représente 83 à 85% du poids du grain et est composé de 70% d'amidon et de 7% gluten protéique.

➤ **L'embryon**

Représente 1,4% du poids du grain. Il est constitué de :

- La radicule, protégée par la coléorhize et les ébauches de la première et la deuxième paire de racines,
- La tigelle court-nouée,
- La gemmule formée de la première feuille qui est protégée par la coléoptile et différenciée par le mécanisme de la plantule,
- Le cotylédon, le scutellum (**Mbarek et Boubaker, 2017**).

#### **I.4. Composition de grain de blé**

##### **I.4.1. Composition biochimique du blé dur**

Le cotylédon du blé représente 82 % à 85 % du grain. Il accumule toutes les substances nutritives nécessaires qui sont les glucides, les protéines, les lipides, les substances minérales et les vitamines (**Cretois, 1985**).

Pendant la maturité de la graine les substances de réserves sont accumulées soit dans le cotylédon, soit dans le péricarpe. Ces substances sont principalement des métabolites qui assurent la nutrition de la plantule lors de la germination.

Les réserves de la graine comprennent essentiellement les composés suivants:

- 70% à 80% de glucides, essentiellement de l'amidon, du gluten associé à l'amidon, des hémicelluloses (des parois cellulaires), des sucres solubles et des protides.
- 9 à 15% de protéines qui sont essentiellement des protéines de réserves.

- 1,5 à 2% de lipides dont 60% sont des lipides libres apolaires et 40% des lipides polaires.
- Les enzymes dont les principales sont l' $\alpha$  et la  $\beta$  amylases, des protéases ainsi que des lipases et des lipoxygénases (**Campion et Campion, 1995**).

La qualité du blé est influencée par chacun des constituants du grain qui joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité. Parmi ces composants : les protéines, l'amidon, les lipides, les enzymes, etc...

#### **I.4.1.1. Les protéines**

Le grain de blé dur est constitué d'environ 12% de protéines, qui sont essentiellement localisées dans l'albumen et la couche à aleurone. Cette teneur est susceptible de varier (de 8 à 20% de MS), en fonction des variétés, des facteurs climatiques, agronomiques et des conditions physiologiques de développement de la plante, des parties histologiques du grain et de la maturation du grain.

La teneur en protéines est un facteur déterminant des propriétés rhéologiques et culinaires des semoules. Elles sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires à 87%. La qualité des protéines est un caractère extrêmement héritable et, seulement une partie est influencée par l'environnement (**Liu et al. (1996) Cité in Mouellef, 2010**).

Sur le plan quantitatif la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante (**Mok, (1997) Cité in Derbal, 2009**).

Sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, celles-ci étant liées au patrimoine génétique de la variété (**Derbal, 2009**).

#### **I.4.1.2. L'amidon**

L'amidon est le composant essentiel du grain de blé. C'est une substance de réserve stockée dans les cellules de l'albumen du grain qui représente 65-70% (environ  $\frac{3}{4}$  de M.S.).

Chimiquement l'amidon est un polymère de glucose. Il se présente sous deux formes: l'amylose et l'amylopectine. La qualité de l'amidon dépend du rapport : amylose/amylopectine (**Gibson et al. 1997**).

### **I.4.1.3. Les lipides**

Les lipides du blé représentent en moyenne 2 à 3% du grain sec. Ce sont des constituants mineurs du blé, certains sont libres, mais la majorité est associée aux composants majeurs qui sont l'amidon et les protéines.

Leurs effets sont importants dans les processus technologiques. Les lipides jouent un rôle important dans la technologie des produits céréaliers, que ce soit lors de leur fabrication en intervenant sur les caractéristiques rhéologiques, émulsification et production de composés volatiles des pâtes, et par conséquent sur la qualité du produit fini, ou au cours du stockage, en raison des altérations consécutives de leurs acides gras poly insaturés facilement oxydables (**Feillet et Dexter, 1996**).

Les travaux qui associent la fraction lipidique à la qualité du blé, sont peu nombreux. Généralement, les lipides qui représentent 1-2% de la semoule de blé dur et des pâtes, jouent un rôle relativement important dans la qualité culinaire, en s'associant aux protéines au cours du malaxage ou du séchage des pâtes (**Laignelet, 1983**). L'effet des lipides sur les propriétés fonctionnelles de la pâte dépend d'un équilibre entre lipides polaires et non polaires.

### **I.4.1.4. Les substances minérales**

**Dexter et Matsuo (1977)** ont montré que la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. Les études de **Matweef(1946)**, montrent que les cendres des enveloppes peuvent varier du simple au double pour la même variété de blé suivant son milieu de culture.

Pour **Matweef (1966)** ,la teneur en cendres d'une semoule ne peut réellement servir de critère de pureté que dans la mesure où elle peut être ramenée à celle du grain entier par la détermination du rapport de la teneur en cendres des semoules sur la teneur en cendres du blé qui doit être inférieur à 0,5.

## **I.5. Semoule**

### **II.5.1. Définition**

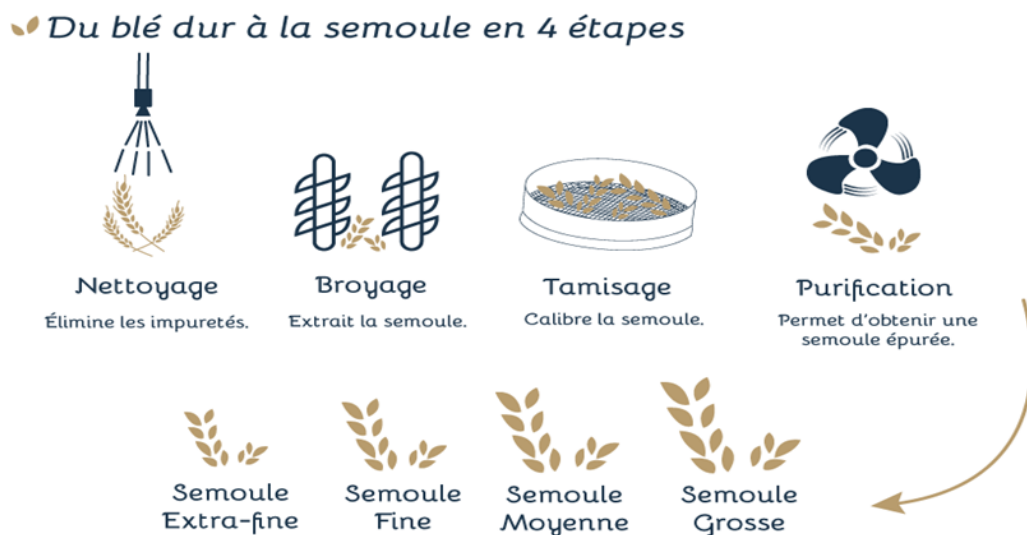
La semoule est définie par le Codex Alimentarius (**1995**) comme étant : le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum*) par un procédé de mouture au cours

duquel le son et le germe sont essentiellement éliminés et le reste est broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés (**Codex Alimentarius**).

### **II.5.2. Les étapes de transformation de blé dur en semoule**

Selon **GODON et WILLM (1998)**, la première transformation des céréales a pour objectif d'isoler l'albumen amylicé sans contamination par les parties périphériques du grain (enveloppes, couche à aleurone) et par le germe.

## **Semoule et Couscous : Les étapes de fabrication.**



**Figure 1** : les étapes de fabrication de la semoule et leur classification (**ANONYME, 2018**).

### **I.5.3. Composition chimique de la semoule :**

La semoule est issue de l'endosperme amylicé (albumen) de grain de blé dur donc sa composition chimique est étroitement liée à celle du blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction). Elle contient 10 à 16.5% des protéines dont 80 à 85% sont des protéines de réserve, 80% de glucides dont 78% sous forme d'amidon (amylose et

amylopectine) et 2% sous forme de sucres réducteur. Elles contiennent aussi des pentosanes avec un pourcentage de 1.5 à 3% (**Barkoutla, 2012**).

#### **I.5.3.1. Les glucides**

L'amidon représente la majeure partie des glucides de l'albumen, la zone centrale de l'amande en est plus riche que la partie périphérique (**Virling, 2003**) et peut atteindre 82% de la matière sèche de la semoule de blé (**Bornet, 1993**).

D'après (**Kiger, 1967**), du point de vue technologique, cette fraction glucidique joue un triple rôle.

- Elle constitue la source d'aliment hydrocarboné nécessaire à la levure, au cours de la fermentation.
- Elle intervient, par sa réaction avec les protides, dans la formation de la couleur, de l'odeur, de la réaction de Maillard.
- Elle joue un rôle non négligeable dans les caractéristiques mécaniques et la texture des produits cuits.

#### **I.5.3.2. Les protéine**

Du point de vue quantitatif, les protéines sont le deuxième élément en importance dans la semoule de blé. Leur teneur varie de 8% à 16% selon l'espèce et le degré de maturité du grain. On peut classer les protéines de blé selon leurs caractères de solubilité. D'une part, les albumines et les globulines (15 à 20% des protéines totales) solubles dans les solutions salines diluées et d'autre part, les protéines du gluten (gliadines et gluténines) 80 à 85% restent insolubles (**Paul, 2007**).

La structure et la composition des protéines en acides aminés leur confèrent des protéines fonctionnelles (**Paul, 2007**).

#### **I.5.3.3. Les pentosanes**

Les pentosanes sont beaucoup moins abondants que l'amidon. Ce sont des arabinoxylanes (polymères de xylose) possédant une propriété de gélification exceptionnelle et des oxydases les pentosanes ce distingues par leur caractère de solubilité ou d'insolubilité dans l'eau et également par leur structure. Ils sont liés d'une manière covalente en solution ne sont pas dénaturés par la chaleur et participent au phénomène du gel durant la cuisson de la pâte (**Feillet, 2000**).

#### **I.5.3.4. Les lipides**

Les principales matières grasses de la semoule sont des acides gras (acide palmitique, stéarique, oléique, linoléique), des glycérides simple (principalement des triglycérides, mais également des mono et des diglycérides) et phospholipides (**Feillet, 2000**).

Les lipides jouent un rôle important dans la technologie des produits céréaliers, que se sont lors de leur fabrication en intervenant sur les caractéristiques rhéologiques, emulsification et production de composés volatiles des pâtes, et par conséquent sur la qualité du produit fini, ou au cours du stockage, en raison des altérations consécutive de leurs acides gras libres (polyinsaturés) facilement oxydables et l'hydrolyse les lipides liés aux protéines du gluten rend.

Celui-ci est plus cassant, plus élastique et conduit à une perte des propriétés de rétention gazeuse au cours de la fermentation des pâtes (**Jintet et al., 2007**).

#### **I.5.3.5. Les enzymes**

Les enzymes sont présents en petite quantité dans les semoules, les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoxygénases et les amylases quoique la bibliographie rapporte aussi la présence de phytases de peroxydase et de catalyses (**Boudreau et Menard, 1992**).

#### **II.5.3.6. Les vitamines**

La semoule contient beaucoup de vitamine intéressante, la composition de la semoule en vitamines est récapitulée dans le tableau suivant :

**Tableau II** : la composition de la semoule en vitamines (**Virling, 2003**)

<b>Vitamines</b>	<b>E</b>	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B6</b>	<b>B9</b>	<b>C</b>
<b>Quantité mg/100g</b>	14	0,48	0,20	5,1	0,5	50	/

#### **I.5.4. Classification de la semoule**

D'après **APFELBAUM et al., (1981)** ; **ABECASSIS (1991)**, **JORA (2007)** ; les semoules peuvent être classées en fonction de leur provenance au niveau du grain de blé dur et de leur granulométrie.

En fonction de la provenance de la semoule on peut distinguer :

- Semoule supérieure : Elle provient de la partie centrale de l'amande de grain de blé dur et a un faible taux de matières minérales.
- Semoule courante : Elle contient plus de parties périphériques et a un plus fort taux de matières minérales.

Selon **BENBELKACEM (1995)**, les différentes semoules commercialisées en Algérie sont classées comme suit :

- Semoules grosses (SG) : la taille des particules est supérieure à 800µm.Elles sont destinées aux usages domestiques. Cette semoule est utilisée dans la fabrication du couscous de type gros ;
- Semoules grosses moyennes (SGM) : la dimension est comprise entre 500 et 800 µm. Elles sont vendues en l'état pour l'utilisation ménager (couscous, galettes) ;
- Semoules sassesées super extra (SSSE) : une granulométrie comprise entre 150 et 500 µm. Elles sont destinées à la fabrication des pâtes alimentaires industrielles.



**Figure 2** : Les catégories de semoule en Algérie

### **I.5.5. Propriétés physico-chimiques**

#### **I.5.5.1. Composition chimique :**

La semoule de blé dur est un composé complexe (Tableau ), comportant différents constituants (protéines, lipides, sucres,...) qui jouent un rôle direct ou indirect soit dans la structuration et l'aération de la pâte en panification soit dans la fabrication de différentes pâtes alimentaires.

