

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES `

**DEPARTEMENT DE BIOCHIMIE
ET MICROBIOLOGIE**

N° :.....



**DOMAINE : SCIENCES DE LA
NATURE ET DE LA VIE**

FILIERE : SCIENCES ALIMENTAIRES

**OPTION : NUTRITION ET SCIENCE
DES ALIMENTS**

**Mémoire présenté pour l'obtention
du diplôme de Master Académique**

Par BOUZIDI Cheyma

HIMEUR Afaf-Messaouda

Intitulé

**Essai d'amélioration des propriétés et des caractéristiques
d'une pâte à base de farine de blé destinée à la préparation
de gâteaux traditionnels.**

Soutenu devant le jury composé de:

Dr. HARRAR Abdenassar

Université de M'sila

Président

Dr. MEDJEKAL Samir

Université de M'sila

Examineur

Dr. BELBAHI Amine

Université de M'sila

Rapporteur

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciements

Tout d'abord je rends grâce à ALLAH de nous avoir guidé et honoré par la lumière de la compréhension, de nous avoir fait goûter la connaissance des sciences et donné le courage et la volonté pour mener à bien ce modeste travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à notre promoteur le Dr. BELBAHI AMINE d'avoir bien voulu nous guider dans ce travail jusqu'à la fin et nous remercions également le jury d'avoir accepté d'évaluer notre mémoire.

Nous exprimons tous ce qui ont contribué de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail spécialement Dr. HAMMOUI YASMINA et aussi Dr. BOUAOUDIA-MADI NADIA pour leur disponibilité.

Toute notre gratitude à tous le personnel de l'entreprise des moulins HODNA de nous avoir aidé et bien accueilli.

Dédicace

Je n'ai pas le droit à cet égard de remercier et de faire cadeau aux parents, confirmant la parole du tout-puissant :

« ... أَنْ اشْكُرْ لِي وَلِوَالِدَيْكَ إِلَيَّ الْمَصِيرُ »

لقمان الآية 14

J'étends également les versets de remerciement et de gratitude

À celui qui m'a apporté ici sur la faiblesse et ma' accompagné dans toutes les étapes de ma vie
avec toute 'affection et la tendresse de ma tendre mère.

A celui qui m'a élevé sur l'amour de Dieu, la connaissance et le travail, et j'avais une lampe
qui éclairait le chemin de ma vie pour avancer, mon cher père.

Je dédie ce travail à mes frères

Soheyb, Rabeh, Aissa et toute la grande la famille BOUZIDI

CHEYMA

Dédicace

Je dédie ce travail à mes grands-parents pour leurs encouragements, leurs sacrifices et leur courage de poursuivre mes études jusqu'à ce que j'atteigne ce moment précieux. Vous avez mon amour, mon respect et mon estime sincères

À mon cher frère Issam ; mes très chères sœurs Awatif, Aya, Fatima et Mariya ; mon cher neveu Moayad et mon fiancé

Merci pour tous les encouragements, la motivation et de m'avoir aidé à traverser les moments difficiles. Je vous souhaite joie et bonheur.

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin à mener à bien ce travail

AFAF

RÉSUMÉ

Le but de ce travail est d'évaluer l'effet d'incorporation de la maïzena dans une farine courante sur la qualité finale Baklava. La farine courante a été mélangée avec trois proportions différentes de maïzena 10, 20 et 30 % pour la préparation de pâte qui sera utilisée dans la préparation la Baklava. Les analyses physicochimiques des trois farines préparées ont révélé que celles-ci sont aux normes pour une farine biscuitière. L'analyse à l'alvéographe Chopin des pâtes préparées à partir des trois farines a révélé que les paramètres W, P, G et P/L s'insèrent bien dans la fourchette établie pour les farines biscuitières. Cependant, les échantillons préparés avec les différentes proportions de maïzena ne présentent pas la force boulangère (W) nécessaire pour une farine biscuitière. L'analyse sensorielle des Baklava préparées a confirmé que la maïzena affectait sa qualité et son acceptabilité par le consommateur et la Baklava avec proportions de 10% de maïzena a été la meilleure. À travers cette étude, nous préconisons l'incorporation de la maïzena dans les farine courantes destinées à la fabrication d'un gâteau traditionnel comme la Baklava.

Mots clés : Baklava ; farine courante ; maïzena ; analyse physicochimique ; analyse sensorielle.

ABSTRACT

The aim of this work is to evaluate the effect of the incorporation of cornstarch in a common flour on the final Baklava quality. The common flour has been mixed with three different proportions of cornstarch 10, 20 and 30 % for the preparation of the dough, that will be used in the preparation of the Baklava. The physicochemical analyzes of the three prepared flours revealed that they meet the standards for a biscuit flour. The Chopin alveograph test of the doughs prepared with the three flours revealed that the parameters W, P G and P/L were in the range established for the biscuit flours. However, the samples prepared with the different proportions of cornstarch do not have the baking strength (W) necessary for biscuit flour. Sensory analysis confirmed that cornstarch affected the quality and consumer acceptability of prepared Baklava, and that of 10 % was the best. Through this study, we recommended the incorporation of cornstarch in common flour intended for the manufacture of a traditional cake such as Baklava.

Keywords: Baklava; common flour; cornstarch; physicochemical analysis; sensory analysis.

ملخص

الغرض من هذا العمل هو تقييم تأثير دمج نشا الذرة في الدقيق الشائع على جودة البقلاوة النهائية. تم خلط الدقيق الشائع بثلاث نسب مختلفة من نشا الذرة 10 و 20 و 30٪ لتحضير العجينة التي ستستخدم في تحضير البقلاوة. كشفت التحليلات الفيزيائية والكيميائية للدقيق المحضر الثلاثة أنها تلبى معايير دقيق البسكويت. أظهر تحليل الالفيوغرافتم للعجين المحضر من الدقيق الثلاثة أن المعلمات W و P G و P / L تتناسب جيداً مع النطاق المحدد لدقيق البسكويت. ومع ذلك ، فإن العينات المحضرة بنسب مختلفة من نشاء لا تتمتع بقوة الخبز (W) اللازمة لدقيق البسكويت. أكد التحليل الحسي للبقلاوة المحضرة أن نشا الذرة أثر على جودتها ومقبولية المستهلك ، وكانت البقلاوة بنسبة 10٪ من نشا الذرة هي الأفضل. من خلال هذه الدراسة ، أوصينا بدمج نشا الذرة في الدقيق الشائع المخصص لصنع كعكة تقليدية مثل البقلاوة.

الكلمات المفتاحية: بقلاوة؛ دقيق عادي ؛ التحليل الفيزيائي الكيميائي ؛ نشاء ؛ التحليل الحسي

SOMMAIRE

RÉSUMÉ.....	I
ABSTRACT.....	II
ملخص.....	III
SOMMAIRE.....	IV
LISTE DES ABREVIATIONS.....	VII
LISTE DES FIGURES.....	VIII
LISTE DES TABLEAUX.....	IX
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE	3
1. Blé.....	3
1.1. Définition.....	3
1.2. Structure du grain de blé.....	3
1.3. Composition biochimique d'un grain de blé	4
1.4. Importance et production des céréales	5
2. Farine	6
2.1. Définition.....	6
2.2. Composition chimique	6
2.3. Caractéristiques physicochimiques	7
2.4. Types de farine.....	8
3. Transformation de la farine	9
3.1. Caractéristiques technologique de la farine.....	10
3.1.1. Teneur en eau.....	10
3.1.2. Acidité grasse.....	11
3.1.3. Gluten	11
3.2. Qualité des farines.....	11
3.2.1. Farine complète.....	11
3.2.2. Farine entière	12
3.2.3. Farine de biscuiterie	12
3.2.4. Farine de pâtisserie.....	12
3.2.5. Farine à gâteaux	12
4. Quelques produits de la transformation de la farine.....	12
4.1. Biscuits	12
4.2. Pâtes alimentaires.....	13

4.3. Pain.....	13
4.3.1. Définition.....	13
4.3.2. Panification.....	14
4.3.3. Qualité de la farine pour la panification.....	14
4.4. Baklava.....	14
CHAPITRE II. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	16
1. Lieux de stage.....	16
2. Matière première.....	16
2.1. Farine.....	16
2.2. Amidon de maïs (maïzena).....	16
3. Planification des essais.....	16
4. Préparation de la Baklava.....	17
4.1. Ingrédients utilisés.....	17
5. Appréciation de la qualité de la farine et du produit fini.....	17
5.1. Test d'humidité.....	17
5.2. Taux d'affleurement.....	18
5.3. Capacité d'hydratation du gluten.....	18
5.4. Taux de cendre.....	19
5.5. Essai à l'alvéographe.....	20
5.6. Étapes de fabrication.....	21
6. Analyse sensorielle.....	22
6.1. Sujets.....	22
6.2. Produits.....	23
6.3. Fiche d'évaluation des produits.....	23
6.1. Analyse statistique.....	23
6.1.1. Caractérisation des produits.....	24
6.1.2. Cartographie externe de préférence.....	24
CHAPITRE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	25
1. Analyses physico-chimiques des matières premières.....	25
1.1. Taux d'humidité.....	25
1.2. Granulométrie.....	25
1.3. Taux de gluten.....	26
1.4. Taux cendres.....	27
1.5. Test à l'alvéographe Chopin.....	27
1.5.1. Ténacité P.....	30
1.5.2. Extensibilité L.....	30
1.5.3. Indice de gonflement G.....	30

1.5.4.	Rapport de configuration P/L	30
1.5.5.	Force boulangère W	30
2.	Résultats d'analyse sensorielle	31
2.1.	Caractérisation de produits	31
2.2.	Attributs sensoriels	31
2.3.	Coefficient des modèles	32
2.4.	Moyennes ajustées par produit	35
2.5.	Analyse de pénalité	36
2.6.	Cartographie externe de préférence (PREFMAP)	38
2.6.1.	Classification Ascendante Hiérarchique (CAH).....	38
2.6.2.	Analyse en composantes principales (ACP).....	39
2.7.	Synthèse cartographie externe de préférence	40
CONCLUSION.....		38
RÉFÉRENCES.....		44

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Composition biochimique de la farine du blé tendre (Atwell, 2001)	7
Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques de la farine de blé tendre.....	8
Tableau 3. Description des principaux types de farines obtenus selon (Vierling, 2003).....	8
Tableau 4. Essais de mélange des trois proportion de maïzena à une farine panifiable.	17
Tableau 5. Quantité des ingrédients utilisés pour la fabrication du Baklawa.....	17
Tableau 6. Descriptifs et codifications des Baklava analysés	23
Tableau 7. Taux d'humidités des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.	25
Tableau 8. Taux d'affleurement des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.	26
Tableau 9. Taux gluten des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.	26
Tableau 10. Taux de cendres des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.	27
Tableau 11. Les propriétés rhéologiques des pâtes préparées indiqués par les résultats de l'alvéographe	29
Tableau 12. les moyenne ajustées par produit pour les différentes Baklava préparées.	35

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Structure du grain de blé(Saulnier., 2012).....	4
Figure 2. Description des différents types de farines selon le taux de cendre (Cabrol.,2006) ...	8
Figure 3. Schéma général de la mouture de blé tendre (Boursson, 2009).....	10
Figure 4. Photographie d'un plansichter de laboratoire (Ruetschi, EL-Motoren CH5034, Germany).....	18
Figure 5. Photographie de four à moufle (Nabertherm GmbH 28865, Germany).....	20
Figure 6. Alvéogramme avec indication des différents paramètres mesurés (Roussel et al, 2009).....	20
Figure 7. Photographie de l'Alvéographe (ALVEO NG, ALVEOLINK NG, PETRIN NG, France).....	21
Figure 8. Photos des différentes étapes de la préparation de la Baklawa.....	22
Figure 9. Alvéogramme de la farine de blé tendre avec les différentes proportions de maïzena 0 % (A), 10 % (B), 20 % (C) et 30 % (D).	28
Figure 10. Pouvoir discriminant des différentes Baklava préparées.....	32
Figure 11. Coefficients de modèle du Baklava de farine courante mélangé à 0% (A), 10% (B), 20% (C) et 30% (D) de maïzena.	34
Figure 12. Les caractéristiques (attributs sensoriels) de pénalisées pour Baklava de farine courante mélange avec 0% (A), 10% (B), 20% (C) et 30% (D) de maïzena.....	37
Figure 13. Profil des différentes classes créées de panel naïf, selon les notations de préférence pour Baklava de farine courante mélange avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena.....	38
Figure 14. La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les produits préparés pour Baklava de farine courante mélange avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena.	39
Figure 15. La carte des préférences et la courbe de niveau des produits préparés pour Baklava de farine courante mélange avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena.	40

INTRODUCTION

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande part des protéines de la ration alimentaire. A l'échelle mondiale, les secteurs de productions et de transformation des céréales sont des secteurs clés de la production agricole et agroalimentaire. Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire du citoyen algérien, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) font de lui l'aliment principale pour l'algérien (Talamalil, 2000). Le blé tendre représentent 60% de la ration alimentaire consommateur de cette denrée.

En Algérie, les travaux de recherche menés par les économistes et les nutritionnistes ont montré que le blé vient en tête des cultures céréalières et qu'il constitue de ce fait, d'une façon directe ou indirecte, l'aliment de base, fournisseur de calories et de protéines pour l'alimentation humaine. De façon directe, il subit une première transformation (meunerie, semoulerie), puis, il est employé par les industries alimentaires de seconde transformation (gâteaux, pâtes alimentaires). De façon indirecte, les issues de sa mouture (remoulages, sons et germes) sont destinées à l'alimentation animal (Benbelkacem *et al.*, 1995).

En plus de la quantité, le consommateur d'aujourd'hui est de plus en plus exigeant en termes de qualité du gâteau, ce qui nécessite une farine de bonne qualité technologique. Cette dernière est actuellement très recherchée. Afin d'obtenir des produits (gâteaux) de meilleure qualité, il est nécessaire d'avoir de meilleures matières premières possible en l'occurrence la farine de blé tendre.