Selon **GODON (1995)**, l'amidon est pondéralement le constituant majeur de la semoule de blé dur (60 à 70%).

Le niveau de dégradation de l'amidon varie en fonction de la sévérité de broyage et de la dureté du grain de blé. Le taux d'absorption d'eau au cours de la fabrication des pâtes et de la dégradation enzymatique de l'amidon augmente avec l'augmentation du taux d'amidon endommagé (**BASS, 1988; BETTGE et al., 1995 et VAN DER BORGHT et al., 2005**).

**LAURO et al., (1997)** affirment que l'amylose absorbe beaucoup d'eau à la cuisson, et en grande partie responsable du gonflement des granules de l'amidon. Les solutions d'amylopectines ne se rétrogradent pas.

Selon **SISSONS, (2008)**, un taux d'amidon endommagé suffisant est nécessaire à un bon gazage lors de la fermentation ce qui affecte favorablement le volume du pain.

#### **I.5.5.2. Propriétés physiques:**

##### **I.5.5.2.1. La granulométrie :**

La granulométrie des semoules varie en fonction des marchés et des usages locaux. Dans les pays de Maghreb et du Moyen Orient on utilise surtout des grosses semoules pour la fabrication du couscous où la consommation en l'état. Dans les pays européens et d'Amérique du nord, où le développement de la semoulerie est lié à l'accroissement de la demande en pâtes alimentaires, on préférera utiliser des semoules moyennes ou fines (**GODON et WILLM, 1998**).

Les teneurs en cendres, en pigments, en protéines et en gluten sec et humide augmentent avec la diminution de la taille des particules de la semoule (**BOYACIOGLU et UNAL, 1992**).

Une demande croissante et une préférence de l'industrie pastière pour les semoules fines a été attribuée à une meilleure qualité du produit fini par **MANSER (1989)**.

#### **I.5.5.2. Coloration :**

La couleur est l'un des principaux facteurs influençant la qualité du blé dur et le choix du consommateur. La couleur jaune ambré des produits d'utilisation finale (semoules et pâtes) est déterminée par le rapport entre les composantes jaune et brune de la semoule. Cette coloration est due essentiellement à la présence des pigments caroténoïdes et les lipoxygénases responsables de la dégradation de ces pigments au cours de la transformation de la semoule (**BORRELLI et al., 2008**).

Au cours de la mouture une grande quantité de ces composants peut être perdue progressivement en fonction du taux d'extraction (**PANFILI et al., 2004**). Il est possible d'améliorer la couleur de la semoule, en agissant sur une combinaison entre les facteurs génétiques et les processus technologiques (**BORRELLI et al., 2008**).

#### **I.5.5.3. Les propriétés plastiques:**

Les propriétés plastiques des semoules n'apparaissent qu'au moment où celles-ci sont transformées en pâtes alimentaires grâce au gluten, dont la quantité et la qualité conditionnent la valeur pastière des semoules.

##### **I.5.5.3.1. L'élasticité :**

Les semoules très pures, provenant du centre de l'albumen, possèdent de bonnes propriétés rhéologiques (en particulier d'élasticité) mais ont tendance à se déliter si la cuisson se prolonge. Inversement, les produits les plus périphériques fournissent des produits finis qui manquent d'élasticité mais qui peuvent conserver un remarquable état de surface même après cuisson (**ABECASSIS, 1991**).

## **Chapitre 02 :**

**Pain « galette » : qualité et mode de  
cuisson.**

## **II.1. La galette traditionnelle**

### **II.1.1. La définition**

Partout en Algérie, et bien au-delà dans les pays du Maghreb, la galette traditionnelle, aussi appelée pain berbère, s'impose comme un élément incontournable de la gastronomie locale. Ce pain, riche en saveurs et textures, se distingue par sa mie moelleuse et consistante, parfaite pour accompagner les plats en sauce ou simplement trempée dans l'huile d'olive (**la cuisine d'Algérie, 1981**).

Plus qu'un simple pain, la galette traditionnelle est un héritage précieux qui reflète la richesse et la diversité de la gastronomie d'Afrique du Nord (**Letourneux, 2003**).

### **II.1.2. Origine et signification :**

Derrière son nom simple et évocateur, la galette traditionnelle recèle une histoire riche et un symbolisme profond. Cette appellation traduit parfaitement l'essence de ce pain plat et rond, confectionné avec des ingrédients simples et ancré dans les traditions culinaires ancestrales d'Afrique du Nord (**Hanoteau 2003**).

Née dans les foyers d'Algérie, du Maroc et de la Tunisie, la galette traditionnelle s'est imposée comme un élément incontournable de la gastronomie régionale. Sa préparation, transmise de génération en génération, témoigne d'un savoir-faire précieux et d'un attachement profond aux valeurs de partage et de convivialité. Plus qu'un simple aliment, la galette traditionnelle est un symbole d'identité culturelle et un héritage précieux qui traverse les siècles (Hanoteau 2003).

### **II.1.3. Effet des principaux ingrédients**

Les trois ingrédients de base pour la fabrication de la galette sont : la semoule, le sel et l'eau (**GALLAGHER, 2008 ; ARDENT et al., 2009**). Les différentes combinaisons de ses ingrédients donnent naissance à un large éventail de produits avec de formes et de textures diverses (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

Plusieurs auteurs ont essayé de décrire l'effet des ingrédients dans une pâte et l'équilibre de la formule sur la structure finale du produit (**MANOHAR et RAO, 2002 ; MAACHE- REZZOUG et al., 1998**).

### **II.1.3.1. Le sel**

Le sel, ou chlorure de sodium (NaCl), est un minéral d'origine marine. Le sel est composé d'ions sodium (Na<sup>+</sup>) et de chlorure (Cl<sup>-</sup>) reliés par une liaison ionique.

Le sel fait partie intégrante de la formulation des produits de panification. En plus de son effet salant, il agit sur le gonflement et la consistance de la pâte.

L'ion sodium est responsable de la sensation salée dans les produits alimentaires (**Beck et al., 2012**), mais en plus de la perception sensorielle salée il améliore également la perception du goût sucré et peut cacher ou réduire certains saveurs peu agréables dans les aliments (goût amer, métallique ...) (**Miller & Hosney, 2008**).

### **II.1.3.2. L'eau**

L'eau est un ingrédient essentiel dans la formation de la pâte. Il a un rôle complexe, en déterminant l'état de conformation des biopolymères. L'eau est nécessaire pour la solubilisation des ingrédients, pour l'hydratation des protéines et des hydrates de carbone et pour le développement d'un réseau de gluten. Elle affecte la nature des interactions entre les divers constituants de la formule et contribue à la structuration de la pâte (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

Elle est également un facteur essentiel dans les comportements rhéologiques des pâtes. L'ajout d'eau à la formule réduit la viscosité et l'élasticité de la pâte et augmente son extensibilité. L'augmentation de la quantité d'eau produit également une réduction de la consistance, une augmentation de la fluidité et de l'adhérence de la pâte. En revanche, si la proportion de l'eau est trop basse, la pâte devient fragile et montre une formation marquée de croûte due à la déshydratation rapide à la surface (**MAACHE-REZZOUG et al., 1998**).

### **II.1.3.3. Agents de fermentation:**

#### **II.1.3.3.1. La levure de boulangerie :**

La levure de boulangerie est un ingrédient naturel qui ne doit pas être confondu avec la levure chimique. Elle est essentiellement utilisée en panification à une quantité de 1 à 2,5% du poids de la farine (**Kiger et al., 1968**).

#### **II.1.3.3.1.1. Fermentation :**

Avec une augmentation de la concentration de levure, la taille des bulles devient plus petite de 23 à 17  $\mu\text{m}$ , ceci est peut-être parce que la concentration de levure augmente le taux de production de  $\text{CO}_2$  et la sursaturation entraîne une augmentation du taux des bulles. Il en résulte une baisse des tailles de bulles (**Upadhyay et al, 2012**).

Les levures ont pour rôle technologique essentiel d'assurer la fermentation alcoolique en produisant massivement le gaz carbonique permettant la levée de la pâte (**Montel et al, 2005**).

#### **II.1.3.3.2. Le levain:**

Le levain est une pâte composée de semoule et d'eau soumis à une fermentation naturelle acidifiante dont la fonction est d'assurer la levée de la pâte. Le levain renferme une microflore acidifiante composée de bactéries lactiques et levures (**Lhomme, 2014**), qui se développent et qui sont les principaux agents de la fermentation et de la production d'acidité et d'arômes. Au cours du processus, une partie des glucides présents dans la flore de farine sont transformés, entre autres, en acide lactique, en acide acétique et en  $\text{CO}_2$ . Une foule de substances aromatisantes apparaissent également, qui confèrent au levain son goût caractéristique (**Lesaffre, 2015**).

Un levain naturel de panification est constitué d'un équilibre entre les bactéries lactiques et les levures avec un ratio moyen de 109/107 UFC/g respectivement. Ce sont les bactéries lactiques qui dominent dans les pains aux levains (**Gobbetti et al. 2005**). Ces germes préexistants dans la farine sont également apportés par l'air ambiant et le milieu du travail (**Brochoire et al., 1996**).



**Figure 03** : La fermentation du levain.

#### **II.1.4. Les caractéristiques du pain au levain après la cuisson**

##### **II.1.4.1. Croûte**

La face externe du pain, dont la teneur en eau après cuisson est faible, ce qui la rend facile à déformer et donc à se casser, lui donne des caractéristiques croustillantes par sa structure plus ou moins alvéolaire (**Yanis, 2011**).

##### **II.1.4.2. La mie**

La face intérieure du pain, avec les caractéristiques élastique, ferme, souple ou moelleux. Le nombre d'alvéoles par unité de surface détermine sa structure. La mie du pain à base de levain traditionnel semble plus foncée qu'une mie d'un pain classique (**Yanis, 2011**).

##### **II.1.4.3. La saveur**

La durée de levée de la pâte augmente, ce qui ajoute de la saveur au pain final. Le pain au levain présente une saveur un peu aigre car il est composé d'une levure naturelle qui génère des bactéries lactiques (**Azani, 2021**).

##### **II.1.4.4. Texture en bouche**

Selon **Azani (2021)**, le pain présente une texture croustillante à l'extérieur, mais est plus moelleux et plus résistant à l'intérieur. Il possède une cavité plus grande et est également plus moelleux et humide qu'un pain ordinaire. Cependant, cela était clairement perceptible lorsque l'on dégustait la mie seule. Effectivement, étant donné l'épaisseur de la croûte du PT, cela compliquerait la mastication et réduirait l'impression d'humidité en bouche (**Yanis, 2011**).

## **II.2. Étapes de panification**

### **II.2.1. Pétrissage**

Le pétrissage de la pâte est un stade très important dans la panification, le degré de pétrissage a une relation très importante dans la qualité de celle-ci (**Olewnik et al., 2004**). C'est la première opération de la panification proprement dite: Il assure, à la fois le mélange intime des matières premières mises en œuvre et la confection de la pâte

### **II.2.2. Le pointage**

Le pointage est la première fermentation de la pâte à pain. Pendant cette période, la pâte repose et la levure agit, permettant la formation de gaz carbonique. Cela fait gonfler la pâte, développe les arômes, et améliore la structure de la mie (**Calvel, 1986**).

### **II.2.3. Mise en forme**

Pour obtenir des galettes d'un poids précis, les boules de pâte sont pesées, ce qui constitue une étape essentielle avant la cuisson. Une fois la forme désirée atteinte, les boules sont déposées pour subir l'apprêt et être prêtes pour la cuisson au four (**Anonyme 1**).

### **II.2.4. Apprêt**

L'apprêt correspond à la dernière période de fermentation des boules après le façonnage et avant l'enfournement. Pendant laquelle elles se développent pour atteindre un volume jugé optimal: Environ trois fois leur volume initial au moment de la mise au four. A ce stade, les levures jouent pleinement leur rôle d'agent de levée de la pâte. La production de CO<sub>2</sub> l'emporte sur celle de l'alcool (**Anonyme 3**).

### **II.2.5. Cuisson**

Les pains sont enfournés à 250-280 °C en présence de vapeur d'eau. Avant l'enfournement, le boulanger scarifie les pains avec une lame pour faciliter le développement des pains. Les grignes ainsi obtenues interviennent également dans le côté esthétique du pain tout en développant des arômes intenses, l'alcool produit lors de la fermentation sera éliminé par simple évaporation en tout début de cuisson dans le four à pain. Le rapport gliadines / gluténines est un facteur qui influence les propriétés et la qualité de cuisson (**Daniel et Triboi, 2000**)

### **II.3. Bois d'olivier**

Le bois de l'olivier est de très bonne qualité, durable et résistant, beige à brun jaunâtres, marbré de brun noirâtre au cœur, très homogène et très pressé (**Brosse, 2005**).

Le bois d'olivier est reconnu pour ses propriétés antibactériennes naturelles, grâce à sa structure dense et à ses composants naturels qui limitent la prolifération des bactéries à sa surface. Lors de la découpe ou du contact avec des aliments, le bois d'olivier offre une barrière robuste contre les contaminants. De plus, contrairement aux autres types de bois, le bois d'olivier préserve intactes la saveur et la fraîcheur des aliments, sans altération. En termes de densité et de solidité, le bois d'olivier est considéré comme dur et dense, avec une moyenne de 940 kg/m<sup>3</sup> sec. Il possède également une résistance naturelle à l'humidité et aux insectes, offrant ainsi une saveur unique (**Emilie Martin, 2018**).

La cuisine au feu de bois est renommée principalement pour la saveur distinctive qu'elle apporte à chaque recette. La chaleur émise par le bois est enveloppante, permettant une cuisson sans dessécher les aliments. De nombreux amateurs de cuisine au feu de bois apprécient également son goût particulier (**Emilie Martin, 2018**).

### **II.4. Four à bois**

Le four à bois, aussi connu sous le nom de four à pain, est utilisé principalement pour cuire une variété d'aliments tels que le pain, les pizzas, les viandes, les plats mijotés et les gâteaux en utilisant la chaleur du feu de bois. Cet élément est emblématique du patrimoine rural et se retrouve dans la plupart des villages anciens d'Europe, notamment en France où il a une fonction collective. On le retrouve également dans diverses régions du monde comme en Afrique, en Amérique du Nord, en Asie et au Proche-Orient (**Jean-Claude Portes, 1993**).

**II.4.1. Les éléments de four à bois :**

**Tableau III:** Les éléments de four à bois.

Eléments de four	Définition
Bouche	La bouche est l'ouverture du four par laquelle on introduit le <u>bois</u> de chauffe ainsi que les <u>aliments</u> destinés à être cuits. Elle permet également un apport d'oxygène durant la cuisson à feu ouvert et peut être fermée durant la cuisson sans flamme, à chaleur tombante (Ploomia et Francesco Bucci, 2022).
Sole	Le sole du four est la surface sur laquelle sont placés d'abord le <u>bois de chauffage</u> et ensuite les aliments, .Les coins sont toujours arrondis (Ploomia et Francesco Bucci, 2022).
Socle	C'est une construction qui sert de support au four et qui permet de l'élever à hauteur d'homme (Ploomia et Francesco Bucci, 2022).
Voute	C'est l'espace du four dans lequel on réalise la chauffe ainsi que la cuisson des aliments. (Ploomia et Francesco Bucci, 2022).
La couverture	C'est la partie supérieure du four à pain, qui forme la chambre de cuisson. C'est là que se déroule la magie de la transformation de la pâte en pain. Et ce, grâce à la chaleur du feu de bois (Michel Marin, 2004).



**Figure 04** : la bouche de four



**Figure 05** : Le sole de four

## **II.4.2. Étapes de l'usage d'un four à pain**

### **II.4.2.1. Chauffage**

Si un four en argile est resté inactif pendant une longue période, il peut accumuler de l'humidité dans ses parois épaisses. Pour éviter tout risque d'effondrement, il est essentiel de procéder à une chauffe très progressive. Avant d'utiliser le four pour la cuisson, il est recommandé d'effectuer au moins deux cycles de chauffe sans y placer d'aliments, afin d'éliminer cette humidité (**Jacques Revel, 2015**).

### **II.4.2.2. Décendrage**

Quand le four à pain est assez chaud, on retire les cendres à l'aide d'un instrument à décendrer (cet instrument revêt des formes très diverses selon les régions et porte aussi des noms variés), puis on retire les tisons (**Mouez ar Menez , 1997**).

### **II.4.2.3. Enfournement**

On enfourne alors la pâte à pain en commençant par enfourner les gros pains sur les cotés car ils sont plus longs à cuire et on termine par les petites pièces (**Orelle patromone, 2023**).

### **II.4.2.4. Cuisson**

Celle-ci cuit grâce à la chaleur emmagasinée. On doit y rajouter une gamelle d'eau pour un meilleur produit fini. L'eau va apporter de l'humidité, la cuisson sera meilleure, le

pain sera plus développé, il aura une meilleure grigne et une belle couleur (**Olivier Schlama ,2020**).

## **II.5. L'argile**

L'argile est composée principalement de phyllosilicates, des silicates qui lui confèrent sa plasticité caractéristique. En séchant, l'argile a tendance à se fissurer, une particularité que l'on retrouve également dans les fours construits avec ce matériau. Cependant, il existe une technique de séchage qui permet d'éviter ces craquelures. Ce processus doit être progressif, avec un feu de faible intensité. Pour prévenir les fissures profondes, on applique un tissu humide sur la surface externe de la structure en argile, facilitant ainsi un séchage doux et uniforme qui réduit les risques de fissuration (**Jean Laberge , 2004**).

En plus d'avoir une voûte en argile, ce four se distingue par l'absence d'une cheminée pour évacuer la fumée ; celle-ci s'échappe plutôt par l'entrée du four. Cette méthode est plus économique car elle évite les pertes thermiques associées à une cheminée conventionnelle après le chauffage. Cependant, le four prend plus de temps à atteindre sa température optimale par rapport à un four équipé d'une cheminée. L'épaisseur de la glaise utilisée garantit un bon rendement calorique du four (**Jean Laberge , 2004**).

## **II.6. Le four moderne**

Le four de boulangerie moderne est un élément central dans le processus de fabrication du pain et des produits de boulangerie. Il a connu de nombreuses évolutions au fil du temps, tant au niveau de sa conception que de ses fonctionnalités, afin de répondre aux besoins spécifiques des boulangers et de garantir la qualité des produits cuits (**Baik, et al, 1999**).

Le four place du gaz en combustion (source d'énergie) à l'intérieur de la chambre de cuisson pour chauffer l'air et les produits. Le transfert de chaleur dans un four à gaz direct est principalement assuré par rayonnement des flammes (brûleurs ruban placés au-dessus et en dessous du tapis du four), du haut, de la base et des parois de la chambre de cuisson. Les fours à gaz directs sont très efficaces car ils convertissent la plupart du combustible en chaleur pour le traitement des produits, ce qui réduit la consommation de combustible et les coûts d'exploitation (**Davidson,I. 2016**) .

### **II.6.1. Conditions de transfert de chaleur et de masse dans un four de cuisson**

Les données de perte d'humidité obtenues lors de la cuisson dans le four amélioré ont été ajustées à différents modèles. Les conditions de transfert de chaleur et de masse dans le four de cuisson développé dépendent des conditions suivantes :

- **Mie** : zone intérieure humide, la température ne dépasse pas 100°C et dans cette condition il n'y a pas de déshydratation
- **Croûte** : zone extérieure sèche, la température dépasse 100°C et la déshydratation se produit
- **Front d'évaporation** : ce front d'évaporation se situe entre la mie et la croûte, la température était de 100°C et l'évaporation de l'eau se produit (**Purlis et al., 2009 ; Purlis, 2012**).

# **Partie expérimentale**

# **Matériels et méthodes**

### **I. Matériels et méthodes**

#### **I.1. Objectif du travail**

Ce mémoire a pour objectif de valoriser un produit du terroir. Pour ce faire, nous avons réalisé une étude comparative entre une galette traditionnelle et une galette commerciale, en nous appuyant sur l'analyse de plusieurs critères : chimiques (taux d'humidité), physiques (poids, pourcentage de croûte et de mie, et ratio croûte/mie), microbiologiques et sensoriels.

Les expérimentations ont été conduites au laboratoire de qualité et sécurité des aliments, rattaché au département des sciences alimentaires de la faculté des sciences biologiques et agronomiques de l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou (UMMTO).

#### **I.2.Préparation de la galette**

##### **I.2.1.Galette traditionnelle**

###### **a. Mélange des ingrédients**

La semoule et le sel sont mélangés d'une manière homogène, on ajoute ensuite de l'eau, puis le levain, le tout est mélangé pendant 5 minutes jusqu'à ce que toute trace d'eau et de semoule disparaisse.

###### **b. Le pétrissage**

Le pétrissage se fait à la main pendant 30 minutes environ. Le pétrissage sert à mieux développer le réseau viscoélastique de la pâte. Une pâte bien pétrie est lisse.

###### **c. La première fermentation « pointage »**

On laisse reposer la pâte à température ambiante pendant au moins 20 minutes.

###### **d. Division**

Une fois que la pâte a doublé de volume, on la divise en deux parts égales et on les place sur un linge propre saupoudré d'un peu de semoule.

### **e. Façonnage**

C'est une mise en forme de la pâte. On commence par diviser la pâte en boules de taille uniforme. Chaque boule est ensuite placée sur une surface légèrement semoulée, puis aplatie avec la paume de la main pour former des disques ou des rondelles.

### **f. La deuxième pousse ou « apprêt »**

Après le façonnage, les boules de pâte doivent reposer à température ambiante pendant 1 heure à 2h avant la cuisson. La galette traditionnelle au levain, avec sa fermentation plus longue et complexe, développe une texture et une saveur plus riches.

### **g. La Cuisson**

On commence par chauffer le four en brûlant le bois de l'olivier jusqu'à ce qu'il atteigne une température élevée. Une fois que le four est bien chaud, on place la galette sur une pierre plate chaude à l'intérieur du four. La cuisson dure environ 5 minutes.

## **I.2.2. Galette commerciale :**

### **a. Préparation de la pâte :**

Mélangez la farine, la semoule et un peu de sel. Ajoutez la levure boulangère sèche et mélangez bien. Commencez à incorporer l'eau tiède petit à petit en mélangeant avec vos mains ou une cuillère en bois. Continuez à ajouter de l'eau jusqu'à obtenir une pâte souple et légèrement collante.

### **b. Pétrissage :**

Pétrissez la pâte pendant environ 15 à 20 minutes en utilisant un robot pétrisseur jusqu'à ce qu'elle devienne lisse et élastique.

### **c. Levée de la pâte :**

Formez une boule avec la pâte, puis couvrez le saladier d'un linge propre ou d'un film plastique. Laissez reposer la pâte dans un endroit chaud pendant environ 15 minutes, jusqu'à ce qu'elle double de volume.

### **d. Façonnage :**

Après avoir dégazé la pâte, divisez-la en portions égales et formez des boules. Aplatissez chaque boule en une galette sur une surface farinée.

### **e. Repos avant cuisson :**

Placez les galettes sur un torchon propre saupoudré de la semoule pour éviter qu'elles ne collent. Couvrez-les d'un autre torchon et laissez-les reposer pendant environ 30 minutes pour qu'elles gonflent légèrement.

### **f. Cuisson**

Pour cuire une galette commerciale, préchauffez d'abord le four à gaz à 250°C. Placez les galettes sur une plaque de cuisson en les espaçant. Faites-les cuire au four pendant 8 à 10 minutes.

## **I.3. Evaluation de la qualité physico chimique:**

### **I.3.1. L'humidité (teneur en eau)**

La teneur en eau est déterminée selon la norme AFNOR N.F. V03-707 de juin 1989 (AFNOR 1991).

Pour mesurer l'humidité on utilise : dessiccateur, étuve, balance analytique et une nacelle.

**Mode opératoire** -Peser la nacelle vide et noter la valeur affichée V1.

-Peser 5 g de l'échantillon dans la nacelle.

-Mettre l'échantillon dans l'étuve à 130°C pendant 1h30min.

-Après 1h30min on met l'échantillon dans le dessiccateur pour refroidir puis on pèse et on note la valeur V2.

-Le taux en humidité (H) est exprimé en grammes pour 100 g de produit. Il est déterminé par la formule suivante :

$$H\% = (V1 + 5) - V2 / 5 * 100$$

H% : le taux d'humidité.

V1 : le poids de nacelle vide en (g).

V2 : le poids de nacelle après la sortie de l'étuve en (g).

### I.3.2. Mesure physique :

#### I.3.2.1. Poids

On mesure le poids d'une galette en g à l'aide d'une balance de précision puis on calcule le poids moyen par la méthode statistique. Nous déterminons le pourcentage de mie, pourcentage de croûte et le ratio croûte/mie entre les galettes traditionnelles et commerciales.