Les améliorants de panification sont des formulations composées avec un but technologique et organoleptique dans la fabrication des produits de la boulangerie fine. Sous le terme "produits de boulangerie fine", le choix d'un améliorant se fait en fonction des besoins recherchés et de la réponse technique à apporter aux différentes méthodes et recettes de fabrication. Ils ont une fonction de renforcement ou de modulation des propriétés des farines afin qu'elles s'adaptent aux contraintes imposées par chaque méthode et recette de fabrication, et aux modes de conservation du produit fini. Les gâteaux traditionnels tel que la Baklava est l'un des gâteaux délicats en termes fabrication et les ingrédients ont une grande influence.

Dans cette optique, l'objectif de ce travail est l'amélioration des propriétés d'une pâte à base de farine de blé destinée à la fabrication Baklava. Cela afin d'obtenir un gâteau qui répond aux exigences du consommateur. Le présent manuscrit est composé de deux parties : la première partie est une étude bibliographique sur le blé tendre, la farine et sa transformation et quelques produits de celle-ci ; la deuxième partie est une étude expérimentale où l'évaluation de la qualité de farines préparées à partir de différentes proportions de maïzena l'évaluation de la qualité sensorielle de Baklava préparées à partir de ces farine sont décrits.

Chapitre I. ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Blé

1.1. Définition

Le blé est une plante annuelle, monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminées. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse, constitue d'une graine et de téguments (Feillet et al., 2000). Le blé tendre est de couleur jaune ou rouge suivant la variété et une forme large et arrondi au sommet, et la brosse apical est plus marqué que le dur. Il est plus filé que le blé dur, sa texture est farineuse. La farine issue du blé tendre est plus opaque appréciée par la valeur boulangère.

1.2. Structure du grain de blé

Le grain de blé est de forme ovoïde plus ou moins allongée, constitue le fruit de la plante c'est un fruit sec qui contient à l'intérieur la graine proprement dite il appartient à la famille des graminées qui comprend quelque 600 genres et plus de 5 000 espèces, c'est une plante monocotylédone (contient un seul cotylédon) qui cultivé dans la plupart des pays du monde et consommé sous divers formes par plus d'un milliard d'êtres humains.

Le grain de blé est constitué de trois parties essentielles : les enveloppes, l'amande et le germe (Mousia et al., 2004) (Figure 02).

1. **Enveloppe :** Elle est constituée de plusieurs couches partielles le péricarpe qui protège la graine, parfois riche en glucides, ralentit les échanges avec l'extérieur mais qui peut cependant être facilement traversé par les micro-organismes et par les gaz, et il y a aussi le testa et l'épiderme (Cruz et al., 1988). Les enveloppes de blé représentent 13-17 % du grain et donnent le son en semoulerie, elles sont d'épaisseurs variables (Mousia et al., 2004).
2. **Amande :** C'est l'organe de réserve, il est constitué de grosses cellules gorgées de réserves sous forme de grains d'amidon (Cruz et al., 1988). L'amande est appelée aussi endosperme ou albumen, c'est la partie centrale du grain, tissu de stockage qui fournit au germe les réserves nécessaires pour sa croissance (Doumandji et al., 2003). On y trouve l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination (ITCF, 1989). Il est représenté 81-84% du grain de blé (Mousia et al., 2004).

3. **Germe** : il représente 2 à 3% de grain du blé, et comprend deux parties (plantule et le cotylédon). Il contient l'essentiel des matières grasses du grain dans le cas des céréales (ITCF., 1989). De par sa richesse en nutriments (vitamines, protides lipides), le germe est une partie du grain qui contient l'embryon, protégé par le scutellum (Mousia et al., 2004).

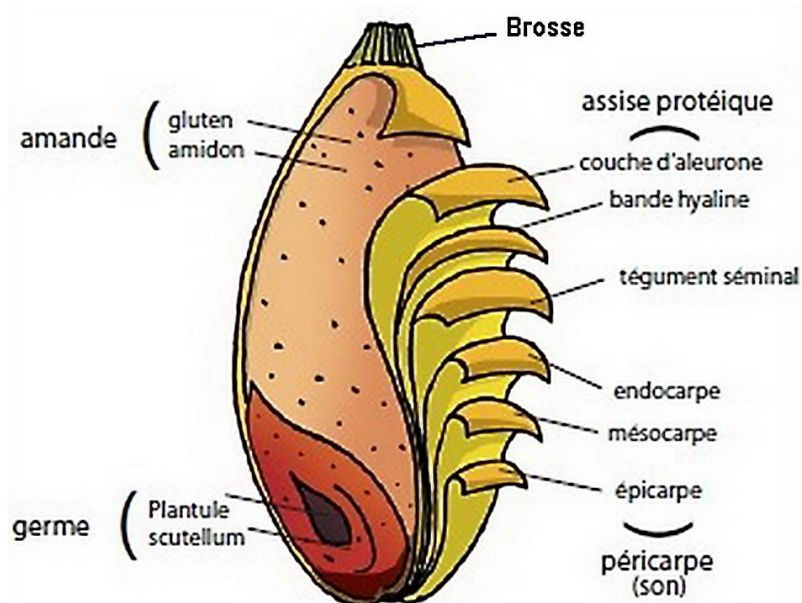


Figure 1. Structure du grain de blé (Saulnier., 2012)

1.3. Composition biochimique d'un grain de blé

Le grain de blé est constitué principalement d'amidon à environ 70%, de protéines à 10 à 15% et de pentosanes (8 à 10%). Les autres constituants qui se trouvent en quantités faibles sont les lipides, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Feillet, 2000). La composition biochimique d'un grain de blé est constituée principalement de :

- a. **Amidon** : il est le principal polysaccharide de réserve des végétaux supérieurs, le grain de blé et l'albumen en contiennent respectivement 67-68% et 78-82% ; c'est l'un des polymères fonctionnels les plus importants des aliments en raison de son pouvoir gélifiant et fixateur d'eau. L'amidon de blé est constitué de granules de type A (80-90%) en poids et 15-20% en nombre), les plus gros (20-25µm) et lenticulaires, et de granules de type B, plus petits (2-10 µm) et sphérique (Feillet, 2000).
- b. **Protéines** : les grains de blé renferment des protéines de structure, des protéines biologiques actives et protéines de réserve. Ces protéines ne sont pas réparties dans le grain de blé uniformément, elles sont surtout localisées dans le germe et l'assise protéique. Elles sont les seuls composés responsables à la fois de l'extensibilité,

ténacité, élasticité et cohésion de la pâte. Parmi les différents types de protéines du blé, le gluten est le plus important tant du point de vue quantitatif (80-85% des protéines totales) que technologique (Benhania, 2013).

- c. **Lipides** : ils sont des constituants mineurs du blé puisqu'ils ne représentent en poids qu'entre 1.5 et 2.5 % (Daniels et al., 1971). Cette faible quantité est d'un intérêt particulier parce qu'elle modifie l'attitude des autres constituants. Le grain de blé est riche en acides gras saturés, localisés dans le germe (15%) et les enveloppes (12%) (Calvel, 1980).
- d. **Vitamines** : localisées surtout dans le germe, leur répartition varie selon le sol, le climat et la variété du blé. On retrouve les vitamines B1, B2, B5, PP, B6 et E. Les variations dues aux traitements technologiques sont beaucoup plus marquées car certaines vitamines sont très sensibles à la chaleur (Godon, 1995).
- e. **Matières minérales** : Tous les éléments minéraux sont présents dans le grain à des proportions très différentes : 75% de potassium (300-600 mg/100g de matière sèche), le Phosphore (200-500 U) dont la majeure partie se trouve sous forme de phytate, le soufre (100-250 U), le magnésium (100-150 U), le chlore (50-150 U) et le calcium (25100 U). Les éléments minéraux n'existent pas à l'état libre mais à l'état combiné. Le blé peut être plus ou moins riche en minéraux selon le sol, le climat, la fumure et même l'année (Godon, 1995).
- f. **Enzymes** : elles sont présentes en faible quantité dans le grain, les plus importantes sont: les protéases en quantité relativement faible ; les amylases qui sont des hydrolases capables de dégrader spécifiquement les liaisons glucidiques de l'amidon (amylose et amylopectine) (Adrian et Poiffait, 1996) ; les lipases sont des enzymes lipolytiques concentrés dans la couche à aleurone et augmente au cours de germination (Potus et al, 1994).

1.4. Importance et production des céréales

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (Djermoun et al., 2009).

La production du blé en Algérie constitue l'une des préoccupations principales du gouvernement, notamment lorsqu'il s'agit de la question de sécurité alimentaire du pays. Les actions que celui-ci entretient afin d'agir sur la production en terme de qualité ou de quantité

font que la filière du blé algérienne soit dotée d'un ensemble de caractéristique propres à elle seul, que ce soit au niveau de la production, de la consommation et des mécanismes d'incitation à la production ou bien au niveau des contraintes que la filière rencontre.

2. Farine

2.1. Définition

La farine de blé tendre ou froment est le produit obtenu à partir des grains de blé tendre, résultant de mouture et de broyage dans lesquels le son et le germe sont partiellement éliminé. Le blé tendre est utilisé pour produire de la farine panifiable utilisée dans la boulangerie du pain. Ce sous-secteur constitue l'une des bases de l'industrie agro-alimentaire en Algérie (Kellou, 2008).

2.2. Composition chimique

D'après Feillet (2000), la composition moyenne d'une farine peut être résumée en :

- a. **Amidon** : représente 65 à 70 % du poids total de la farine, c'est une forme de réserve des glucides chez les plantes. Il contient dans sa structure deux polymères: l'amylose et l'amylopectine. Ces molécules absorbent l'eau, et sous l'effet de la chaleur, elles forment un gel essentiel à la transformation de la farine.
- b. **Matières minérales** : après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres. Comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé. Les teneurs en matières minérales sont peu importantes ; elles représentant 0.45 à 0.60%. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral ; plus les matières minérales de la farine apparaissent, plus la farine est pure.
- c. **Protéines** : elles se retrouvent dans l'endosperme (73 %), le son (19 %) et le germe (8 %). Les protéines représentent en général 11 à 13.5 % de la composition de la farine. Elles sont classées selon leurs solubilités en : protéines hydrosolubles, principalement les albumines et les globulines (15 à 20 % des protéines totales) ; protéines insolubles (80 à 85 %) dans l'eau dont les gliadines (45 à 50 %) ; gluténines (55 à 60 %) qui forment le gluten.
- d. **Lipides** : les lipides de la farine de blé tendre sont constitués de 23 classes de lipides saponifiables séparés en 3 groupes (lipides neutres, glycolipides et phospholipides) dont les proportions varient selon leur localisation à l'intérieur ou à l'extérieur de l'amidon.

- e. **Vitamines :** le blé contient une quantité appréciable de vitamines que l'on retrouve surtout dans le son et le germe. On retrouve les vitamines du groupe B avec une teneur d'environ 4.6 mg /kg de grain et la riboflavine avec 1.3 mg/kg. La mouture détruit une partie d'entre eux. Les vitamines C et D sont absentes du grain, cependant il est riche en vitamine E qui est considéré comme agent antioxydant très intéressant.

Tableau 1. Composition biochimique de la farine du blé tendre (Atwell, 2001)

Constituents	% en matières sèche de la farine
Amidon	63-72
Protéines	7-15
Eau	13-16
Sucres	4.5-5
Matières grasses	1-2
Matières minérales	0.4-0.5

2.3. Caractéristiques physicochimiques

Le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage, et doit être inférieur ou égal à 15.5 % (NA 11–32, 1991). La détermination du taux de matières minérales, principalement réparties dans les enveloppes et les germes, qui donnent une indication sur le taux d'extraction pour le meunier (0.67 % Tolérance 0.00) (NA, 733).

Le taux en protéine, de par son intérêt technologique et nutritionnel, est un élément de la valeur d'utilisation du blé. Le gluten est le principal élément de la farine qui se trouve en proportion beaucoup plus grande, c'est à leurs propriétés fonctionnelles très particulières que la farine doit son aptitude à la panification. Dans les farines, l'accroissement de la teneur en protéines se traduit par une augmentation de la pression P et du gonflement G des alvéogrammes, (Feuillet, 2000).

Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par des phénomènes tel que la dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du milieu. Cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique (0.045%, tolérance 0.015).

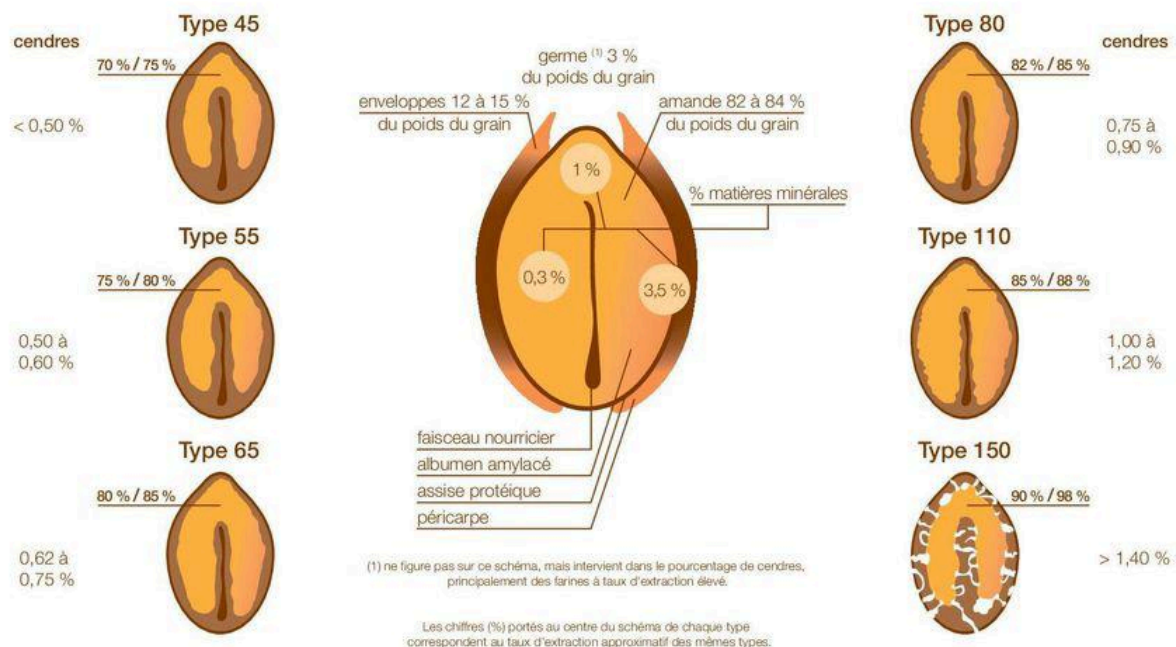
Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques de la farine de blé tendre.