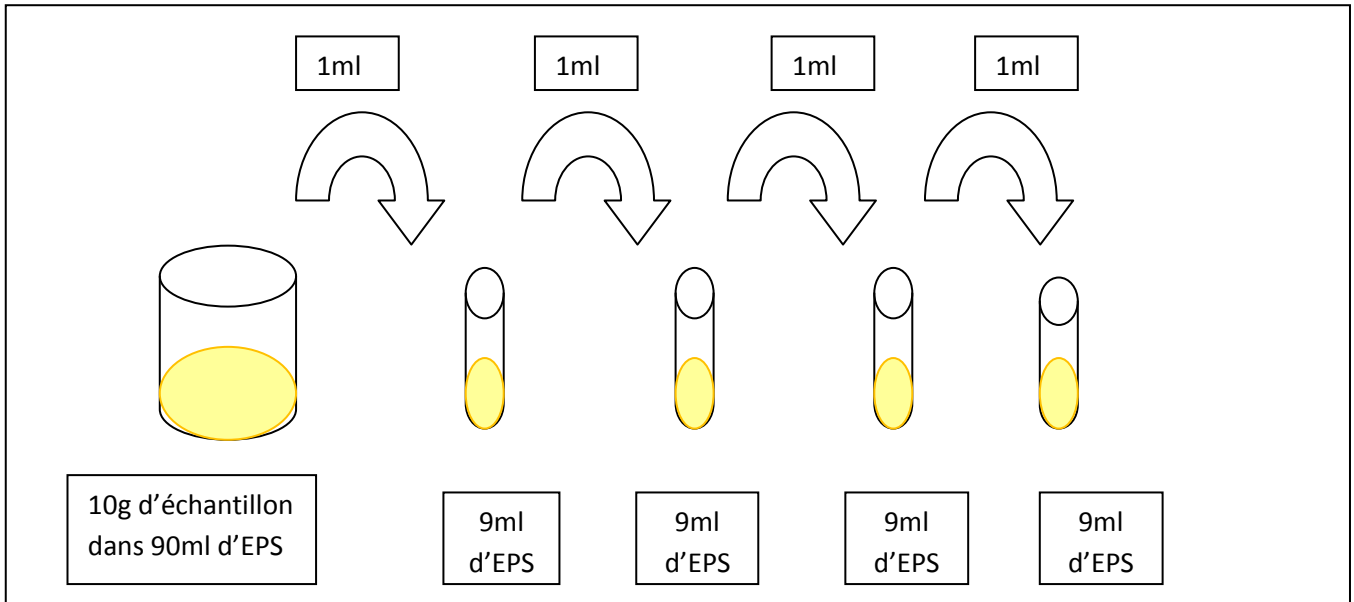
Figure 06 : Mesure du poids des galettes, de la mie et de la croûte.

### I.4. Evaluation de la qualité microbiologique

On a procédé aux analyses microbiologiques selon le journal officiel 2017 pour but d'évaluer la qualité microbiologique d'une galette traditionnelle et d'une galette commerciale.

#### I.4.1. Préparation de la suspension mère et des dilutions décimales

Dix grammes de la galette utilisée, prélevés aseptiquement sont additionnés à 90 ml d'eau physiologique stérile, la suspension obtenue correspond à la solution mère. On introduit aseptiquement 1 ml dans 9 ml d'eau physiologique stérile. 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, 10-3) (Laabidi O; 2007).



**Figure 7:** Schéma de préparation des dilutions décimales

#### **I.4.2. 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 90ml d'eau physiologique stérile, a servi aux différentes dilutions décimales (  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  et  $10^{-3}$  ); 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.

#### **I.4.3. 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 1 ml 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 1 ml 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**).

### **Lecture**

Les colonies des germes aérobies mésophiles se présentent sous formes lenticulaires en masse.

### **I.4.4 Recherche les coliformes totaux et les coliformes fécaux**

Pour détecter la présence des coliformes totaux et les coliformes fécaux, nous avons utilisé le milieu désoxycholate à 1% ou le milieu Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL).

### **Mode opératoire**

Les coliformes totaux ont été dénombrés sur la gélose Violet Red Bile Lactose Agar (VRBL). Les boîtes sont incubées à 37 °C pendant 24 heures.

Les coliformes fécaux ont été dénombrés sur la gélose VRBL, l'incubation à 44 °C pendant 24 heures.

### **Lecture**

Les coliformes (totaux et fécaux) apparaissent en masse sous forme des petites colonies de couleur rouge foncé et de 0.5 mm de diamètre.

### **I.5. Evaluation sensorielle de la galette**

Les échantillons ont été soumis à une évaluation sensorielle par un ensemble de dégustateurs (10 personnes) de différents âges et de sexe.

Les échantillons ont été découpés en petits morceaux de taille égale et servis à chaque dégustateur sur un plateau d'une manière aléatoire et anonyme. L'évaluation sensorielle a été faite la matinée (entre 8h à 10h) dans les conditions suivantes :

- Ne pas prendre de café ou manger dans l'heure qui précède le test ;
- Ne pas fumer 2h avant l'analyse ;
- Eviter de parler durant l'analyse ;
- Rincer sa bouche après avoir goûté chaque échantillon ;
- Chaque dégustateur doit remplir une fiche d'évaluation durant le test.

Les galettes ont été évaluées selon les paramètres suivants :

- Couleur
- Texture
- Odeur
- Dureté
- Goût



**Figure 08** : le déroulement de la séance de dégustation



# **Résultats et discussions**

### II. Résultats et discussions

#### II.1. Résultats et interprétations des analyses physico-chimiques

##### II.1.1-Humidité

Les différents résultats d'analyses physiques et chimiques sur les deux variétés de galette sont mentionnés dans le tableau suivant :

**Tableau IV** : Résultats des analyses physico-chimiques réalisées sur les deux types de galettes différents

Taux d'humidité	Galette traditionnelle	Galette commerciale 01	Galette commerciale 02	Galette commerciale 03
Galette complète	38 ± 1.15%	35 ± 4.12%	38 ± 1.63%	36 ± 4.31%
Croûte	26 ± 4.16%	25 ± 4.69%	25 ± 4.24%	27 ± 5.25%
Mie	39 ± 1%	46 ± 1.28%	45 ± 2.44%	44 ± 1.28%

La teneur en eau est un critère important, d'une part sur le plan économique puisque il détermine le poids et le prix du produit, d'autre part sur le plan conservation car le taux d'hydratation est un facteur de développement des microorganismes (**DUBOIS, 1997**).

1- La galette traditionnelle a un TH de 38 ± 1.15% supérieur comparativement aux taux enregistrés dans la galette commerciale 01 et 03 qui est de 35 ± 4.12% et 36 ± 4.31% respectivement, et il est par ailleurs légèrement inférieur par rapport à la galette commerciale 02 dont le TH enregistré est de 38 ± 1.63%.

Les taux d'humidité enregistrés dans les différentes galettes sont déterminés d'une part par le taux d'hydratation initial de la semoule (quantité d'eau ajoutée) et de type de cuisson (four, température et durée).

2- le taux d'humidité de la croûte des différents types de galette sont proche. En effet, dans la galette traditionnelle le TH de la croûte est de  $26 \pm 4.16\%$ , légèrement supérieure par rapport à la teneur en eau des galettes commerciales 01 et 02 et qui est  $25 \pm 4.69\%$  et  $25 \pm 4.24\%$  respectivement, cependant il est légèrement inférieur par rapport à la galette commerciale 03 dont le TH enregistré est de  $27 \pm 5.25\%$ .

3- Le taux d'humidité enregistré dans la mie de la galette traditionnelle ( $39 \pm 1\%$ ) est de loin inférieur à la teneur en eau enregistré dans la mie des galettes commerciales 01 et 02 et 03 dont les valeurs varient de 44 à 46%. Les taux d'humidités élevées dans la galette commerciale constitueraient un facteur limitant de la conservation.

Comparaison des résultats obtenus aux normes JORA :

Selon la Norme **JORA 1992**, concernant les deux types de galettes, traditionnelle et commerciale, L'humidité maximale autorisée pour une galette complète est de 35 à 40%, donc les résultats obtenus sur les deux types de galettes sont conformes à la normes.

Selon la Normes de JORA 1992, l'humidité de la mie ne doit pas dépasser 40%, tandis que la croûte peut avoir une teneur en eau plus basse mais elle ne doit pas être inférieure à 25%.

En comparant nos résultats à cette norme, nous pouvons conclure que la galette traditionnelle cuite au four en argile et au bois de l'olivier est conforme, cependant la galette commerciale n'est pas conforme.

Ce dernier résultat peut s'expliquer par éventuellement le type du four utilisé, et qui peut prédire aussi une altération microbiologique plus rapide de la galette commerciale par rapport à la galette traditionnelle. Par ailleurs, un taux d'humidité de la croûte autour de 25% pour les différentes galettes peut constituer un paramètre déterminant et favorable par rapport à la texture.

En effet, l'humidité est très variable, elle dépend de la quantité d'eau ajoutée à la pâte avant cuisson. (AZUDIN,1988).

### II.1.2. Mesures physiques sur la galette

Pour des considérations commerciales et réglementaires le poids, le % de la croûte et le % de la mie et le ratio croûte/mie devrait constituer des critères qualitatifs fondamentaux, puisqu'il détermine la qualité de la galette commerciale.

Le tableau V synthétise les différents résultats de mesures physiques sur la galette (poids totale, le poids de la mie et le %, le poids de la croûte et le %).

**Tableau V:** Résultats des mesures physiques sur la galette en (g) et en %.

Poids	Galette traditionnelle	Galette commerciale 01	Galette commerciale 02	Galette commerciale 03
Galette complète	536.9 ± 0.73g	398.8 ± 0.96g	393.5 ± 0.41g	429.2 ± 0.86g
Croûte	185.1 ± 0.69g (34%)	112.4 ± 0.42g (28%)	129.2 ± 0.77g (32%)	135.6 ± 1.24g (31%)
Mie	366.5 ± 0.64g (68%)	286.2 ± 0.74g (71%)	254.6 ± 0.43g (64%)	277.9 ± 1.36g (64%)
Croûte/Mie	0,5	0,39	0,51	0,49

#### II.1.2.1.Le poids

Dans notre présente étude, les résultats obtenus, concernant le poids total de la galette, sont très éloignés entre la galette traditionnelle (536g) et la galette commerciale (393g). Le poids de la galette est déterminant pour son prix de vente et sa rentabilité, surtout dans les contextes où des normes imposent un poids standard. Un poids plus élevé augmente les coûts des matières premières comme la semoule, l'eau et la levure, ainsi que les coûts de production, notamment le temps de cuisson, la main-d'œuvre et l'énergie. Ces coûts supplémentaires doivent être couverts par le prix de vente pour éviter d'impacter négativement la rentabilité.

Calculer le pourcentage de mie et de croûte dans une galette permet de mieux comprendre la répartition des différentes parties du produit. Cela aide à évaluer la qualité du produit fini, à ajuster la texture pour obtenir le bon équilibre entre une mie tendre et une croûte croustillante, et à optimiser la recette. Cette analyse est également utile pour ajuster les paramètres de cuisson et pour comparer le produit avec d'autres similaires. Dans notre étude les résultats obtenus montrent que le taux de la croûte dans les deux types de galettes est légèrement supérieur dans le cas de la galette traditionnelle (34%) par rapport à la galette commerciale dont les valeurs oscillent entre 28 à 32%. La croûte est la partie du pain déterminant fortement sa qualité. Concernant la mie, un taux de 68% est enregistré dans la galette traditionnelle, et il varie entre 64 à 71% dans la galette commerciale. Le ratio croûte/mie est d'environ 0,5 dans la galette traditionnelle, et il est presque identique dans la galette commerciale 02 et 03, cependant dans la galette commerciale 01 est d'environ 0,39. Cette dernière galette le taux de la croûte est faible et qui peut se répercuter fortement sur la qualité sensorielle.

### **II.2. Résultats et interprétations des analyses microbiologiques de la galette traditionnelle et la galette commerciale**

#### **II.2.1. Présentation et discussion des résultats de dénombrement**

Les résultats des analyses microbiologiques nous renseignent d'une part sur la sécurité sanitaire et ainsi que sur la durée et les conditions de conservation des aliments. Dans notre étude, sur les deux types de galettes nous avons effectué la recherche et dénombrement des levures et moisissures, la flore mésophile totale ainsi que les coliformes et les coliformes fécaux. Les résultats obtenus sont synthétisés dans le tableau VI.

**Tableau VI:** Résultats de dénombrement et interprétation de présence des germes.

Aliment	Micro-organismes recherchés	Nombre de colonies	Interprétation	Conformité
Galette traditionnelle	Levure	<10 <sup>2</sup>	S	C
	Moisissures			
	FMT	3.45. 10 <sup>2</sup>	S	
	Coliforme totaux	00	S	
	coliforme fécaux	00	S	
Galette commerciale	Levure	<10 <sup>2</sup>	S	NC
	moisissures	>10 <sup>2</sup>	IS	
	FMT	6.18. 10 <sup>2</sup>	S	
	Coliforme totaux	00	S	
	coliforme fécaux	00	S	

**N : charge microbienne, S : satisfaisant, IS : insatisfaisant, C : conforme, NC : non conforme.**

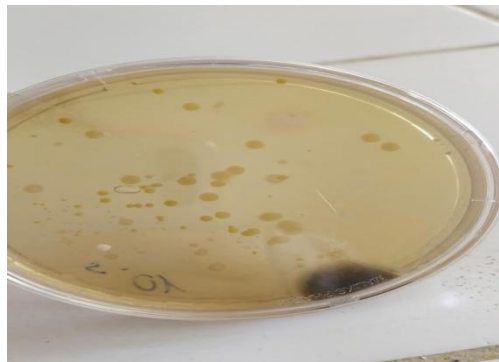
Les échantillons des galettes analysés dans cette étude ont révélé la présence d'une communauté bactérienne extrêmement variée. Les résultats microbiologiques montrent des conclusions similaires pour la galette commerciale 01, 02 et 03.

### **II.2.2. Recherche des levures et moisissures:**

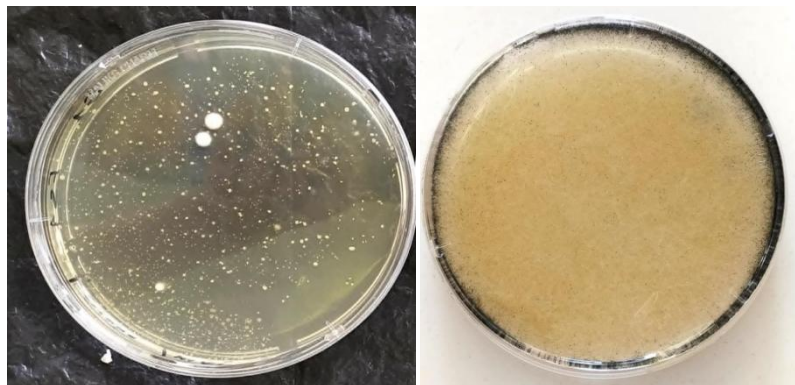
La présence de moisissures dans l'environnement intérieur est habituelle car, possédant des organes polymorphes de dissémination et de survie (spores, conidies, ascospores), elles sont véhiculées par les mouvements d'air, par les êtres vivants et se

déposent ou s'adsorbent sur tous les supports qui s'offrent à elles (Caillaud et al., 2006). Les levures et moisissures sont indicatrices d'une contamination environnementale non maîtrisée par les traitements technologiques. (Alain Branger, 2007).

La culture des mycètes effectuée sur Les deux (02) types de galettes a montré, sur milieu Sabouraud, la présence de levures et de moisissures. Les moisissures sont caractérisées par un aspect filamenteux par rapport aux levures qui sont plutôt représentées par des colonies lisses. Les figures 09 et 10 montrent l'aspect macroscopique des colonies de levures et moisissures obtenues sur milieu de culture, dit de sabouraud, après un temps d'incubation de 3 à 5 jours à 25°C.



**Figure 09:** Isolement des levures et moisissures sur Sabouraud dans la galette traditionnelle.



**Figure 10 :** Isolement des levures et moisissures sur Sabouraud dans les galettes commerciales.

Les spores fongiques sont les principales coupables de la détérioration du pain et des produits de boulangerie (Garcia et Copetti, 2019). La levure est une cause beaucoup moins importante, mais la croissance de l'une ou l'autre peut causer une détérioration de la

surface. Les résultats obtenus concernant la recherche des levures sont satisfaisants pour les deux types de galettes traditionnelles et commerciales.

En ce qui concerne les moisissures, elles sont présentes dans toutes les galettes, mais leur quantité est nettement plus faible dans la galette traditionnelle ( $\leq 10^2$  UFC/g), conforme à la norme JORA. Cependant, la quantité de moisissures dans la galette commerciale (1, 2, 3) est supérieure à la limite fixée par la norme **JORA 1998**.

Les résultats obtenus dans la galette traditionnelle est due au mode de cuisson (four en argile, bois de l'olivier et température élevé), ce résultat peut être associé au taux d'humidité faible de la mie. Cependant, la charge plus élevée en levures et moisissure de la galette commerciale peut s'expliquer un mode de cuisson insuffisant, et pour preuves un taux élevé d'humidité de la mie.

Par ailleurs, ces résultats peut expliquez l'altération rapide de la galette commerciale constaté par l'ensemble des consommateurs. Ce résultats peut interpeller les services de contrôle de la qualité afin d'intervenir de proposer une solution pratiques aux magasins de production et de commercialisation du pain traditionnel.

### **II.2.3. Recherche la Flore Mésophile Aérobie totale**

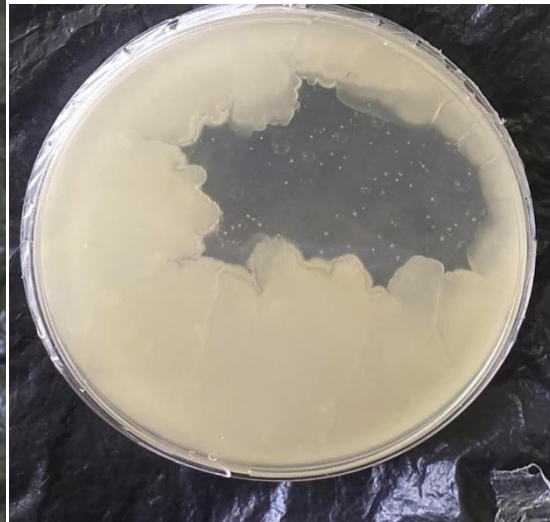
Cette flore correspond au grand nombre de micro-organismes, et à la charge bactérienne globale présente dans les aliments. Cette flore peut être évaluée sur un milieu de culture PCA.

Après un temps d'incubation de 24 à 72 heures à 37°C, l'aspect macroscopique des colonies de la FTAM obtenue sur les boîtes de pétri montrent d'une présence charge bactérienne sur les deux types de galettes.

Les colonies ont des formes lenticulaires, ronde en masse, leur taille moyenne est petite, leur couleur est blanchâtre à crémeuse. Les figures 11 et 12 illustres les formes des colonies obtenues sur les deux types de galettes.



**Figure 11:** Résultat de recherche de la FMAT dans la GC .



**Figure 12 :** Résultat de recherche de la FMAT dans la GT.

Les analyses ont révélé que les deux types de galettes : traditionnelles et commerciales ont une charge microbienne (FMAT) conforme à la norme ( $\leq 10^3$ UFC/g) (**JORA 2017**).

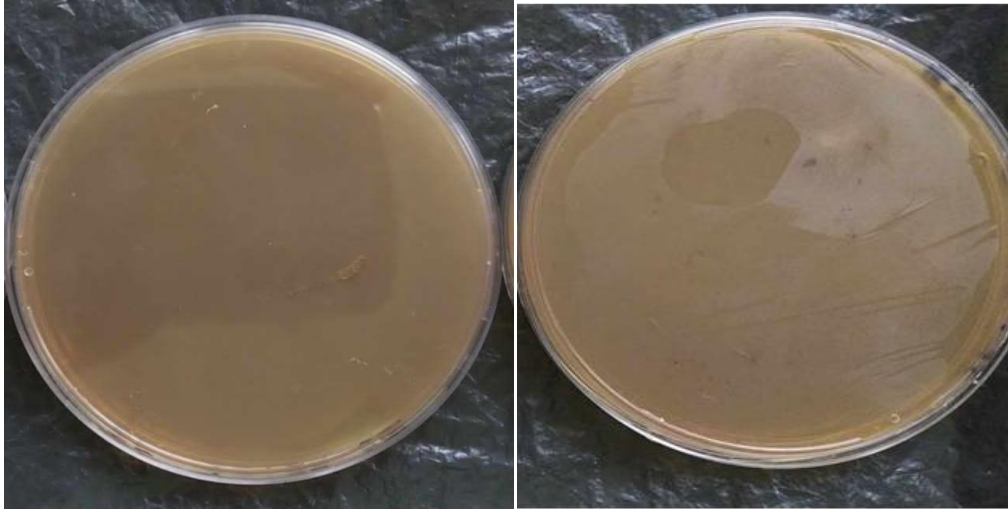
La flore totale aérobie mésophile est un ensemble des microorganismes correspondant aux germes banals de contamination. La charge en FTAM permet de s'informer sur la qualité microbiologique et hygiénique des denrées alimentaires. En effet, l'excès de ces germes témoigne du non-respect des règles d'hygiène lors de la fabrication, des mauvaises conditions d'entreposage et de la mauvaise qualité des matières premières (**Ennadir et al., 2012**).

La flore contaminant à la sortie de four est très réduite, en raison des fortes températures utilisées lors de la cuisson du pain. Tout indique que les quelques germes présents proviennent de la contamination apportée par les manipulations du pain lors de la sortie du four et à l'ensachage (**Umba et al., 2018**).

#### II.2.4. Recherche les Coliforme totaux

Les coliformes constituent avec les Streptocoques fécaux le groupe de bactéries le plus fréquemment utilisé pour l'examen bactériologique des aliments. Ils sont recherchés dans les aliments comme témoins de contamination fécale (**Gaujous, 1995**).

Les résultats de la culture des coliformes sur milieu de culture VRBL sont illustrés dans la figure 13. Les boîtes montrent sur la figure ci-dessus une absence des coliformes totaux dans les deux types de galettes.



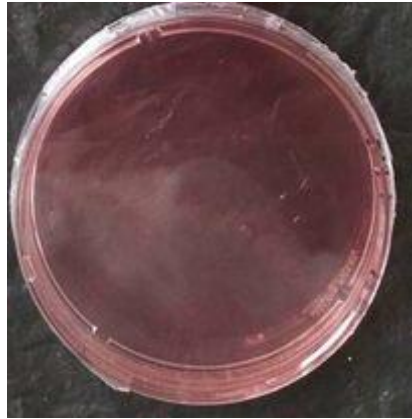
**Figure 13** : Résultats de recherche des coliformes totaux sur milieu VRBL .

Un taux de coliformes totaux inférieur au seuil de la norme, et que ses échantillons de produits analysés possèdent généralement une qualité microbiologique satisfaisante selon le journal officiel de la république algérienne. Lorsque la satisfaction totale est atteinte en ce qui concerne les coliformes totaux, cela dénote d'une absence récente de contamination fécale, témoignant ainsi du respect des règles d'hygiène, notamment en ce qui concerne une hygiène corporelle appropriée du personnel et une utilisation adéquate des installations sanitaires **Ennadir et al.(2012)** .

### **II.2.5. Recherche des Coliformes fécaux**

La recherche des coliformes fécaux a abouti à une absence totale des colonies pour les deux types de galettes après incubation sur milieu VRBL pendant 24 heures à 44°C .

La présence des coliformes d'origine fécale dans les aliments indique une pollution ou une contamination fécale provenant de l'homme ou de l'animal. Une absence totale des coliformes fécaux, indique une qualité satisfaisante de ces produits avec les normes algériennes (**JORA 2017**).



**Figure 14** : Résultats de recherche des coliformes fécaux sur milieu VRBL.

### **II.3. Résultats d'évaluation sensorielle:**

La galette traditionnelle et la galette commercialisée ont été évaluées sensoriellement en utilisant une analyse des critères suivants : la couleur de la croûte, l'odeur, la texture, la dureté et le goût.

Les résultats obtenus en pourcentage d'appréciation par un nombre des dégustateurs sont représentés dans les figures ci-dessous :

#### **II.3.1. Couleur de la croûte**

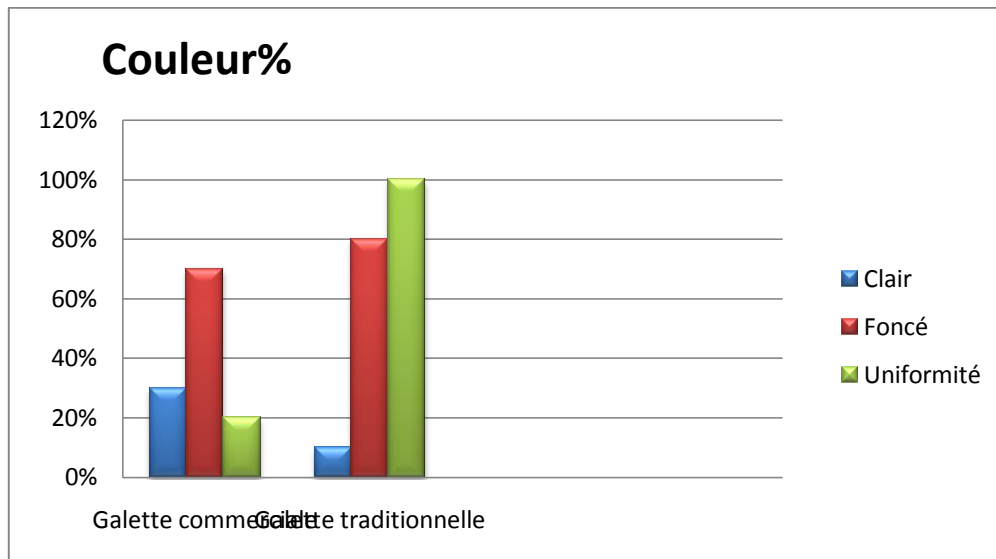


**Galette commerciale**

**Galette traditionnelle**

**Figure 15** : La couleur de la croûte des deux types de galettes

La couleur est le premier élément à prendre en compte, car l'observateur lui accorde une grande importance afin d'apprécier la qualité et la fraîcheur d'un produit. (LARA et al., 2011). Les résultats de l'appréciation de la couleur par les dégustateurs sont illustrés sur la figure 16.