Élément	Caractéristique des farine de blé tendre
Eau	0,56-0,67 % farine courante et < 0,6 % farine supérieure
Protéine	> 8 MS%
Acidité	0,045-0.05 en g/l de H ₂ SO ₄
Lipides	< 1,4 MS%

MS. Matière Sèche

2.4. Types de farine

Les farines sont classées en fonction du taux de cendres (figure 5), c'est -à-dire selon le poids de matière minérale contenue dans 100 grammes de matière sèche. Plus celui-ci est élevé, plus la farine contient des matières minérales.

**Figure 2.** Description des différents types de farines selon le taux de cendre (Cabrol.,2006)

Un descriptif des principaux types de farines obtenues est indiqué dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3. Description des principaux types de farines obtenus selon (Vierling, 2003)

Type	Cendre (% MS)	Extraction (%)	Utilisation
45	< 0.50	68	Pâtisserie
55	0.50-0.60	74	Pain courant, Biscotte, panification fine, biscuiterie, Pâtisserie.

65	0.62-0.75	78	Biscuiterie
80	0.75-0.90	82	Pains spéciaux
110	1.00-1.20	85	Pains bis
150	> 1.40	94	Pains complets

3. Transformation de la farine

L'art de la meunerie est d'isoler l'albumen amylicé du grain exempt des parties périphériques (enveloppe et couche à aleurone) et eu germe avec le meilleur rendement possible et à moindre cout, tout en maîtrisant les propriétés d'utilisation des produits obtenus (Feillet, 2000). La transformation du blé tendre en farine se déroule en trois étapes principales (Godon, 1991; Boursson, 2009) :

1. Nettoyage des blés, dont le but est d'éliminer les produits et grains contaminants.
2. Conditionnement qui permet d'augmenter l'élasticité des enveloppes et d'accroître la fiabilité entre les tissus du grain.
3. Mouture proprement dite qui assure la séparation de l'albumen des enveloppes et sa réduction en fines particules. C'est une opération dont le rôle est d'extraire du grain de blé tendre le maximum de l'amande qu'il renferme, sans qu'elle soit contaminée par le germe et le son.

Les principales phases de mouture en meunerie de blé tendre sont : broyage, blutage, sassage, convertissage et claquage. Chaque opération diffère de l'autre par des produits qui y sont récupérés pour aboutir en fin de compte une farine qu'on peut classer en différents types en fonction de leur composition (Boursson, 2009). Ce processus de transformation de blé tendre fournit les produits suivants (Godon, 1991) :

1. Farine : qui est le principal produit de la mouture, constitué des particules très fines de l'amande de blé, résultat de la réduction de celle-ci en phase de broyage, claquage, et de convertissage.
2. Sons : constitués par le péricarpe du grain de blé, comprenant également des fractions des couches sous corticales attachés au péricarpe. Ils proviennent de la phase de broyage.
3. Remoulages : constitués d'un mélange d'enveloppes plus ou moins finement broyées et d'amande farineuse. Ces remoulages peuvent être classés en deux produits: les remoulages bis qui sont les plus gros, de couleur rouge provenant de claquage, et les

remoulages blancs qui sont les plus fines, les plus riches en farine, provenant de convertissage.

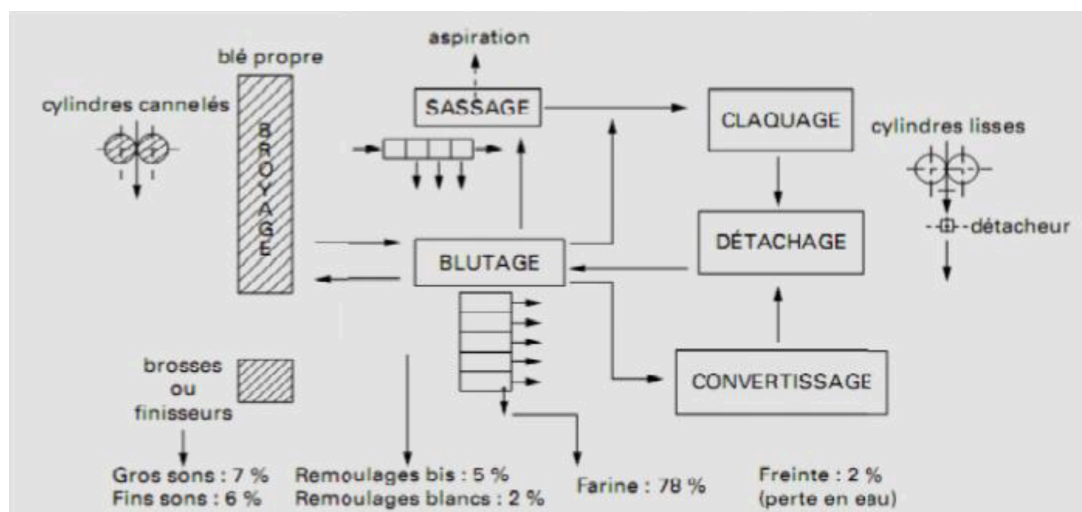


Figure 3. Schéma général de la mouture de blé tendre (Boursson, 2009).

3.1. Caractéristiques technologique de la farine

L'amidon et le gluten sont les principaux éléments de la farine de blé. C'est l'élasticité du gluten soumis à la pression du gaz carbonique, formé pendant la fermentation de la pâte, qui permet à cette pâte de lever, c'est-à-dire d'augmenter de volume par l'interposition du gaz au milieu de sa substance (Yves, 1986). En effet, le gluten est une matière lipoprotéique, viscoélastique que l'on extrait en libérant l'amidon lorsqu'on continue à pétrir une pâte de farine sous un jet d'eau.

L'amidon a un rôle important dans la panification puisqu'il assure la dilution du gluten, fixe l'eau et constitue une source de sucres fermentescibles (Feillet, 2000). Par son pouvoir fixateur d'eau, variable selon le degré d'endommagement des granules, et sa capacité à former des liaisons non-covalentes (liaisons hydrogènes) avec les protéines, l'amidon contribue de manière active à la formation de la pâte. D'autre part, il ressort de travaux d'Eliasson et *al.* (1995) que l'aptitude à la panification des amidons de blé serait d'autant meilleure que leur température de gélatinisation est élevée.

3.1.1. Teneur en eau

La teneur en eau de la farine est un facteur important de conservation au cours du stockage (Benhania, 2013). La teneur en eau est importante en boulangerie puisqu'elle intervient dans le taux d'hydratation des pâtes, et donc dans leurs caractéristiques

rhéologiques (Godon and Willm, 1998; Kiger, 1967). Plus la teneur en eau de la farine est faible, et plus il est possible de lui ajouter de l'eau au pétrissage pour arriver à une consistance optimum de la pâte. Cette incorporation est d'autant plus aisée que la teneur en eau de la farine est plus faible (Grandvoinnet and Pratz, 1994).

3.1.2. Acidité grasse

La présence des matières grasses influe sur les propriétés mécaniques de la farine : plus une farine contient des matières grasses, moins sa force boulangère est importante. Un excès de matières grasses dans une farine peut avoir de sévères conséquences sur sa conservation, car la matière grasse ranci hydrolyse des lipides entraîne l'acidification de la farine par la libération d'acides gras libres ce qui affecte négativement le gluten (Nabi et Hadjab, 2020).

3.1.3. Gluten

La qualité boulangère des farines de blé tendre dépend essentiellement de leur composition en protéines. Durant le pétrissage de la pâte, les constituants de la farine vont s'hydrater. L'énergie fournie par cette action permet l'assemblage des protéines, et le réseau de gluten est établi. Celui-ci se caractérise par le fait d'être continu, cohésif et viscoélastique (Singh et Macritchie, 2001).

Il existe deux facteurs déterminants des caractéristiques du réseau de gluten. La ration gliadines/gluténines joue un rôle très important dans la formation ainsi que la qualité de la pâte. A cause de leur taille importante, les polymères de gluténines forment un réseau offrant à la pâte sa résistance à la déformation ainsi que son caractère élastique (Belton, 1999). En effet, les gluténines sont responsables du caractère élastique, tandis que les gliadines sont à l'origine du caractère visqueux de la pâte (Sang et Zang, 2007).

3.2. Qualité des farines

La qualité d'une farine dépend de son utilisation future et il n'existe pas sur le marché une seule mais de plusieurs qualités de farines, cette dernière est définie par son aptitude à donner un bon produit fini, dans le cas de pain, c'est une farine qui permet d'obtenir bon et beau pain (Godon & Willem, 1991).

3.2.1. Farine complète

La véritable farine complète contient la totalité du grain de blé mais elle fournit un pain grossier et indigeste. La farine complète est généralement extraite vers 95 % après

élimination de 5 % du son grossier. Elle donne un pain de faible volume, parce que les grosses particules de son empêchent une bonne rétention des gaz au cours de la panification (Lockwood, 1950).

3.2.2. Farine entière

Une farine complète dont on a éliminé une certaine proportion de son devrait être appelée plus exactement farine entière mais leur couleur est très différente et leur taux d'extraction varie de 85 à 95 % (Lockwood, 1950).

3.2.3. Farine de biscuiterie

Les farines de biscuiterie sont d'ordinaire fabriquées à partir de blé très tendre et sont glutineuses, les variétés qui conviennent le mieux sont les blés anglais, les farines doivent être très fines, elles doivent contenir peu de gluten et être très extensibles. L'humidité doit être assez importante pour la plupart des types de biscuits (Lockwood, 1950).

3.2.4. Farine de pâtisserie

Elle est essentiellement constituée de blé tendre mais peut parfois contenir du blé dur. Sa teneur en gluten est faible et elle est moins fine que la farine à gâteaux. Elle est ainsi utilisée pour réaliser des pâtisseries, des biscuits, et elle peut subir la panification (Fredot 2005).

3.2.5. Farine à gâteaux

Farine à gâteaux est une farine blanche constituée exclusivement de blé tendre moulu très finement. Elle est plus riche en amidon mais contient moins de protéines. On obtiendra ainsi des gâteaux légers mais elle ne pourra pas être utilisée pour la panification (Fredot 2005).

4. Quelques produits de la transformation de la farine

4.1. Biscuits

Un biscuit est un aliment à base de farines alimentaires, de matières sucrantes, de matière grasse, et de tous autres produits alimentaires, parfums et condiments autorisés, susceptibles, après cuisson de conserver ses qualités organoleptiques et commerciales pendant une durée supérieure à un mois, et pouvant dépasser une année (biscuiterie sèche) ou un temps limité en fonction d'un débit régulier assez rapide" (Kiger et Kiger, 1967).

Il n'existe pas de classification officielle des biscuits en raison de la très grande variété des productions et de la multiplicité des composants pouvant entrer dans les diverses fabrications. Cependant, une classification peut être envisagée en se basant sur la consistance de la pâte avant cuisson (Feillet, 2000, Manohar et Rao, 2002) :

1. À pâtes dures ou semi dures donnant naissance au type de biscuits secs sucrés et salés : casse-croûte, sablés, petit beurre, etc. C'est une fabrication sans œufs qui représente environ 60 % de la consommation de biscuits.
2. À pâtes molles s'adressent à la pâtisserie industrielle. Il s'agit à la fois de biscuits secs, tels que les boudoirs, les langues de chat et d'articles moelleux tels que les génoises, les madeleines, les cakes, les macarons. La particularité de ces biscuits est leur richesse en œufs et en matières grasses.
3. À pâtes ayant une forte teneur en lait ou en eau contiennent peu de matières grasses. Ce sont les pâtes à gaufrettes. Plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité des biscuits tels que la qualité et le niveau des ingrédients utilisés, les conditions de fabrication telles que le pétrissage, le repos et le moulage de la pâte, et enfin la cuisson et le refroidissement des biscuits.

4.2. Pâtes alimentaires

Les « pâtes alimentaires » ou les « pâtes » est un terme général pour un grand nombre de produits fabriqués à base de pâte sans fermentation, elles sont essentiellement constituées de semoule de blé dur ou de farine de blé tendre aux quelles l'eau est ajoutée et soumises à des transformations mécaniques telles que le mélange, le pétrissage, l'extrusion et le séchage. Elles sont universellement consommées en raison de la simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport, leur excellente aptitude à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparations sont autant d'atouts qui favorisent leur utilisation et leur consommation (Petitot et al., 2009).

4.3. Pain

4.3.1. Définition

Le pain est un aliment obtenu par cuisson au four d'une pâte pétrie, mise en forme et fermentée, composée essentiellement de farine (blé ou seigle), d'eau, de sel et d'un agent de fermentation (levure ou levain) (Roussel et al. 2005).

4.3.2. Panification

La panification est l'opération la plus importante dans la technologie de fabrication des pains. Elle est définie comme l'ensemble des transformations physiques, de réactions chimiques et d'activités biologiques complexes se produisant au sein d'un mélange de farine, d'eau, de sel de levure et parfois de quelques autres ingrédients (acide ascorbique, farine de fève...). La panification du blé est unique parmi les céréales du fait que ses protéines ont des propriétés capables de former avec l'eau et d'autres ingrédients essentiels, des pâtes. Capables de retenir du gaz et acquérir par cuisson au four, une consistance spongieuse à mie bien développée de volume et de bonne qualité sensorielle (Larpen, 1992). La base de la panification c'est le gluten, qui après hydratation de la farine et ajout des agents de fermentation, forme un réseau viscoélastique qui retient le CO₂ obtenu lors de la fermentation des sucres libres sous l'action des levures (Godon, 1981).

4.3.3. Qualité de la farine pour la panification

Plusieurs caractéristiques définissent la qualité de la farine pour la fabrication du pain et différencient la farine du blé dur de celle du blé tendre. On a principalement la dimension des particules et la teneur en amidon endommagé. L'absorption de l'eau; la qualité des protéines et du gluten la stabilité de la pâte (Quagila, 1988).

4.4. Baklava

La baklava est une sorte de dessert qui est cuit en mettant les mortiers intérieurs entre des pâtisseries très fines et en versant du sirop de sucre dessus. Baklava est dérivé du mot « Bahlahu » qui signifie paquet Selon la définition de Kaufman ; la baklava est principalement un dessert exotique. Bien qu'il soit d'origine turque, il est maintenant apprécié dans le monde entier. Dans cette farine, la pâte à frire est mélangée avec des pistaches, du sucre d'amande ou de noix en couches avec du beurre fondu et des noix hachées. Après la cuisson, une soupe de sucre baklava est ajoutée (Anonyme, 1992).

Par définition la Baklava est principalement un mélange de beurre fondu et de noix hachées. Après cuisson, un sorbet version turque « bahlahu » est ajouté (Anonyme, 1992). Le secteur des desserts la qualifie d'un dessert exotique. Au Moyen-Orient, la cardamome Baklava est une sorte de dessert cuit en mettant du sirop de sucre au-dessus (Akkaya, 2017). Certains sont avec des pistaches, du sucre d'amande ou de noix en couches avec arrosé avec un peu de jus de citron, et d'autres sont assaisonnés généralement taillé en forme de losange (Kaufma, S.2008).

Chapitre II. MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. Lieux de stage

La présente étude a été réalisée au niveau du complexe industriel commercial CIC des moulins HODNA, qui se situe à la route nationale N°45 route de Bordj Bou Arreridj et proche de chemin de fer. Le complexe industriel commercial HODNA-M'SILA est un groupe de transformation des céréales Agro-div, créé en septembre 1997. Ce complexe est constitué d'une minoterie et d'une semoulerie, avec une activité principale de transformation de blé tendre et dur en farines et en semoules, respectivement .

2. Matière première

2.1. Farine

La farine de panification est le produit de mouture de graines des céréales aptes à la panification et préalablement nettoyée, le plus couramment utilisée est la farine courante (panifiable) donc facile à se procurer et bon marché. Riche en gluten, elle permet de faire d'une pâte (gâteaux traditionnels). La farine utilisée dans la présente étude a été procurée au niveau du lieu de stage (MOULINS-HODNA).

2.2. Amidon de maïs (maïzena)

L'amidon de maïs ou maïzena est un aliment absolument naturel. C'est un amidon de maïs très raffiné, contenant peu de matières grasses, exempt de gluten et de matière cellulosique, ce qui lui confère une très grande digestibilité.

3. Planification des essais

Au total 4 kg farine panifiable a été utilisé, 1 kg pour chaque essai a été utilisé pour la fabrication du baklava. Trois pourcentage de maïzena 10, 20 et 30 % (poids/poids) ont été mélangés à une farine panifiable, et une farine sans maïzena a été prise comme témoin. Ces essais sont résumés dans le tableau suivant. Avant la panification les mélanges maïzena-farine sont homogénéisés à main avant d'être pesés.

Tableau 4. Essais de mélange des trois proportion de maïzena à une farine panifiable.

Essais	Numéro	Maïzena (%)	Farine (%)
03 essais avec 10 % de maïs	1	10	90
	2	10	90
	3	10	90
03 essais avec 20 % de maïs	1	20	80
	2	20	80
	3	20	80
03 essais avec 30% de maïs	1	30	70
	2	30	70
	3	30	70
03 essais avec 0% de maïs (témoin)	1	/	100
	2	/	100
	3	/	100

4. Préparation de la Baklava

4.1. Ingrédients utilisés

Les ingrédients et les quantités nécessaire à la fabrication de la Baklawa sont illustrés dans les tableau suivants.

Tableau 5. Quantité des ingrédients utilisés pour la fabrication du Baklava.

Ingrédient	Quantité (g)
Farine	1000
Sel	8.24
Eau	118,8
Maïzena	100/200/300
Graisse végétale	165

5. Appréciation de la qualité de la farine et du produit finit

5.1. Test d'humidité

Teneur en eau ou l'humidité du blé est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans les conditions spécifiées dans la méthode de référence pratique NA1132-2012/ISO 712 qui nécessite un broyage éventuel d'un échantillon dans un broyeur (BUHLER MLI 204, made in Suisse), et un séchage d'une prise d'essai à une température entre 130 °C et 133 °C dans une étuve isotherme (BRABENDER OHG DUISBURG 990100, made in Germany). La pesée est effectuée en utilisant une balance analytique avec une

précision de 0,001g (KERN 824-24, made in Germany), et un dessiccateur, contenant un agent déshydratant efficace pour le refroidissement des échantillon avant la pesée.

5.2. Taux d'affleurement

Le taux d'affleurement est la quantité de farine extraite ou refusée par un tamis dont la garniture à une ouverture de maille qui est choisie en fonction de la finesse et de la granulométrie désirées. La détermination du taux d'affleurement est appliquée par la méthode NA. 020801.1992, et à l'aide d'un plansichter (Rüetschi, EL-Motoren CH5034, Germany).

Les échantillons doivent être bien mélangés et un échantillon 100g est verser dans un plansichter doté d'un tamis dont la garniture à une ouverture de maille égale à 200 microns pour les farines panifiables. Le tamisage dure 5 min par la suite le refus est pesé et l'opération est refaite pour un tamis 150 microns. Les résultats sont exprimés en pourcentage par rapport à la matière telle quelle, est calculé par la formule suivante :

$$\text{Taux d'affleurement} = \frac{t}{m} \times 100$$

Où t est la quantité (g) de produit restant sur le tamis (refus) et m est la prise d'essai (g).



Figure 4. Photographie d'un plansichter de laboratoire (Ruetschi, EL-Motoren CH5034, Germany).

5.3. Capacité d'hydratation du gluten

Selon la NA.736 1991, le gluten sec a été extrait par un séchage à 160C pendant 4 minutes dans un Glutamic (GLUTORK 2020, PERTEN instrument, France) d'une boule de gluten humide (préparée par un malaxage et un lavage d'un mélange de farine avec une solution salée), à la fin de la phase de séchage, le gluten sec est récupéré et pesé.

La capacité d'hydratation CH du gluten correspond au pourcentage d'eau contenue dans le gluten humide, celui-ci est fonction de la quantité et de la qualité du gluten. CH est calculée selon l'équation suivante :

Le mode opératoire consiste à peser 10 g du produit et les introduire dans un mortier, et ajouter 5 ml de la solution de chlorure de sodium, puis le mélange est malaxé à l'aide d'une baguette en verre jusqu'à ce que la pâte n'adhère plus au mortier. Après 20 minutes de repos, le pâton est légèrement comprimé entre les doigts sous un mince filet d'eau salée jusqu'à ce que l'eau qui s'écoule soit claire. La masse obtenue à l'état humide est mise dans une centrifugeuse pendant 4 minute. Le gluten humide restant sur la grille de la centrifugeuse est pesée et constitue le gluten index (GI). Une fois le GI est déterminé, le gluten humide est disposé dans un dessiccateur rapide (Glutork) pendant 4min à 160°C jusqu'à dessiccation complété. Ce dernier est le gluten sec GS. La teneur en gluten humide s'exprime en pourcentage de la matière telle quelle par la formule suivante :

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

Où m_1 est la masse de la pâte et m_0 est la masse de la prise d'essai en grammes. Calcul de la capacité d'hydratation selon la formule suivante :

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

Où CH est la capacité d'hydratation, GH est le gluten humide et GS est le gluten sec.

5.4. Taux de cendre

La détermination du taux de matières minérales, principalement réparties dans l'enveloppe et le germe, permet de donner une indication sur le taux d'extraction en meunerie et sur la pureté des farines. L'incinération à $900^\circ\text{C} \pm 25^\circ\text{C}$, est la méthode appliquée à la NA 733, 1990, d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, jusqu'à combustion complète de la matière organique dans un four à moufle (Nabertherm GmbH 28865, Germany), puis la pesée du résidu obtenu à l'aide d'une balance analytique de précision (0.000 1g près) (KERN 824-24, Germany).



Figure 5. Photographie de four à moufle (Nabertherm GmbH 28865, Germany)

Le taux de cendre (TC) est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche :

$$TC (\%) = \frac{m_1 \times 100}{m_0} \times \frac{100}{100 - H}$$

Avec m_0 la masse de la prise d'essai en grammes, m_1 la masse du résidu (en grammes) et H la teneur en eau de l'échantillon.

5.5. Essai à l'alvéographe

Selon la norme algérienne 1188,1990. Ce test permet de déterminer, au moyen de l'alvéographe (ALVEO NG, ALVEOLINK NG, PETRIN NG, France), certaines caractéristiques rhéologiques des pâtes obtenues à partir de la farine de blé tendre constituant un facteur important de leur valeur d'utilisation (valeur boulangère, biscottière, biscuitière). Le comportement d'une pâte formée à partir d'un mélange de farine et d'eau salée est évalué pendant la déformation. Un disque de pâte est soumis à un débit d'air constant; dans un premier temps il résiste à la pression, puis il gonfle sous la forme d'une bulle, selon son extensibilité, et éclate. Cette évolution est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée alvéogramme.

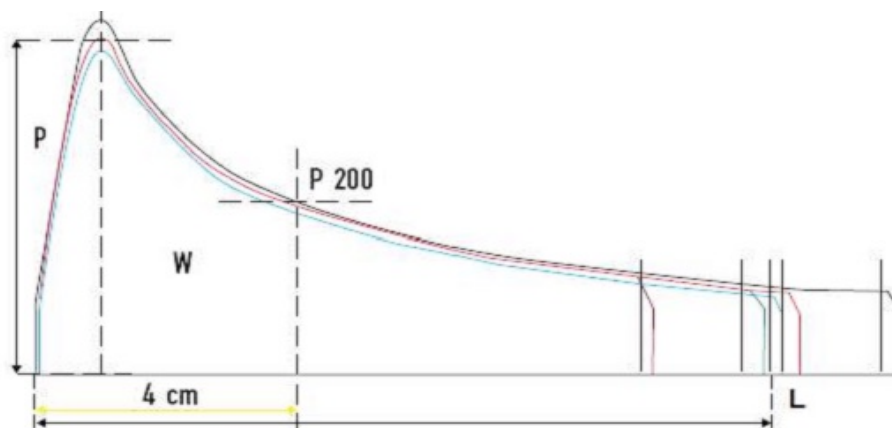


Figure 6. Alvéogramme avec indication des différents paramètres mesurés (Roussel et al, 2009)

- Le "W" : Il vient du mot anglais "Work" et désigne le travail au sens physique du terme. Sa valeur est proportionnelle à la Surface (S) de la courbe.

- Le "P" : Correspond à la pression maximale d'air insufflée nécessaire à la déformation et donc à l'obtention de la bulle de pâte. Il exprime la ténacité de celle-ci et est donné en mm sur l'axe des ordonnées de l'alvéogramme.
- Le "L" : Ce paramètre correspond à l'extensibilité de la pâte depuis le début du gonflement jusqu'à éclatement de la bulle. Il indique l'élasticité de la pâte et l'allongement au façonnage. Il est donné en mm sur l'axe des abscisses de l'alvéogramme.
- Le "P/L" : Ce rapport appelé "rapport de configuration de la courbe" ou "rapport de ténacité au gonflement", représente l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte.



Figure 7. Photographie de l'Alvéographe (ALVEO NG, ALVEOLINK NG, PETRIN NG, France).

5.6. Étapes de fabrication

Dans une jatte, farine, maïzena et sel sont mélangés en ajoutant du beurre fondu. Le gras doit être bien incorporé en frottant le tout entre les mains. Par la suite la fleur d'oranger et de l'eau sont ajoutés pour obtenir une pâte souple. La pâte est divisée en 8 portions égales et façonnées sous forme de boules. Ces dernières sont couvertes avec du film alimentaire et laissées reposer au moins 12 ou 24h.

Tous les ingrédients de la farce sont mélangés dans du beurre fondu. Sur un plan de travail fariné, les portions sont étalées avec un rouleau et tirées sur le bord avec les doigts sans les abîmer la pâte. Sur un plateau beurré les feuilles de pâte sont déposées (ajout de beurre à la feuille à déposer) tout en ajoutant la farce entre les feuilles. La dernière feuille est bien beurrée, puis la tracer des losanges sans couper la Baklawa et déposer sur chacun une amande entière. La Baklawa est coupée avant d'être enfournée à 180°C pour environ 50 à 60 minutes.

La cuisson est régulièrement surveillée. A la sortie du four , la Baklawa est arrosée de miel jusqu'à ce qu'il dépasse la surface de la Baklawa .Celle-ci est laissée toute une nuit ou une journée pour qu'elle absorbe totalement le miel.

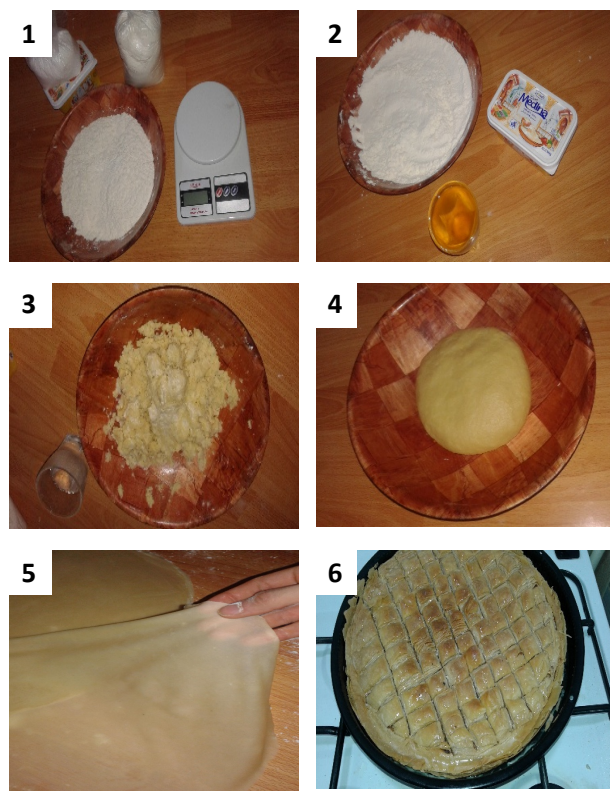


Figure 8. Photos des différentes étapes de la préparation de la Baklawa.