**Figure 16 :** Appréciation de la couleur de la croûte des galettes par les dégustateurs.

Les résultats indiquent que la galette traditionnelle est principalement très foncée (80%) et uniforme (100%), alors que la galette commerciale présente des zones claires et des zones foncées sans aucune uniformité. Donc la couleur varie en fonction des ingrédients, des conditions de cuissons (types de four, de la température, de la durée de cuisson et de l'humidité dans le four).

### II.3.2. La texture

La texture est habituellement définie comme l'ensemble des propriétés mécaniques, géométriques et de surface d'un produit perceptible par les récepteurs sensoriels (Michon et al., 2012).



Figure 17 : Texture de la GC.



Figure 18 : Texture de la GT.

Les résultats de l'appréciation de la texture par les dégustateurs sont illustrés sur la figure 19 pour la croûte et figure 20 pour la mie.

a. La croûte

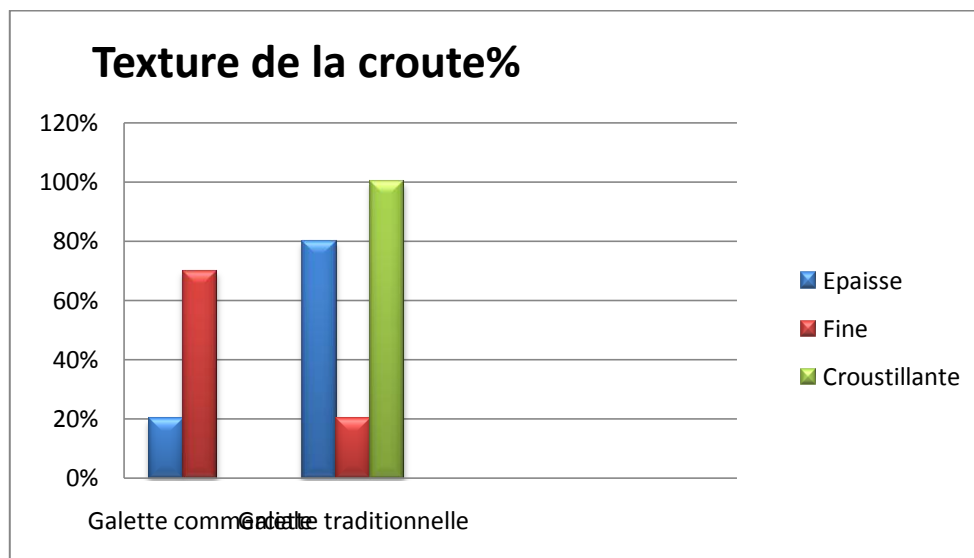


Figure 19 : Appréciation de l'épaisseur des croûtes des galettes par les dégustateurs.

Les données indiquent que la texture de la croûte de la galette traditionnelle est épaisse à 80% et très croustillante à 100%, tandis que celle de la galette commerciale est majoritairement fine (70%) et ne présente pas de croustillant (0%).

Le procédé de panification et les conditions de cuisson influent sur l'épaisseur de la croûte. Température du four, durée de cuisson, mais aussi type de convection (naturelle ou chaleur tournante)

b. La mie

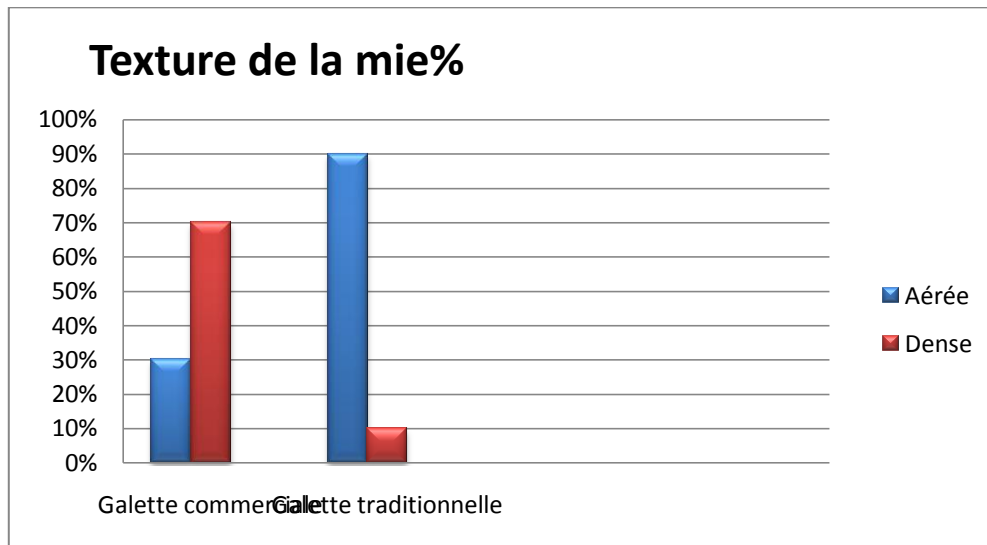


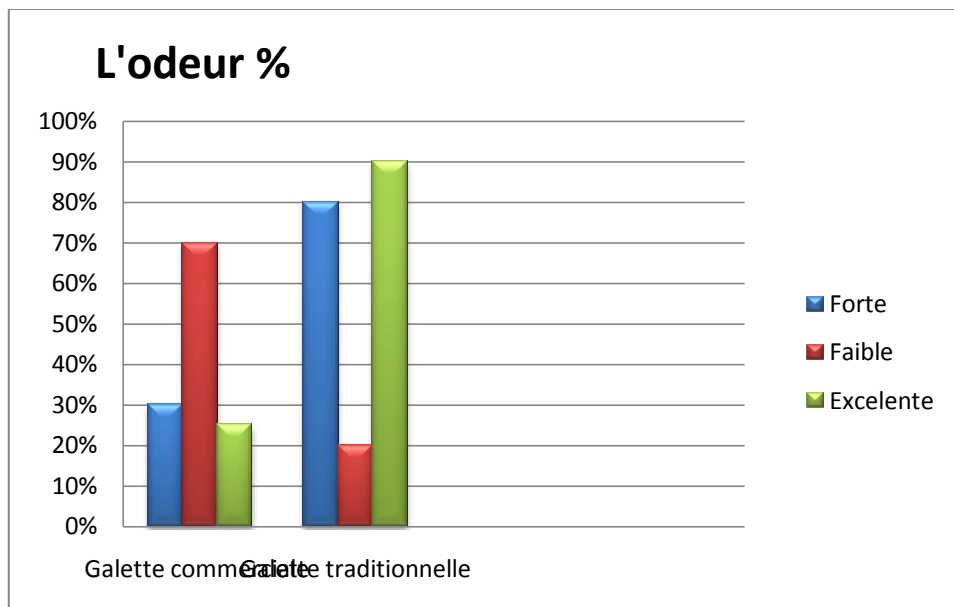
Figure 20 : Appréciation de la texture de la mie des galettes par les dégustateurs.

Au toucher les résultats ont montré que la mie de la galette traditionnelle est aérée (90%) tandis que celle de la galette commerciale est très dense (70%).

Cette variation est due probablement au choix d'ingrédients, les méthodes de pétrissage utilisées lors de la préparation de la pâte.

II.3.3.L'odeur

L'odeur joue un rôle important dans l'appréciation finale du produit fini. En partie, l'odeur est imperceptible en raison de la cuisson, où la température augmente et provoque la volatilité des composés aromatiques.(FELLOWS, 2000). Les résultats de l'appréciation de l'odeur par les dégustateurs sont illustrés sur la figure 21.



**Figure 21** : Appréciation de l'odeur des galettes par les dégustateurs.

La majorité a trouvé que la galette traditionnelle avait une odeur forte mais excellente, tandis que la galette commerciale avait une odeur faible.

La cuisson dans un four de bois d'olivier ajoute des arômes fumés et intenses à la galette traditionnelle, ce qui explique l'odeur forte et excellente perçue par la majorité. En revanche, la galette commerciale, souvent cuite dans des fours industriels, ne bénéficie pas de ces arômes, ce qui entraîne une odeur plus faible.

#### II.3.4. Dureté :

Les résultats de l'appréciation de dureté de la galette par les dégustateurs sont illustrés sur la figure 22.

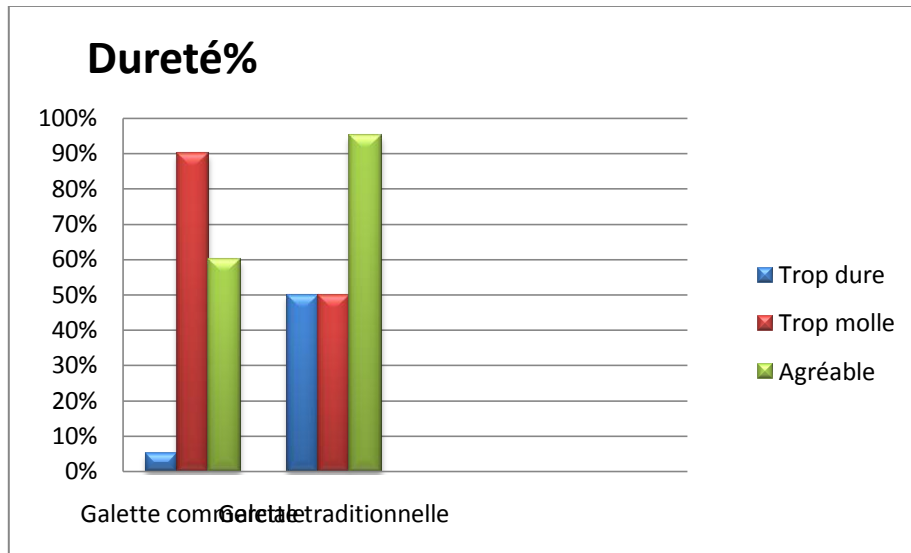


Figure 22 : Appréciation de la dureté des galettes par les dégustateurs.

La moitié des dégustateurs jugent la galette traditionnelle comme trop dure, tandis que l'autre moitié la trouve trop molle. Malgré cela, elle est globalement appréciée. En revanche, la galette commerciale est très molle et n'est pas bien appréciée par les dégustateurs.

### II.3.5. Le goût :

Les résultats de l'appréciation du goût de la galette par les dégustateurs sont illustrés sur la figure 23.

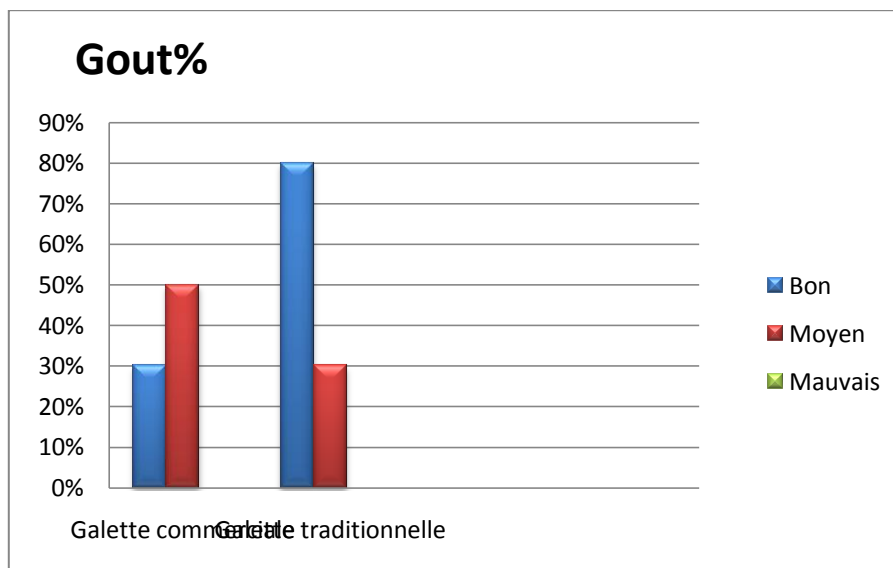


Figure 23 : Appréciation du goût des galettes par les dégustateurs.

Les résultats indiquent que la galette traditionnelle est préférée pour son goût par rapport à la galette commerciale.

Les analyses sensorielles réalisées ont montré que la galette traditionnelle à des caractéristiques organoleptiques satisfaisantes. En effet, il est à noter que la galette traditionnelle à une couleur acceptable et une sensation en bouche agréable.