6. Analyse sensorielle

Les propriétés organoleptiques d'un produit jouent un rôle primordial dans sa perception avant usage ou consommation et dans son appréciation lorsqu'il est consommé ou utilisé. Selon Berodier et al, (2003), elle constitue un véritable outil de mesure fiable et indépendant qui permet d'évaluer , d'une part les préférences des consommateurs et prévoir ce qui motive leurs choix, d'autre part les caractéristiques organoleptiques des produits soit la texture, l'odeur, l'arôme, le gout, la couleur (Bérodier et al., 1997).

6.1. Sujets

L'analyse sensorielle a été réalisée en utilisant deux groupes, un groupe expert et un groupe naïf. Le jury doit recevoir un minimum d'informations sur les objectifs du test et la nature des produits testés. Les deux types de panels sont complémentaires mais pas interchangeables (Bauer, Badoud, & Lölinger, 2010). Cent vingt personnes de deux sexes

(hommes et femmes) ayant des âges entre 18 et 53 ans ont été choisies pour la réalisation du test de dégustation des Baklava préparés au niveau des salles du département de biochimie et microbiologie, et de l'extérieur de l'université.

a. Panel d'expert : vingt personnes composés d'étudiants en 2^{ème} année Master NSA. Ils ont été entraînés et choisis sur la base de leur aptitude à discriminer, à quantifier, à reconnaître et à mémoriser des perceptions lors de l'analyse sensorielle.

b. Panel naïf : une centaine de sujets d'âges variés allant de 18 à 53 ans ont été inclus. Ils n'avaient aucune formation avant l'analyse et ont été sélectionnés pour l'étude en fonction de leurs habitudes alimentaires, de leur âge et de leur sexe (Branger, Richer, & Roustel, 2007).

6.2. Produits

Quatre types échantillons ont été représentés dans des assiettes en plastique étiquetés identiques avec un code à trois chiffres. Les ingrédients des produits testés restent anonymes pour le panel afin de ne pas affecter leurs réponses sensorielles à l'avance, ce qui pourrait conduire à des erreurs incontrôlables. La composition des produits d'évaluation et les codes correspondants sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 6. Descriptifs et codifications des Baklava analysés

Descriptif du type de Baklava	Code
Baklava avec farine + 0 % de Maïzena (témoin)	0
Baklava avec farine + 10 % de Maïzena	10
Baklava avec farine + 20 % de Maïzena	20
Baklava avec farine + 30 % de Maïzena	30

6.3. Fiche d'évaluation des produits

Une fiche a été élaborée pour décrire la nature des perceptions sensorielles. Le profil sensoriel plus au moins préféré de chaque produit a été élaboré. Les quatre produits codés sur une échelle de 1 à 7 selon l'intensité de chaque attribut. L'évaluation des produits selon leur préférence est noté avec une échelle hédonique de 1 à 9.

6.1. Analyse statistique

Les données collectées à partir de notes distribuées par les membres des deux panels ont été traitées en utilisant l'outil XLSTAT. Ce dernier utilise Microsoft Excel comme une

interface de récupération des données et d’affichage des résultats (Njamen Kengdo, 2016). Ce logiciel est un outil complet d’analyse de données et de statistiques, impliqués dans les études de marketing et dans l'analyse du comportement des consommateurs.

6.1.1. Caractérisation des produits

Ce test est utilisé pour identifier quels sont les attributs qui discriminent le mieux les produits et quelles sont les caractéristiques importantes de ces produits dans le cadre de l'analyse sensorielle, réalisé par un groupe d'experts (Husson et al., 2009).

6.1.2. Cartographie externe de préférence

La cartographie externe des préférences ou PREFMAP (External Preference Mapping) est un ensemble des techniques statistiques dédiées à la modélisation des préférences des consommateurs (le panel naïf) en fonction de la position du produit dans un espace multidimensionnelle (Schlich, 2007), qui permet de différencier entre les produits évalués sur la base des préférence des consommateurs reliées aux caractéristiques sensorielles (les attributs) pour mieux comprendre le choix des consommateurs. La cartographie de préférence se base dans sa réalisation sur deux tests, à savoir, le test de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) et le test de l’analyse en composante principale (ACP) (Yenket et al., 2011; Khier-Eddine, 2016).

Chapitre III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. Analyses physico-chimiques des matières premières

1.1. Taux d'humidité

Les résultats d'analyse des taux d'humidités des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava sont présentés dans le tableau 7. Les différentes fractions de maïzena ajoutées à la farine courante ont donné une farine de préparation avec des taux d'humidité variant entre 13,70 et 14,66 % bh (base humide). Si on se réfère aux critères rapportés par Kiger (1967) sur composition d'une farine biscuitière de blé tendre, l'humidité normale celle-ci se situe entre 12 à 16 % bh. Il ressort que l'humidité de la farine préparée dans la présente étude se situe bien dans cette gamme d'humidité.

Tableau 7. Taux d'humidités des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.

Fraction de maïzena dans la farine courante (%)	Taux d'humidités (%)
10	14,36
20	13,90
30	13,70
0	14,66

1.2. Granulométrie

Les résultats d'analyse des taux d'affleurement des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava sont présentés dans le tableau 8. Les différentes fractions de maïzena ajoutées à la farine courante ont donné une farine de préparation constituée principalement de particules supérieur à 150 μm et inférieur à 200 μm . Les refus du tamis à 200 μm variaient entre 0,66 et 0,86 %, cependant les refus à 150 μm variaient entre 10,88 et 18,50 %. En effet, à chaque fois que le taux d'incorporation de la maïzena est augmenté, la valeur du taux d'affleurement des farines augmente aussi par rapport à la farine de blé tendre. Ces valeurs sont supérieures aux normes algériennes (NA) pour une farine biscuitière ; qui préconisent un taux de refus nul au tamis dont l'ouverture de mailles est de 200 μm .

Tableau 8. Taux d'affleurement des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.

Taille des mailles (μm)	Fraction de maïzena (%)	Taux d'affleurement (%)
200	10	0,78
	20	0,70
	30	0,66
	0	0,86
150	10	15,46
	20	13,33
	30	10,88
	0	18,50

1.3. Taux de gluten

Les résultats d'analyse des taux gluten des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava sont présentés dans le tableau 9. Les différentes fractions de maïzena ajoutées à la farine courante ont donné une farine de préparation avec des taux de gluten variant entre 19,16 et 27,21 % pour le gluten humide, cependant pour le gluten sec les taux variaient entre 10,88 et 18,50 %. Il peut être constaté que gluten humide est nettement supérieur au gluten sec, et les taux de ce dernier sont supérieurs aux valeurs préconisés par Kiger et Kiger, (1967) pour la biscuiterie sèche qui se situe entre 7 à 9%. En revanche, les taux de gluten humides des farines préparées dans la présente étude se situent dans la norme qui est de 20 à 24% (Boudreau et Menard, 1992).

Tableau 9. Taux gluten des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.

Type de gluten	Fraction de maïzena (%)	Taux de gluten (%)
Humide	10	24,98
	20	22,27
	30	19,16
	0	27,71
Sec	10	8,42

20	7,83
30	6,86
0	9,48

1.4. Taux cendres

Les résultats d'analyse des taux de cendres des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava sont présentés dans le tableau 10. Les différentes fractions de maïzena ajoutées à la farine courante ont donné une farine de préparation avec des taux de cendres variant entre 0,52 et 0,63 %. Ces valeurs sont conformes à la norme européen (NF.1.1-29/1985) qui exige un taux de cendres compris entre 0,4 et 0,8 % de la farine biscuitière, par conséquent, les farines préparées peuvent être utilisées dans la préparation de biscuits. En effet, la teneur en cendres est un indicateur de la pureté de la farine ; elle est en relation avec son taux d'extraction et la minéralisation des grains mis en mouture (Colas, 1991 ; Feuillet, 2000).

Tableau 10. Taux de cendres des échantillons des matières premières destinées à la préparation de la Baklava.

Fraction de maïzena dans la farine courante (%)	Taux cendres (%)
10	0,63
20	0,52
30	0,52
0	0,60

1.5. Test à l'alvéographe Chopin

Test à l'alvéographe Chopin, appelé aussi forces boulangères, caractérise le gonflement d'un échantillon de la pâte issue des différentes farines préparées soumis à une pression d'air. Le volume de la bulle est fonction de l'extensibilité de la pâte. L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe appelée Alvéogramme (figure 9).

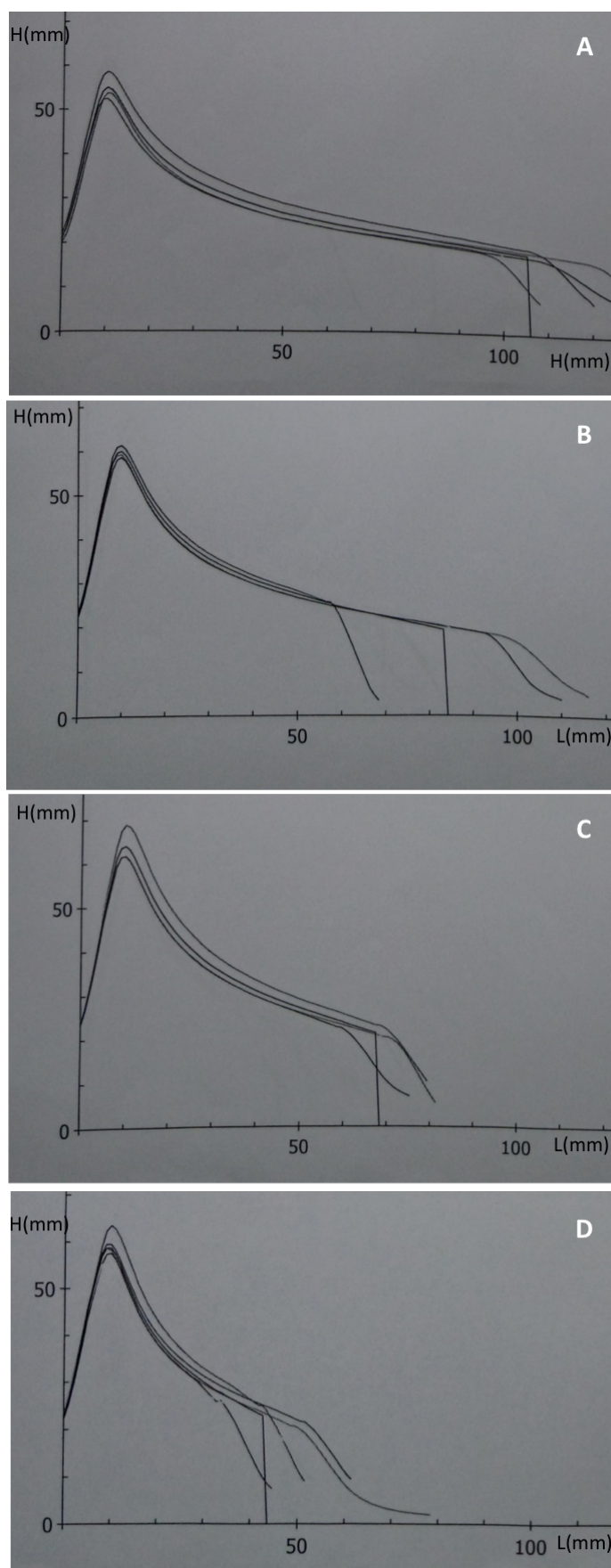


Figure 9. Alvéogramme de la farine de blé tendre avec les différentes proportions de maïsena 0 % (A), 10 % (B), 20 % (C) et 30 % (D).

Les propriétés rhéologiques des farines préparées, appréciées par les essais à l'alvéographe sont présentées dans le tableau 11. Ces propriétés sont décrites la ténacité (P), l'extensibilité (L), le gonflement (W) et l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité (P/L) de la pâte.

Tableau 11. Les propriétés rhéologiques des pâtes préparées indiqués par les résultats de l'alvéographe

Propriétés rhéologiques	Farines préparées avec des proportions de Maïzena			
	0 %	10 %	20 %	30 %
P (mmH₂O)	61	66	70	65
L (mm)	105	83	67	43
G	22.8	20.3	18.2	14.6
W (10E-4J)	202	180	163	104
P/L	0.58	0.8	0.8	1.51
Ie (%)	54.3	51,9	49.4	41.3
W(10E- 4J)	0	0	0	0

Rapporter par plusieurs auteurs, les paramètres d'une farine biscuitière doivent correspondre à (Dubois, 1988; Godon, 1991 ; Feillet, 2000 ; Bourson, 2009) :

- une force boulangère « W » comprise entre 60 et 150.10⁻⁴ J,
- un gonflement «G» inférieur à 24 cm³,
- une ténacité « P » de 30 à 60 mm H₂O, et
- une extensibilité « L » de 90 à 125 mm, et
- un rapport de configuration « P/L » entre 0,25 et 0,80.

Ces paramètres mesurés varient en fonction des caractéristiques biochimiques des farines, des critères agronomiques et génétiques du blé (Renard et Thery, 1998). L'analyse des résultats obtenus montrent que dans le cas de la farine de blé tendre le « L » obtenu n'est pas très éloigné de la limite requise pour une farine biscuitière. Les autres paramètres (W, P, G, P/L) de la farine s'insèrent bien dans la fourchette établie pour les farines biscuitières. Cependant, les farines préparées avec les différentes proportions de maïzena ne présentent pas les caractéristiques d'une farine biscuitière pour la force boulangère (W).

Les caractéristiques des pâtes de mélanges mesurées à l'alvéographe sont très influencées par le taux d'incorporation de la farine mélange. Les alvéogrammes des farines préparées montrent bien des allures de courbes tout à fait différentes avec des caractéristiques variables.