# Conclusion

## Conclusion

L'objectif de notre travail est d'analyser et comparer les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques ainsi que les propriétés organoleptiques d'une galette traditionnelle par rapport à celles disponibles sur le marché.

Les résultats des analyses physico-chimiques, incluant la teneur en eau, les mesures physiques : le poids (g), croûte (%), la mie (%), et le ratio croûte/mie entre la galette traditionnelle et la galette commerciale, sont regroupés dans les points suivants :

- Le taux d'humidité de la galette traditionnelle (entières, mie et croûte) est conforme aux normes JORA, contrairement aux galettes commerciales qui dépassent souvent les limites autorisées.
- Les mesures physiques sur les deux types de galettes révèlent des écarts importants en termes de poids total, les taux de la croûte et de mie, ainsi que le ratio croûte/mie. Le poids net doit être une norme réglementaire à introduire dans le JORA, pour éviter des fraudes sur le poids de la galette. Les autres paramètres déterminent la qualité de la galette préparée, et le consommateur fera son choix. Le coût élevé de la production de la galette traditionnelle se répercute sur le prix de vente, qui devrait être plus élevé par rapport au prix de la galette commerciale.

Pour ce qui est de la qualité hygiénique, les résultats des analyses microbiologiques sont les suivantes:

- Les analyses ont montré que les deux types de galettes contiennent des levures, avec des quantités conformes à la norme ( $\leq 10^2$  UFC/g). Cependant, bien que les deux sortes de galettes contiennent également des moisissures, celles-ci dépassent la norme dans le cas de la galette commerciale ( $\geq 10^2$  UFC/g). En revanche, la galette traditionnelle présente de faibles charges de moisissures ( $\leq 10^2$  UFC/g), ce qui les rend conformes aux normes et satisfaisantes du point de vue de la qualité hygiénique et sanitaire pour la consommation.
- La charge de la flore mésophiles totale est acceptable pour les deux types de galettes, et se situe en dessous des limites autorisées par les normes.

- Concernant les coliformes totaux et fécaux, les résultats des analyses ont montré leur absence dans les échantillons des deux types de galettes, indiquant ainsi une qualité microbiologique satisfaisante selon le journal officiel de la république algérienne.

En ce qui concerne l'analyse sensorielle réalisée, les dégustateurs ont exprimé leurs préférences concernant les critères de qualité pour les deux types de galettes : La majorité des dégustateurs ont préféré la galette traditionnelle, pour ses caractéristiques distinctives : une couleur uniforme, une croûte épaisse et une mie aérée, accompagnées d'une bonne odeur caractéristique et d'un goût apprécié.

Enfin, bien que la galette commerciale soit plus économique et pratique, elle ne peut égaler la galette traditionnelle en termes de qualité, de goût et d'authenticité. Les consommateurs attachés à ces valeurs sont prêts à payer un prix plus élevé pour des produits bio et artisanaux, mettant en avant l'importance croissante de la qualité et du respect des traditions alimentaires.

# **Références bibliographiques**

- ❖ **ABECASSIS, J. (1987).** La Mouture d'essai du blé dur : recherches et applications industrielles (Doctoral dissertation, Ecole nationale supérieure de meunerie et des industries céréalières) ;p146.
  
- ❖ **ABECASSIS J., (1991).** La mouture du blé dur. In, les industries de première transformation des céréales. (In GODON B et WILLM C). Ed. Tec et Doc- Apria: 362-393.
  
- ❖ **ADOLPHE HANOTEAU et ARTISTE LETOURNEUX, 14 avril 2003** ,La Kabylie et les Coutumes kabyles, Éditions Bouchène, , 532 p. ([ISBN 978-2-35676-105-7](#)).
  
- ❖ **AFNOR. 1986.** Céréales et produit céréaliers. Recueil de normes françaises, Lavoisier TEC & DOC, Paris, 2 : 250-263.
  
- ❖ **ANONYME, (2007).** Effects of variety and fertiliser nitrogen on alcohol yield, grain yield, starch and protein content, and protein composition of winter wheat. Journal of Cereal Science 48: 46.57.
  
- ❖ **ARDENT, E. K., RENZETTI, S. & FABIO, D.B. (2009).**Dough Microstructure and Textural Aspects of Gluten-Free Yeast Bread and Biscuits. In Gluten-Free Food Science and Technology, GALLAGHER, E. Wiley-Blackwell. UK. : 107 – 125.
  
- ❖ **AOUES K., BOUTOUMI H. et BENRIMA A. (2017).** État phytosanitaire du blé dur local stocké en Algérie. Revue Agrobiolia, 7(1), 286-296.
  
- ❖ **Azani, B., & Nailurrahmi, Z. (2021).** Experimental Use of Natural Yeast (Sourdough)as a Replacement of Conventional Yeast in the Making of Artisan (Homemade) Bread.
  
- ❖ **BAKER J.C., MIZE M.D.,** The origin of the gas cell in bread dough, Cereal Chemistry, 18,1941: 19-34.

- ❖ **BASS E.J., 1988.** Wheat flour milling. Pages 1-68 in: *Wheat: Chemistry and Technology*. Volume II.3rd edition. Y. Pomeranz, ed. American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
  
- ❖ **Beck, M., Jekle, M., & Becker, T. (2012a).** Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeastleavened products. I. Rheological attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92, 585–592. <https://doi.org/doi:10.1002/jsfa.4612>.
- ❖ **BECK, M., JEKLE, M., & BECKER, T. (2012b).** Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeastleavened products. II. Baking quality parameters and their relationship.
  
- ❖ **BENBELKACEM A., SADLI F. et BARINIS L. (1995).** La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. Ed. CIHAEM : option méditerranéennes. Zaragoza, p.62.
  
- ❖ **BETTGE, A.D., MORRIS, C.F., GREENBLATT, G.A., 1995.** Assessing genotypic softness in single wheat kernels using starch granule-associated friabilin as biochemical marker. *Euphytica*, vol.86, p.p. 65-72.
  
- ❖ **BOUDREAU, A. et MENARD, G. (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Ed. Les presses de l'université de LAVAL. Québec, P 29, 32, 34, 101, 102, 131, 173, 197.
  
- ❖ **BOUJNAH M., ABECASSIS J., BAKHELLA M., AMRI A., OUASSOU A., NACHIT M., CHAURAND M. et JAOUHARI A. (2004).** Mise au point de tests directs de laboratoire pour l'évaluation de la valeur boulangère des farines de blé dur. *AL Awamia* 111. Vol.1 N. 3.
  
- ❖ **BORNET.F, 1993.** Technologies des amidon, digestibilité et effets métabolique, ed : Nut, Diét , 1620 p.

- ❖ **BORRELLI G.M., DE LEONARDIS A.M., PLATANI C., TROCCOLI A., 2008.** Distribution along durum wheat kernel of the components involved in semolina colour. *Journal of Cereal Science*, vol.48, p.p. 494-502.
  
- ❖ **BROSSE J., 2005.** Larousse des arbres et des arbustes. Ed Larousse. Paris, 292 p.thèse.
  
- ❖ **BOYACIOGLU M. HIKMET, UNAL S. SEZGIN, 1992.** Effect of particle size on mineral constituents and pigment content of semolina. *Pasta J.*, vol.74, n.3, p.p. 40-44.
  
- ❖ **CALVER R. (1984).** La boulangerie moderne. EYROLLES, 10ème Edition Paris, 460 p.
  
- ❖ **CLEVER PROTOTYPES LLC,** « Nouvelles Innovations à Travers L'histoire | Invention du Four », sur *Storyboard That*.
  
- ❖ **DHALGREN et CLIFFORD, (1985).** The Families of the Monocotyledons. Structure, Evolution and Taxonomy.
  
- ❖ **DJELTI, H. (2014).** Etude de la qualité du blé tendre utilise en meunière algérienne. Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen. 25-27 p.
  
- ❖ **Emilie Martin, 2014.** IFUML LE MONDE DU BOIS.
  
- ❖ **ENNADIR J.,HASSIKOU R., OHMANI F., HAMMAMOUCHE J.,BOUAZZA F., QASMAOUIA., ... & KHEDID K. 2012.** Qualité microbiologique des farines de blé consommées au Maroc. *Canadian journal of microbiology*, 58(2): 145-150.
  
- ❖ **FAO. (2007).** Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations.

- ❖ **FATIMA-ZOHRA BOUAYED**, Le Livre de la cuisine d'Algérie, SNED, 1981 ([ISBN 2201016488](#)), p. 295
- ❖ **FAVIER J. C., IRELAND RIPERT J., TOQUE C., FEINBERG M., 1995**. Répertoire général des aliments: table de composition. ED : Technique et Documentation, 2ème édition, Paris, Lavoisier, 897p.
- ❖ **FEILLET P., (2000)**. Le grain de blé : Composition et utilisation. INRA. Paris. P : 23-34, 57,58,72,94,114,115,123,135,187,199,229,253,261.
- ❖ **FEILLET, P. (2000)**. Le grain de blé, composition et utilisation. Edition; INRA. Paris. 308 pages.
- ❖ **FELDMAN M., (2001)**. Origin of Cultivated Wheat. In Bonjean A.P. et W.J. Angus. The world Wheat Book: a history of wheat breeding. Intercept Limited. Andover. Angleterre. P : 3-56.
- ❖ **FRANCONIE H., CHASTANETM. et SIGAUT F. (2010)**. Couscous, boulgour et polenta. Transformer et consommer les céréales dans le monde. Ed : Karthala, Paris.
- ❖ **FREDOT E. (2005)**. Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Edit TEC et DOC. Lavoisier. pp 157 - 177.
- ❖ **FREDOT, E. (2012)**. Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Ed Lavoisier Tec et doc Paris, Pp.159.
- ❖ **GALLAGHER, E. (2008)**. Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In Gluten-free cereal products and beverages (pp. 321-346). Academic Press.

❖ **GARCIA M. V., COPETTI M. V. 2019.** Alternative methods for mould spoilage control in bread and bakery products. *International Food Research Journal*, 26(3) : 737-749.

❖ **GIANNOU . V., V. KESSOGLOU and C.TZIA (2003).** Quality and safety characteristics of bread made from frozen dough. *Trends in Food Science & Technology* 14 (2003) 99–108 .

❖ **GOBBETTI, M. et al. (2001),** How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods, *Food Microbiology*.

❖ **GODON, (1991).** Biotransformation des produits céréaliers. Ed : pria/Inra : techniques et documentations Lavoisier : Paris pp 221.

❖ **GODON, B. et WILM, C. (1991).** Les industries de premières transformations des céréales. Ed. Tec et Doc. LAVOISIER .paris, ISBN : 2-7430-0123-2, p 122-154. Article.

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

❖ **GODON B. et WILLM C. (1998).** Les industries de première transformation des céréales. 2ème éd. Paris.

❖ **GRIGNAC P., (1978).** Le blé dur : morphologie succincte. P : 83, 84 et 85.

❖ **Jacques Revel,** Four à pain, mode d'emploi, éditions Eyrolles, 2015, p. 45 et 53.

❖ **JEANTET, R. CROGUENNEC, T. SCHUK P et BRULE, G. (2007).** Du blé au pain et aux pâtes alimentaires. In « sciences des aliments biochimie, Microbiologie, procédés, produits » Vol 2 : Technologie des produits Alimentaires. Ed Tec et Doc. LAVOISIER. Paris. P 137-180.

❖ **Jean-Claude Portes**, Châteauneuf-du-Pape : mémoire d'un village, Editions A. Barthélemy, 1993, p. 85.

❖ **JINTET.R, CROGUENNEC.T, SCHUCK.P, BRULE.G**, science des aliments, ed : tec et doc Lavoisier Paris, 2007, 383 p.

❖ **JORA, (2007)** : Journal Officiel de la République Algérienne ,2007.

❖ **KIGER J.L, KIGER J.G,(1967)** , Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime, ed : DUNO, Paris., 676 p.

❖ **KIGER J. L., KIGER J. G., LEY G.,(1968)**, Techniques modernes de la biscuiterie : pâtisserie- boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime, Dunod, :595p.

❖ **KULP K., (1988)** , Bread industry and processes. In : Pomeranz, Y. (Ed.), Wheat, Chemistry and Technology, third ed ., vol. 2. AACC International, St. Paul, MN, USA, 1988 : 371- 406.

❖ **LANGRAF F.,(2002)**, Produits et procédés de panification, F 6 180, Techniques de l'ingénieur, traité Agroalimentaire, 2002 : 12p

❖ **LAURO M.; RING S.; BULL V.J.; POUTANEU K., 1997.**Gelatinisation of waxy barby starch hydrolysates.Canadian Journal of Cereal Sci., vol.26, n.3, p.p.347-560.

❖ **Les fours à pain des Bauges, construction et histoire et usages** , sur *savoie-rando.fr* .

❖ **LHOMME, E. (2014)**. Caractérisation biomoléculaire des bactéries lactiques issues des levains de panification français. Thèse de Doctorat, laboratoire de microbiologie alimentaire et industrielle. 130P.

❖ **L’histoire du four à pain (2023) : De l’Antiquité aux fours modernes | Box à Pain** , 19 mars 2023 .

❖ **MAACHE-REZZOUG, Z., BOUVIER, J. M., ALLEF, K. & PATRASC. (1998 a).** Effect of Principal Ingredients on Rheological Behavior of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. *Journal of Food Engineering.* 35, 23-42.

❖ **MAACHE-REZZOUG, Z., BOUVIER, J. M., PATRAS, C. & ALLAF, K. (1998 B).** Study of mixing in Connection with the Rheological Properties of Biscuit Dough and Dimensional Characteristics of Biscuits. *Journal of Food Engineering.* 35, 43-56.

❖ **MAGAN N., Hope C.V. and Aldred D. (2003).** Post – harvest fungal ecology : Impact of fungal growth and mycotoxin accumulation in stored grain. *Euro. J. Plant. Pathol* 109, p:723-730.

❖ **MANSER J., 1989.** Degree of Fineness of Milled Durum products from the Viewpoint of Pasta Manufacture. *Pasta journal* July/August: n.23.

❖ **Michel Marin, Les fours à pain : Construire, restaurer, utiliser, éditions Rustica, 2004.**

❖ **Miller, R. A., & Hosney, R. C. (2008).** Role of salt in baking. *Cereal Foods World*, 53(1), 4–6. <https://doi.org/10.1094/CFW-53-1-0004>.

❖ **MOLL, M. MOLL, N. (2008).** Précis des risques alimentaires. Ed Lavoisier Tec et doc., Paris, Pp.104.345.

❖ **MOUAEZ AR MENEZ,(1997),** n° 13 revue éditée par l'association des Amis de l'Ecomusée des Monts d'Arrée, Tradition des fours à pain, 1997.

❖ **Montel M.C., Beranger C., Bonnemaire J. (2005).** Les fermentations au service des produits de terroir. Edit INRA. pp 151 - 154.

❖ **Multon J.L. 1982.** Conservation et stockage des grains et graines et produits derivés céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique & Documentation Lavoisier, Paris. p. 576.

❖ **NIONELLI, L.;RIZZELLO, C, 2016,** Sourdough-Based Biotechnologies for the Production of Gluten-Free Foods. Foods 2016, 5, 65.

❖ **NIQUE, G. et LASSERAN, J.C. (1989).** Stockage et conservation des grains à la ferme Guides pratiques. 50 p.

❖ **ORELLE PATRIMOINE** , sur net1901.org ( le 8 juillet 2023).

❖ **PANFILI, G., FRATIANNI, A., IRANO, M., 2004.** Improved normal-phase highperformance liquid chromatography procedure for the determination of carotenoids in cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry, vol.52, p.p.6373-6377.

❖ **PATRICK F, (2006).** Influence des fractions de mouture de blé tendre (farines patente, de coupure et basse) sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits ; Thèse de doctorat ; Université Laval-Quebec ; Canada. P : 293.

❖ **PAUL.C,(2007)** , Céréales et alimentation : une approche globale Agriculture Environnement Alimentation et Céréales, ed : INRA, 2007, p 1-4.

❖ **PLOOMIA et FRANCESCO BUCCI,(2022),** Histoire du four: qui était l'inventeur , sur *ReparationFacile*, 17 novembre 2022.

❖ **SCHUHWERK D., NAKHFOROOSH A., KUTSCHKA S., BODNER G. et GRAUSGRUBER H. (2011).** Field screening of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) for drought tolerance. Tagung der Vereinigung der Pflanzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs, 61. P : 147–154.

❖ **SISSONS M., 2008.** Role of Durum Wheat Composition on the Quality of Pasta and Bread. Food, Global Science Books, vol. 2, n. 2, p.p. 75-90.

❖ **SOUCI S. W., FACHMANN W., KRAUT H., 1994.** La composition des aliments. Tableaux des valeurs nutritives Med pharm scientific publishers, 5ème édition, Stuttgart :1091p.

❖ **TRADITION DES FOURS A PAIN, (1997)** Mouezh ar Menez n° 13 revue éditée par l'association des Amis de l'Ecomusée des Monts d'Arrée.

❖ **UPADHYAY R., GHOSAL D., MEHRA A., (2012),** Characterization of bread dough: Rheological properties and microstructure. Journal of Food Engineering, 109,1, 2012 : 104113 .

❖ **VAN DER BORGHT ANNE, GOESAERT HANS, VERAVERBEKE WIM S., DELCOUR JAN A., 2005.** Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. Journal of Cereal Science, vol.41, p.p.221–237.

❖ **VIERLING, E. (2008).** Aliments et boissons: filières et produits. 271p (Doin Ed.).

❖ **YANIS C., C.ALINA, G.C.HOLLY, J.PETR, S. JULIETTE, décembre 2011.** PROJET AGROALIMENTAIRE SUR LE PAIN « Eléments de différenciation entre le pain standard et pain de tradition française ».

❖ **ZAHOUR., (1992).** Eléments d'amélioration génétique des plantes. Ed. Actes. P : 223.

❖ **ZAGHOUANE, O., ABDELLAOUI, Z., & HOUASSINE, D. (2006).** Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes. Options .

## Webographie

- 1- ANONYME, (2012) ,production de céréale en Algérie (1962-2012) : [www.econostrum.info/](http://www.econostrum.info/) .
  
- 2- ANONYME, (2018). Semoule et Couscous, leurs secrets de fabrication posté le 8 octobre 2018 par LeRenard. <https://www.le-renard.fr/ce-que-vous-devez-savoir/semoule-et-couscous-leurs-secrets-defabrication/>( consulter le 22-06-2022).
  
- 3- FAO. (2007). Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations.  
<http://www.fao.org>. (Consulté le 11/01/2010).
  
- 4- Journal of the Science of Food and Agriculture, 92(2), 299–306. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4575> .
  
- 5- LESAFRE. (2015), Le levain naturel, Les starters de levain [en ligne]\_\_. <https://www.lesaffre.com/fr/le-levain-naturel/> (consulté en février 2020).

# **Annexes**

**Annexe 01 : Fiche d'évaluation sensorielle.**

**Fiche d'évaluation sensorielle de la galette traditionnelle et la galette commercialisée.**

**Age :**

**Sexe :**

**Couleur de la croûte**

<b>Produit</b>	<b>Clair</b>	<b>Foncé</b>	<b>Uniformité</b>
<b>A</b>			
<b>B</b>			

**Texture de la croûte**

<b>Produit</b>	<b>Épaisse</b>	<b>Fine</b>	<b>Croustillante</b>
<b>A</b>			
<b>B</b>			

**Texture de la mie**

<b>Produit</b>	<b>Aérée</b>	<b>Dense</b>
<b>A</b>		
<b>B</b>		

**L'odeur**

<b>Produit</b>	<b>Forte</b>	<b>Faible</b>	<b>Excellente</b>
<b>A</b>			
<b>B</b>			

**Dureté**

<b>Produit</b>	<b>Trop dure</b>	<b>Trop molle</b>	<b>Agréable</b>
<b>A</b>			
<b>B</b>			

**Le goût**

<b>Produit</b>	<b>Bon</b>	<b>Moyen</b>	<b>Mauvais</b>
<b>A</b>			
<b>B</b>			

**Annexe 02 : Préparation et composition des milieux culturels.**

<b>Sabouraud</b>	<b>Gélose PCA</b>	<b>Gélose VRBL</b>
Peptone de gélatine (10g). Glucose (20g). Agar (17). Eau distillée (1000ml). Après l'autoclavage et avant l'écoulement ajouter (Gentamycine) : pour 1L de milieu 0.004 ml de Gentamycine pH= 5.6	Peptone (5g). Extrait de viande (2,5g). Glucose (facultatif : présent dans le milieu PCA) (1g). Gélose (15g). pH =7.2	Peptone (7g) Chlorure de sodium (5g) Extrait de levure (3g) Rouge neutre (0.03g) Sels biliaires (1.5g) Cristal violet (0.002g) Lactose (10g) Gélose (15g) pH = 7.5

**Annexe 03 : Les plans appliqués dans l'Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques.**

**II. Interprétation des résultats d'analyses microbiologiques :**

**1. Interprétation selon un plan à trois classes :**

L'interprétation des résultats s'effectue selon un plan à trois classes, dans le cas où la valeur « c » est différente de zéro (0).

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 « l » 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.

❖ Cas particulier pour l'histamine dans les produits de la pêche et de l'aquaculture provenant d'espèces de poissons associées à une grande quantité d'histidine, sauf dans la sauce de poisson produite par fermentation de produits de la pêche et de l'aquaculture.

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

- Le résultat du critère microbiologique est satisfaisant lorsque les exigences suivantes sont remplies :

1. la valeur moyenne observée est inférieure ou égale à « m » ;

2. un maximum de c/n valeurs observées se situent entre « m » et « M » ;

3. aucune valeur observée ne dépasse la limite « M ».

- Le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant lorsque la valeur moyenne observée dépasse « m », lorsque plus de c/n valeurs se situent entre « m » et « M » ou lorsqu'une ou plusieurs valeurs observées sont supérieures à « M »;

## **2. Interprétation selon un plan à deux classes :**

L'interprétation des résultats s'effectue selon un plan à deux classes, dans le cas où la valeur « c » est égale à zéro (0).

Les résultats s'expriment de la façon suivante :

- Pour l'expression "absence dans" :

- le résultat du critère microbiologique est satisfaisant lorsqu'il y a absence du micro-organisme dans toutes les unités de l'échantillon ;

- le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant, lorsque la présence du micro-organisme est détectée dans, au moins, une unité de l'échantillon. Dans le cas des micro-organismes suivants : *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Campylobacter spp* (thermotolérants), le résultat révèle que le lot contrôlé est impropre à la consommation.

- Pour la valeur limite "m=M" :

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 excède « m », le résultat du critère microbiologique est non satisfaisant. Dans le cas de *Listeria monocytogenes*, le résultat révèle que le lot contrôlé est impropre à la consommation.

**Annexe 04 : Laboratoire D12 microbiologie et le matériels utilisés.**



## **Résumé**

Notre objectif est d'analyser et comparer la qualité physico-chimique, microbiologique et sensorielle d'une galette traditionnelle, fabriquée à base de semoule et de levain naturel selon des méthodes artisanales, avec celle des galettes disponibles commercialement.

Les résultats des analyses physico-chimiques indiquent que le taux d'humidité de la galette traditionnelle (entière, mie et croûte) est conforme aux normes établies, contrairement à la galette commerciale qui dépassent souvent ces limites. En outre, des différences significatives ont été observées dans les mesures physiques, telles que le poids, le pourcentage de croûte, le pourcentage de mie et le ratio croûte/mie entre les galettes traditionnelles et commerciales, ce qui pourrait expliquer les variations de prix. Afin de mieux protéger les consommateurs, il serait judicieux que le Journal officiel de la République algérienne fixe un poids moyen pour les galettes.

Les analyses microbiologiques montrent que les deux types de galettes sont conformes aux normes pour les levures, la flore mésophile totale et les coliformes totaux et fécaux. Cependant, le niveau de moisissures dans les galettes commerciales est jugé non satisfaisant, car il dépasse la norme fixée par la réglementation algérienne.

Pour l'évaluation des propriétés sensorielles, les résultats ont indiqué que la galette traditionnelle est globalement mieux appréciée. Sa croûte est perçue comme foncée et uniforme, sa texture est jugée croustillante et épaisse, sa mie est aérée, son odeur est excellente et son goût est satisfaisant.

**Mots clés :** Galette, semoule, levain naturel, levures, qualité microbiologique, analyse sensorielle.

## **Summary**

This study aimed to analyze and compare the physicochemical, microbiological, and sensory qualities of a traditional flatbread, made from semolina and natural sourdough using artisanal methods, with commercially available flatbreads.

Physicochemical analyses revealed that the moisture content of the traditional flatbread (whole, crumb, and crust) complied with established standards, unlike the commercial flatbread which often exceeded these limits. Furthermore, significant differences were observed in physical measurements such as weight, crust percentage, crumb percentage, and crust-to-crumb ratio between the traditional and commercial flatbreads, potentially explaining the price variations. To better protect consumers, the Official Journal of the Algerian Republic could consider setting a standard average weight for flatbreads.

Microbiological analyses indicated that both types of flatbreads met the standards for yeasts, total mesophilic flora, and total and fecal coliforms. However, the mold levels in commercial flatbreads were deemed unsatisfactory, surpassing the limits set by Algerian regulations.

Sensory evaluation results showed that the traditional flatbread was generally preferred. Its crust was perceived as dark and uniform, its texture was judged as crispy and thick, its crumb was airy, its aroma was excellent, and its taste was satisfying.

**Keywords:** Flatbread, semolina, natural sourdough, yeasts, microbiological quality, sensory analysis.