1.5.1. Ténacité P

La ténacité P varie en fonction du taux d'incorporation en germe de blé de la farine. Elle passe de 66 mm pour la farine à 10 % à 65 mm pour la farine à 30 % d'incorporation de la farine préparée. Ces valeurs restent dans la gamme des farines à usage biscuitier et dont les valeurs recommandées sont de 30 à 60 mm. Cette ténacité est liée à :

- la qualité de gluten, essentiellement au taux des Gluténines, qui sont responsables de la ténacité et l'élasticité et dont la teneur diminue au fur et à mesure que le taux d'incorporation augmente (Branlard et al, 1992).
- la granulométrie de la farine, la teneur en amidon endommagé ainsi que celles de la fraction pentosanes (Godon et Loisel, 1997).

1.5.2. Extensibilité L

L'extensibilité de la pâte L préparée avec des farines préparées diminue avec l'augmentation de taux d'incorporation de la maïzena. Ces valeurs se retrouvent dans la fourchette d'une farine biscuitière (90 à 120 mm). Cette extensibilité est liée également au rapport Gliadines/Gluténines et à la teneur en pentosanes de la pâte est un caractère important dans la formation du biscuit et surtout de sa forme (Godon et Loisel, 1997).

1.5.3. Indice de gonflement G

L'indice de gonflement renseigne sur l'extensibilité de la pâte, et l'aptitude du réseau glutineux à retenir le gaz carbonique formé (Kittissou, 1995). Le gonflement de la pâte diminue avec l'augmentation du taux d'incorporation de la maïzena. Les valeurs sont dans la fourchette d'une farine biscuitière qui requiert un gonflement compris entre 18 et 23 cm³.

1.5.4. Rapport de configuration P/L

Le rapport de configuration « P/L » traduit l'équilibre général de l'alvéogramme c'est à- dire l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité des pâtes formées (Dubois, 1996). Le rapport des farines préparées se situe entre 0.8 et 1.51. Il augmente proportionnellement avec le taux d'incorporation de la maïzena dans la farine courante. Ces valeurs sont en dehors de la fourchette d'une farine biscuitière qui requiert un rapport de configuration compris entre 0.25 et 0.8.

1.5.5. Force boulangère W

Le paramètre W permet de déterminer la force boulangère d'une farine, il est très utilisé dans les transactions commerciales et sert à classer les farines selon leur utilisation. La

pâte préparé avec les différentes proportions de maïzena présentent des forces boulangères faibles. Elles varient considérablement d'un échantillon à un autre ($180 \times 10^{-4} \text{J}$ pour 10% à $104 \times 10^{-4} \text{J}$ pour 30%) et diminuent au fur et à mesure que le taux d'incorporation augmente. Pour la farine à 10 % maïzena, la force boulangère est incluse dans la fourchette recommandée ($60 \times 10^{-4} \text{J}$ à $150 \times 10^{-4} \text{J}$). Par contre les valeurs des taux 20 et 30 % sont inférieurs à cette fourchette.

D'après Feillet (2000), la variabilité de la force boulangère W peut s'expliquer par la teneur en gliadines et en gluténines et également par la disponibilité de certains acides aminés soufrés (méthionine, cystéine) qui fournissent des ponts disulfures intramoléculaires par les quels s'associent les gliadines, et par la diminution des interactions intermoléculaires qui favorisent la force de la pâte. Une des causes de la baisse de la force de la pâte préparée est la qualité des protéines qui la composent (albumines + globulines) (Ibanoglu, 2002; Adrian, 2004). Les albumines et les globulines ont peu d'effet sur la force boulangère de la farine du blé tendre (Macritchie, 1990 ; Godon, 1991).

2. Résultats d'analyse sensorielle

2.1. Caractérisation de produits

Il s'agit d'identifier les attributs sensoriels qui discriminent le mieux les produits, ainsi que de déterminer les caractéristiques des produits préparés en fonction des préférences du panel expert.

2.2. Attributs sensoriels

Les attributs sensoriels ou le pouvoir discriminant par descripteurs sont présentés dans la figure 10. Cette figure montre les descripteurs ordonnés du plus discriminant au moins discriminant pour les quatre produits préparés de Baklava. En effet, le pouvoir discriminant est un test qui permet de présenter les descripteurs d'une manière ordonnée, allant de celui qui a le plus important pouvoir discriminant sur les produits, à celui qui a le plus faible pouvoir discriminant, selon les notes attribuées au différents attributs sensoriels par le panel expert.

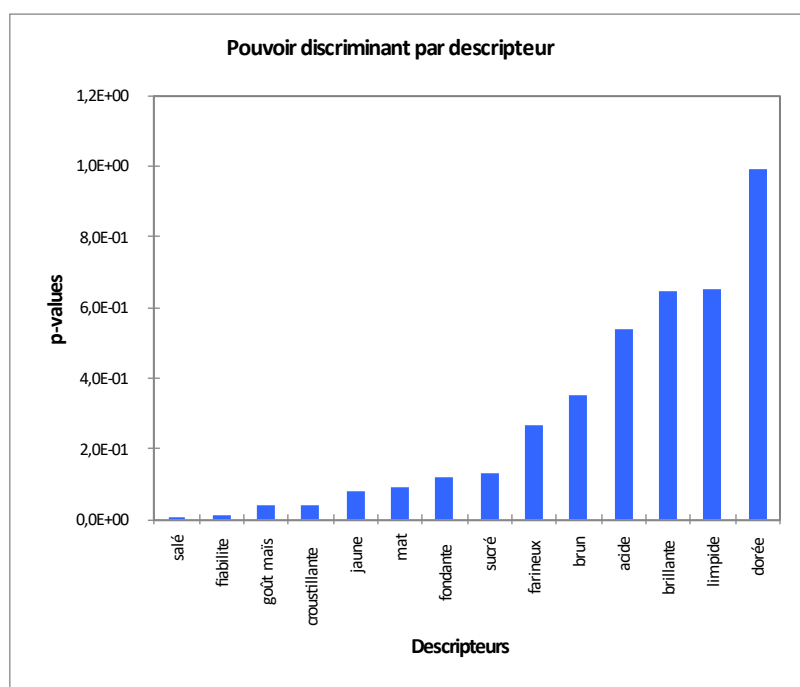


Figure 10. Pouvoir discriminant des différentes Baklava préparées.

Il est constaté à partir de ces résultats que l'odeur du maïs et la texture, la fiabilité, ainsi que la persistance de la saveur salé sont les descripteurs les plus discriminants, c'est-à-dire que les sujets du panel d'experts ont constaté une grande différence au niveau de ces attributs sensoriels pour les quatre produits de Baklava. Ils sont les facteurs tranchant dans le choix du produit préféré. D'autre part, les résultats du descripteur texture croustillante et compacte sont au même niveau. Les descripteurs de couleur jaune et mat ont un pouvoir discriminant moins fort, ce qui s'explique par l'existence de mineures différences entre les différents produits de Baklava en ce qui concerne ces attribues. Les descripteurs fondante sucré, farineux, brun montrent que ces caractères du Baklava brillant sont difficile à comparer. Le descripteur brillante, limpide et la couleur dorée ont un pouvoir discriminant faible. Alors que, les attributs de saveur sucré sont les moins discriminés que la saveur salée ce qui explique que les membres du panel d'expert sont capables détecter les différences entre les différents produits de Baklava.

2.3. Coefficient des modèles

Les résultats du test du coefficient des modèles sont présentés dans la figure 11. Dans le test du coefficient des modèles sont affichés pour chaque descripteur et pour chaque produit, les coefficients du modèle sélectionné. Le modèle utilisé dans cette étude est :

$$Note\ descripteur = effet\ produit + effet\ juge + effet\ session'$$

L'intérêt du coefficient des modèles est d'évaluer la performance globale du panel expert selon trois facteurs (produit, juge et répétition) pour chaque descripteur (Pages et al., 2006). Pour chaque produit une représentation graphique des coefficients étaient associés aux différents descripteurs.

Les représentations graphiques de la figure 11 permettent de définir l'appréciation et non appréciation des attributs sensorielles différents produits de Baklava par le panel d'experts. Quand ça apparaît en *couleur orange* c'est que le coefficient du descripteur est positif et plus intense ; *couleur rouge* le coefficient est significativement négatif et moins intense, alors qu'en *blanc* les caractéristiques ne sont pas significatives. D'après les résultats obtenus, le produit *farine courante* codé 0 (figure 11 A) qui correspond à une Baklava de 0% de maïzena est caractérisé par une couleur brune, texture croustillante (en orange). Ainsi ces descripteurs sont appréciés par l'ensemble de panel expert. La Baklava de 10% de maïzena codé 10 (figure 11B) est caractérisé par une texture de fiabilité, une saveur salée et une odeur de maïs marquée (en orange). Les caractères sucré et dorée ne sont pas significatifs (en blanc). La Baklava de 20% de maïzena codé 10 (figure 11C) est caractérisé par une couleur brune, une texture de fiabilité fondant et un aspect mat (en orange), mais avec une faible intensité des caractères couleur jaune et texture croustillante (en blanc) qui ne sont pas détectés et donc n'est pas significative. Ainsi ces attributs sensorielles n'ont pas été appréciés par l'ensemble de panel expert. La Baklava de 30% de maïzena codé 10 (figure 11D) est caractérisé par la couleur jaune et texture farineuse qui sont plus intense (en orange), et l'aspect mat est en faible intensité (en rouge).

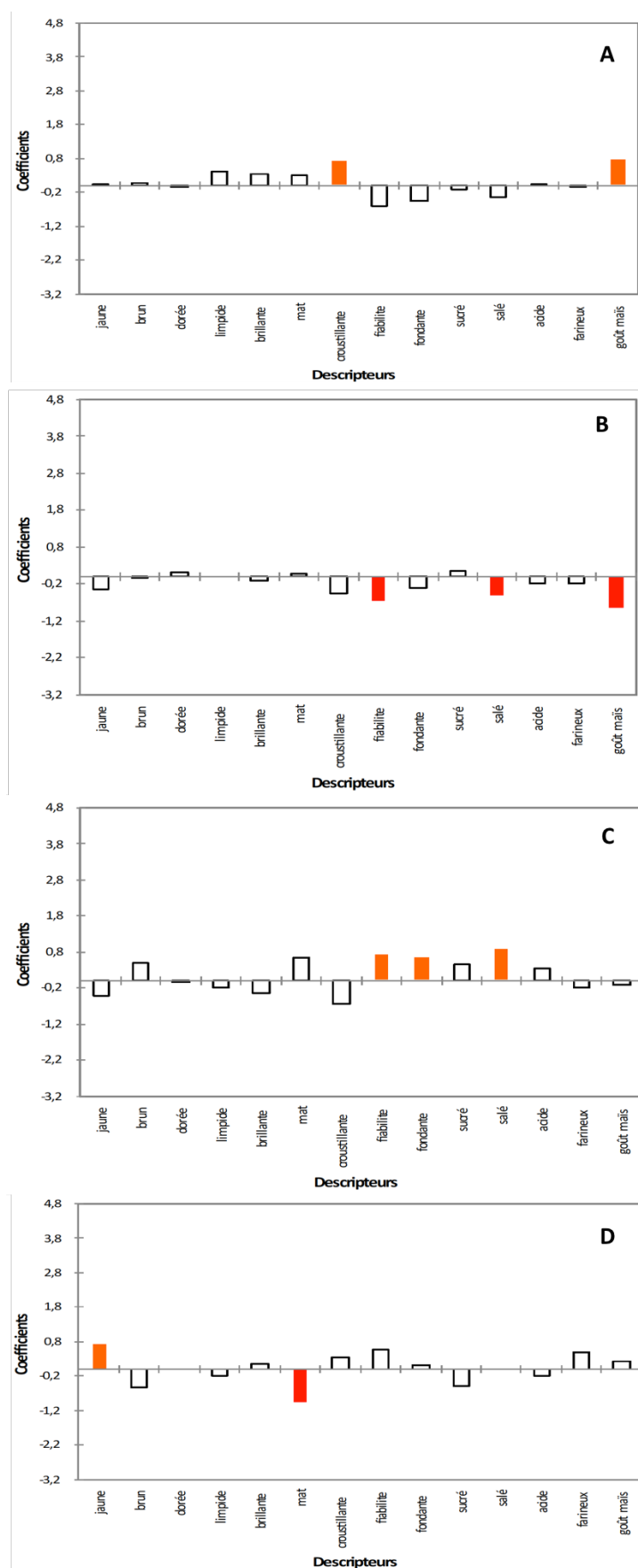


Figure 11. Coefficients de modèle du Baklava de farine courante mélangé à 0% (A), 10% (B), 20% (C) et 30% (D) de maïzena.

2.4. Moyennes ajustées par produit

Le test de moyennes ajustées par produit est test qui a pour objectif de définir les moyennes ajustées calculées à partir du modèle pour chaque combinaison descripteur-produit :

$$\text{Descripteur} = \text{effet produit} + \text{effet juge} + \text{effet session}$$

Tableau 12. les moyenne ajustées par produit pour les différentes Baklava préparées.

Produit avec Maïzena	dorée	limpide	goût maïs	farineux	croustillante	jaune	brillante
20	4,300	3,000	3,450	3,750	2,900	3,500	3,550
10	4,450	3,200	2,700	3,750	3,100	3,600	3,800
0	4,300	3,600	4,350	3,900	4,300	3,950	4,250
30	4,350	3,000	3,800	4,450	3,900	4,700	4,060
	sucré	brun	mat	acide	salé	fondante	fiabilité
20	4,650	4,400	3,942	2,050	3,150	4,650	4,750
10	4,350	3,900	3,400	1,500	1,700	3,650	3,300
0	4,050	4,000	3,600	1,750	1,900	3,500	3,400
30	3,700	3,400	2,334	1,500	2,250	4,100	4,550

Le tableau 12 présente les moyennes ajustées par produit. Celui-ci permet de faire ressortir les moyennes lorsqu'on croise les différentes Baklava préparées et leurs caractéristiques (attributs sensorielles). Les cellules présentées en couleur orange sont les moyennes qui sont significativement plus grandes que la moyenne globale, en couleur rouge celles qui sont significativement plus petites que la moyenne globale, et en blanc celles qui sont proches de la moyenne globale.

À partir de ces résultats, on remarque que pour le Baklava codé 10 et 20 les descripteurs salé, fiabilité, maïs, fondant et ont un effet discriminant significativement positif sur les produits. Tandis que les descripteurs sucré, mat, dorée limpide, farineux, jaune, brillant n'ont aucun effet discriminant sur les produits c'est-à-dire ces descripteurs n'ont pas été appréciés pour ce produit. En revanche salé, fiabilité, goût maïs n'ont aucun effet discriminant significativement négatif sur ce dernier.

On constate également que pour le Baklava codé en 30 et 0 les descripteurs jaune, maïs, croustillante ont un effet discriminant significativement positif sur les produits. Tandis que les descripteurs brun, dorée, limpide, brillant, fiabilité, fondant, sucré, salé, acide, farineux n'ont aucun effet discriminant sur les c'est-à-dire ces descripteurs n'ont pas été appréciés pour ce produit. En revanche mat aucun effet discriminant significativement négatif sur ce dernier.

2.5. Analyse de pénalité

L'analyse des pénalités est utilisée en analyse sensorielle pour identifier des axes d'améliorations possibles pour des produits, suite à des enquêtes auprès de consommateurs ou des experts. Les résultats de l'analyse des pénalités pour les quatre produits préparés du Baklava sont présentés dans la figure 12.

Dans la représentation graphique, lorsque la différence entre la moyenne des données de préférence pour la catégorie JAR (Just About Right) qui correspond la note « 4 » et la moyenne des données de préférence pour la catégorie « pas assez » qui correspond la note « 2 » et « trop » qui correspond la note « 6 », est significative les barres sont en rouge, en vert lorsque la différence n'est pas significative, lorsqu'elles apparaissent en bleu lorsque l'effectif d'un groupe est inférieur au seuil choisi. En parallèle, si un descripteur possède un coefficient positif, ce dernier est pénalisé positivement par les membres de panel naïf. Au contraire si un descripteur possède un coefficient négatif, ce dernier est pénalisé négativement par les membres de panel naïf.

Les résultats montrent d'une part les représentations graphiques obtenus sont de couleur rouge et bleu, le rouge pour pénalité 10 (mat) et pénalité 30 (brillant) et pénalité 0 (jaune) ce qui indique que la différence entre de la moyenne des données de préférence pour la catégorie (Just About Right) qui correspond à la note « 4 » et la moyenne des données de préférence pour la catégorie « pas assez » qui correspond la note « 2 » et « trop » qui correspond la note « 6 », ne sont pas significatif, et le bleu l'effectif d'un groupe est inférieur au seuil choisi. Significatif. D'autre part, les attribut sensorielles des produits qui pénalisent négativement sont fondants pour la Baklava codée 0 et 10 et 20 et 30 :

- Dorée pour Baklava codée 30 et 10.
- Brillante pour Baklava codée 0, 20 et 30.
- Mat pour Baklava codée 0 et 10.
- Salé pour Baklava codée 20 et 30.
- Fondants pour Baklava codée 0, 10, 20 et 30.
- Brun pour Baklava codée 0 et 30.

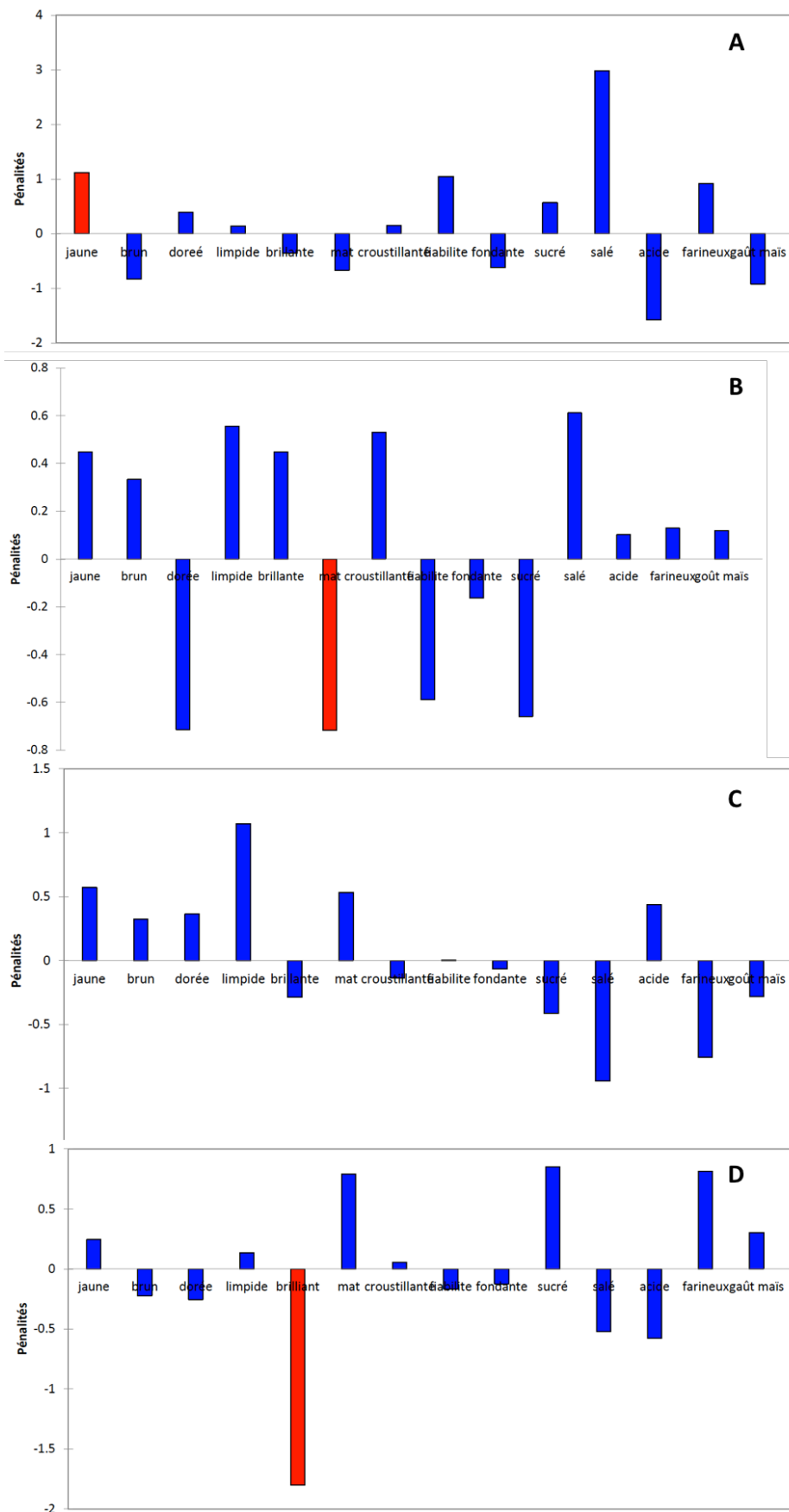


Figure 12. Les caractéristiques (attributs sensoriels) de pénalisées pour Baklava de farine courante mélange avec 0% (A), 10% (B), 20% (C) et 30% (D) de maizena.

2.6. Cartographie externe de préférence (PREFMAP)

Cette méthode permet de relier les préférences exprimées par les consommateurs (panel naïf) aux attributs sensorielles des produits sur une même représentation graphique (en deux ou trois dimensions). La réalisation d'une cartographie externe de préférence, nécessite deux types de données :

1. Les notes d'acceptabilité attribuées par le panel naïf pour chaque échantillon afin de réaliser une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)
2. Les moyennes données par les experts pour chaque attribut étudié pour effectuer une Analyse en Composante Principale (ACP).

2.6.1. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)

La CAH est une méthode de classification des consommateurs (panel naïf) en groupes homogènes de classe selon leur notation de préférence pour chaque produit, ces résultats permettent de visualiser les données en classes homogènes (Everitt et al., 2011) afin de faciliter l'interprétation des résultats de cartographie externe de préférence.

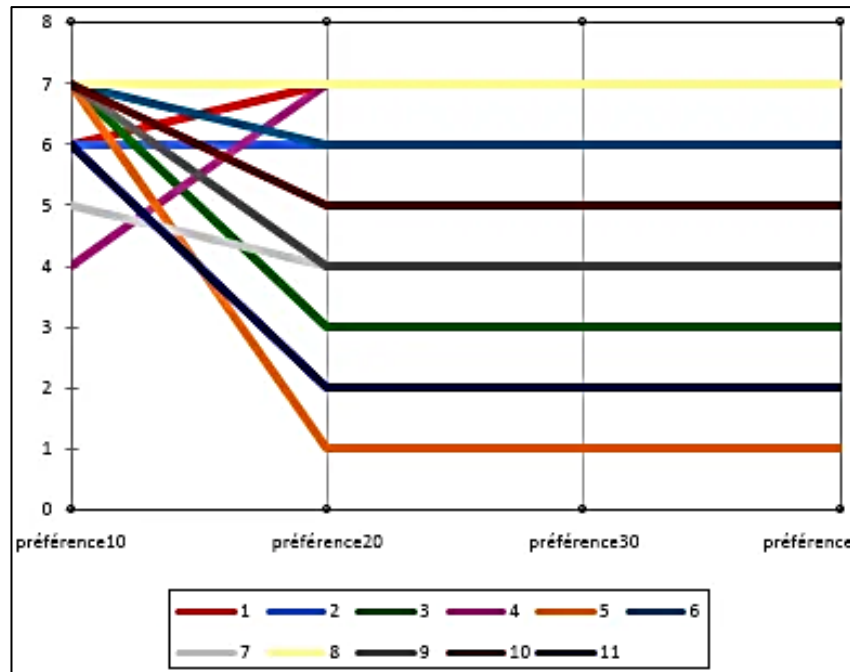


Figure 13. Profil des différentes classes créées de panel naïf, selon les notations de préférence pour Baklava de farine courante mélangée avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena.

D'après la figure 13, onze classes ont été formées à partir des notes de préférences de panel naïf. Les 2, 9, 3, 5, 6, 7, 10 et 11^{ème} classes avaient préférées la Baklava codée en 10 qui correspond au Baklava préparée à partir d'une farine courante mélangée à 10 % de maïzena.

La 1^{ère}, 2, 4 et 8^{ème} classes avaient préférées le produits Baklava codé en 20 qui correspond au au Baklava préparée à partir d'une farine courante mélangée à 20 % de maïzena.

2.6.2. Analyse en composantes principales (ACP)

L'ACP est l'une des méthodes d'analyse de données multivariées aux quel les observations (les produits) sont décrites par un ou plusieurs variables (les attributs sensorielles). Cette méthode consiste à transformer et réduire le nombre de variables corrélées en nouvelles variables non corrélées les unes des autres. Ces nouvelles variables sont nommées "composantes principales", qui peuvent être visualisées graphiquement, avec la conservation d'un maximum d'information (Jolliffe, 2016 ; Kassambara, 2017). La carte suivante permet de représenter les corrélations entre les variables et les facteurs par l'ACP.

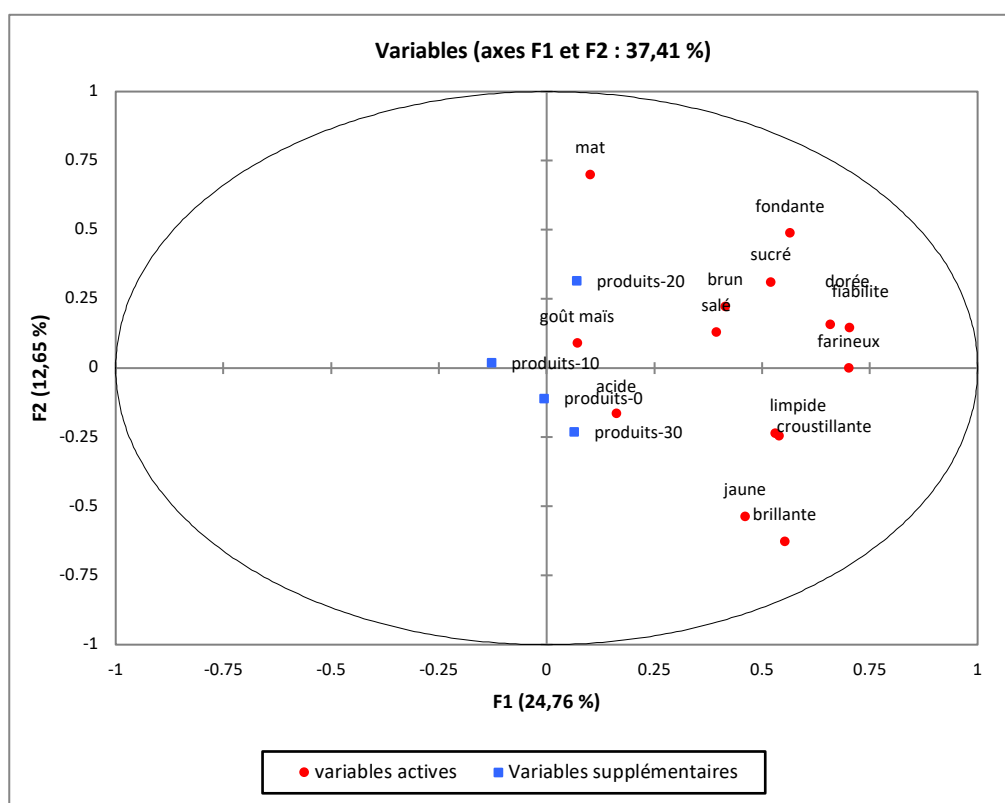


Figure 14. La corrélation entre les variables et les facteurs du panel expert, pour les produits préparés pour Baklava de farine courante mélange avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena.

La figure 14 montre que la qualité de représentation est assez bonne puisqu'elle permet de représenter le niveau de variabilité des variables dans le cercle qu'est respectivement de 24,76% et 12,65 % avec un total de 37,41 %, selon les experts. La première composante principale (mat, fondante, brune, salé, dorée, fiabilité, farineux, goût mais) est corrélée

positivement avec les produits 20 et 10 est donc les variables déterminent le choix des panels et la qualité du Baklava préféré. Au contraire la deuxième composante (acide, jaune, brillante, croustillante, limpide) est corrélée négativement avec les produits (0 et 30) estimé comme variable non essentiel chez les panels experts.

2.7. Synthèse cartographie externe de préférence

Le test de synthèse cartographie externe de préférence a été réalisé dans le but de connaître les préférences des consommateurs (panel naïf). L'application du test de la cartographie externe de préférence permet d'afficher la carte des préférences, les courbes de niveau pour chaque produit.

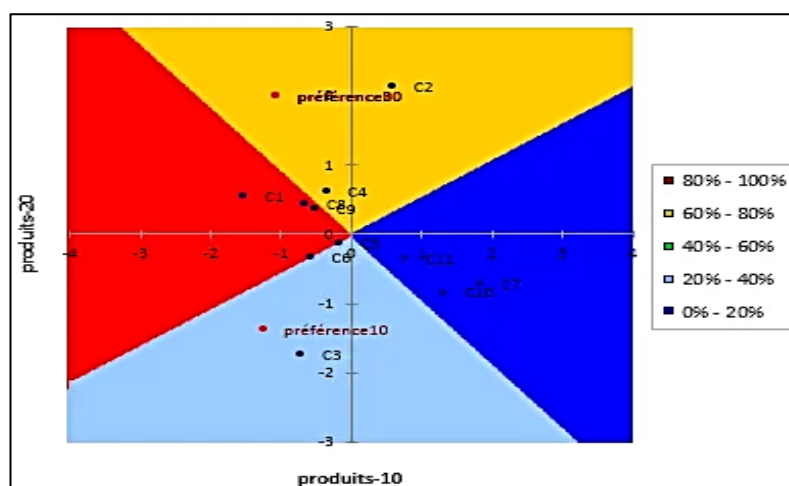


Figure 15. La carte des préférences et la courbe de niveau des produits préparés pour Baklava de farine courante mélangée avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena.

La représentation graphique de courbe de niveau permet de visualiser le pourcentage d'appréciation des produits préparés une farine courante mélangée avec 0, 10, 20 et 30 % de maïzena par les classes de panel naïf. D'après les résultats de la figure 15, le pourcentage d'appréciation du Baklava 10 % de maïzena codé 10 est entre 20 % et 40 %, tandis que celui du Baklava 0, 20 et 30 % de maïzena codé en 0, 20 et 30 est entre 60 % et 80 %. Baklava 10 % de maïzena est apprécié beaucoup plus par 3 et 6^{ème} classes, et Baklava 0, 20 et 30 % de maïzena par 2 et 9^{ème} classes et 4 et 8^{ème} classes respectivement. Le lien entre les préférences des classes avec les caractéristiques des produits montre que Baklava 10 % codé 10 était préféré pour sa fiabilité et son goût-mais. La Baklava 20 % codé 20 était préféré pour son attribut « fondant », « acide », et « fiabilité » alors que la Baklava 30 % codé 30 était préféré

pour son attribut « mat » et « couleur jaune » Baklava 0 % codé 0 était préféré pour son attribut « croustillant » et « gout maïs ».

En conclusion, l'étude de la cartographie sensorielle des préférences des produits préparés, à savoir Baklava 0, 10, 20 et 30 % de maïzena a révélé que la majorité des consommateurs (panel naïf) ont apprécié les Baklava à 0, 20 et 30 % de maïzena.

CONCLUSION

Dans le présent travail, l'effet de différentes proportions de maïzena (10, 20 et 30 %) ajoutées à une farine courante sur la qualité de la Baklava a été étudié. Il a été déterminé en premier lieu la qualité de la matière première en réalisant des analyses physico-chimiques et technologiques des farines préparées par un mélange de farine de blé tendre (témoin) et les trois proportions de maïzena. Les différentes fractions de maïzena ajoutées à la farine courante ont donné une farine de préparation avec des taux d'humidité variant entre 13,70 et 14,66 % ce qui correspond au critère d'une farine destinée à la biscuiterie. Cependant, les résultats d'analyse des taux d'affleurement supérieures aux normes algériennes (NA) pour une farine biscuitière. Les taux de gluten secs sont supérieurs aux valeurs préconisés pour la biscuiterie sèche. Contrairement aux taux de gluten humides qui se situent dans la norme. Les différentes fractions de maïzena ajoutées à la farine courante ont donné une farine de préparation avec des taux de cendres qui sont conformes à la norme européenne. L'analyse sensorielle a été réalisée sur les Baklava préparées à partir des différentes farines avec les trois proportions de maïzena. Les résultats ont révélé que ces dernières ont une influence sur les attributs de qualité de la Baklava. En revanche, le jury naïf a préféré les Baklava avec proportions de 0, 20 et 30% de maïzena. Alors que d'après des enseignants ayant une expérience dans l'analyse sensorielle que les attributs de qualité d'une Baklava se trouvent dans celle à 10 %. Une certitude est que l'ajout de maïzena a été d'un grand apport à la qualité technologique et organoleptique de ce gâteau. À travers cette étude, nous préconisons l'incorporation de la maïzena dans les farines courantes destinées à la fabrication d'un gâteau traditionnel comme la Baklava.

REFERENCES

- 01) ADRAIN J., 1996.** Composition et valeur nutritionnelle du pain .In:GUINET R.,GODON (gastronomie), p.p.16-25.
- 02) ADRIANJ. (2004).**La composition du germe de blé et sa valeur nutritionnelle. Industri Des céréalesN°137.Avril/mai.pp9-13.
- 03) Akkaya, A. (2017).** Effect of Storage Process on Sensory Quality of Baklava, Gaziantep University Institute of Social Sciences, Department of Gastronomy and Culinary. Arts, M.Sc. Thesis, Gaziantep, pp.3.
- 04) Anonym, (1992).** Great Larousse Dictionary .and Encyclopedia.
- 05) Atwell W.A. (2001).** Wheat flour. Eagan press, Minnesota, USA, 123p.
- 06) B., 1996.** La panification française. paris, Lavoisier, p.p .481489.(collection sciences et technique agroalimentaires).
- 07) -Bauer, W. J., Badoud, R., Lölliger, J., (2010).** Science et technologie des aliments: Principes de chimie des constituants et de technologie des procédés. PPUR Presses polytechniques, 720p. ISBN : 2880747546.
- 08) BENBELKACEMF., Saldi A., Brinis. (1995).** La recherche pour la qualité des blés en Algérie ., Séminaire de blé dans la région méditerranéenne , N° 22.
- 09) BENHANIA Z., 2013.** Etude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité . mémoire de master , université Kasdi Merbah Ouargla , Algérie .p; 52.
- 10) Benhania, Z. (2013).** étude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité. Master académique: science et techniques, Université kasdi merbah
- 11) BOUDRREAU A., et MENARD G. (1992).**Le blé. Elément fondamentaux et transformation. Ed les presse de l'université Laval, Québec Canada. p442
- 12) BOURSSONY.(2009).**Mouture de ble tendre et technique d'obtention de la farine.
- 13) BRANGER A., RILER M.M., ROUSTEL S., 2007.**Alimentation et processus
- 14) Branger, A., Roustel, S., (2007).** Alimentation, sécurité et contrôles microbiologiques. Educagri Editions, 203p : ISBN .2844446167.
- 15) BRANLARDG.,PIERREJ., and ROUSSETM. (1992).**Selection indices for quality
- 16) CABROL C.(2006).**Pain et nutrition.septembre2006.pp813.
- 17) CALVEL R., 1980.**La panification: pâte, fermentation, mise en forme. La boulangerie moderne, Paris, EYROLLES, pp. 112-142.
- 18) Çekiç, İ. (Step 2015).** An Investigation on Gaziantep Baklava, pp.7-9.
- 19) Céréales : tests de laboratoire.** Paris, Lavoisier. (Collection sciences et techniques agro alimentaires).p679
- 20) Cruz J.F., Troude F., Griffon D., Hébert J.P.** Conservation des grains en régions chaudes
- 21) DANIELS N.W.R., FRAZIER P.J., WOOD P. S., 1971.**Flour lipids and dough development Bakers's Dig., vol. 45, n. 4, pp. 20-28.
- 22) D'Hauteville, F., Perrouy, J.-P., Schaer, B., (2001).** Nationalité et préférence gustative du lait : Une expérience auprès de consommateurs allemands et français. Économie rurale, 264(1): 35-45. DOI: 10.3406/ecoru.2001.5255.
- 23) DJERMOUN A., (2009).** La production céréalière en Algérie : principales caractéristiques, Revue Nature et Science.

- 24) **Doumandji A., Doumandji S., Doumandji M B.** Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock «cours de technologie des céréales». Alger: office des publications universitaires, 2003.126.
- 25) **Emil, T. (2006).** Baklava Sector Profile, pp.1-5.
- 26) **Ertürk, N. (2015).** Turkish Dessert Art, Edition 8, pp.9-28.
- 27) Evaluation in wheat. Breeding.Theoretical Applied Genetics84,57-64.
- 28) **Everitt, B., Landau, S., Leese, M., Stahl, D., (2011).** Cluster analysis. 5 éd. London Wiley Blackwell, Wiley Series in Probability and Statistics, 346p. ISBN : 978-0-470- 74991-3 Farine, édition techniques de l'ingénieur.
- 29) **Feillet P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, Paris, 308p.
- 30) **Feuillet. Pierre., 2000.**le grain de blé, composition et utilisation, Editions QUAE, P,308.
- 31) **GODON B., (1995).** Le pain. Pour la science. Dossier hors-série de mars (science et «Techniques rurales en Afrique».2e. Paris: CEEMAT, 1988. p 545.
- 32) **Godon, B., and Willm, C. (1998).** "Les industries de première transformation des céréales."
- 33) **GODONB.,(1991).**Les industries de première transformation des céréales,Ed. Lavoisier,679p.
- 34) **GODONB.,LOISELW. (1997).**Guide pratique d'analyse dans les Industrie des céréales.pp9-17.
- 35) **HADEF EL OKKI LYDIA** Valeurs d'appréciation de la qualité technologique et biochimique des nouvelles obtentions variétales de blé dur en Algérie Magister en agronomie Université Ferhat Abbas Sétif 1
- 36) **Husson, F., Lê, S., Pagès, J., (2009)** Senso Mine R dans Evaluation sensorielle – manuel méthodologique. 3ème édition, Lavoisier, SSHA, pp 463-470.
- 37) **Işın, P. M. (2010).** Ottoman Kitchen Dictionary, Istanbul, pp. 42-43.
- 38) **-ITCF.** Guide pratique -Stockage et conservation des grains à la ferme.Paris: FAO,1989.p 60.
- 39) **Josse, J., Husson, F., Pagès, J., (2009).** Gestion des données manquantes en analyse en composantes principales. Journal de la Société Française de Statistique, 15(02): 28-51 (K) technologique. Paris, Educagri, 279p.
- 40) **Kassambara, A., (2017).** Practical guide to principal component methods: R: PCA, M (CA), FAMD, MFA, HCPC, factoextra. 1 éd. STHDA, 169p.
- 41) **Kaufman, S. (2008).** Baklava: A Quintessential Sweet From Turkey, Sweets from the Middle East, Repast Quarterly Publication of the Culinary Historians of Ann Arbor,
- 42) **KIGER J. L., KIGER J. G. (1967)** Techniques modernes de la biscuiterie, patisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. 696
- 43) **KIGER J-L., KIGER J-G. 1967.** Techniques modernes de la biscuiterie, patisserie boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Dunod. Tome 1. Paris. 696 p-KITTISSOUP.,1995.Unnouveau paramètre alvéographique: l'indice d'élasticité (IC).
- 44) **-MAACHE-REZZOUG Z., ALLAF K., BOUVIER J. M. et TAYEB J. (1998)** Relation entre caractéristiques physiques et propriétés rhéologiques de la farine et de la pâte. Sciences des aliments. 18 : 267-281
- 45) **MANOHARR. S. and RAO P. H. (2002)** Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict

- biscuit quality. Food Research International. 35 : 807-813-**MEB, (2011)**. Baklava 8110RK082, Food and Beverage Services, pp.3-16.
- 46) MOHTADJI-LAMBALLAIS C.** (1989) Les aliments. Editions Maloine. Paris. 203 p.
- 47) Mousia Z , Edherly S, Severino S. Pandiella, Webb C.**Effect of wheat pearling on flour quality.Food Research International,2004, 449459.
- 48) nabi et hadjab** Analyse de la variabilité de la qualité physicochimique du blé tendre et de la Master Académique alité physicochimique et technologique de sa farine panifiable des moulins HODNA- M'sila UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA
- 49) Nicolau, F., (2006).** Logiciel XLSTAT version 7.0: Présentation générale du logiciel. Paris, p4-6.
- 50) Norme algérienne N.A. 11-32-1990 (I.S.O. 712):** Détermination de la teneur en eau.
- 51) Norme algérienne N.A.1188-1990 (I.S.O.5530-04):** Caractéristiques alvéographiques moyennes pour la panification.
- 52) Norme algérienne N.A.733-1990(I.S.O.2171):** détermination des cendres.
- 53) Norme algérienne N.A.735-1990 (I.S.O. 5531):** détermination du gluten humide.
- 54) Norme algérienne N.A.736-1990(I.S.O.6645):** détermination du gluten Sec.
- 55) out of just-about-right data.** Food Quality and Preference, 15: 891-899. DOI:10.1016/j.food qual.2004.04.015.
- 56) PETITOT M., ABECASSIS J., MICARD V., 2009.** Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. Food Science Technology, 20. 521-532p
- 57) Plaehn, D., (2009).** Understanding penalty analysis. Retrieved October 25, 5. Popper, R., Gibes, K., (2004). Workshop summary: Data analysis workshop: Getting the most
- 58) -POTUS J ., GALEY C ., VIGNAU C ., GARCIA R ., POIFFAIT A., et NICOLAS J ., 1994 .** Les oxydoréductases en panification . Industries des céréales,n° 115, p.p . 3-10.
- 59) Prédire la qualité biscuitière et boulangère des blés français, Ind. Des céréales, N°109.pp 3136.**
- 60) Quaglia G.B, (1988).** Other Durum Wheat Products. in Giuseppe F et Lintas C (1988) Durum Chemistry and Technology American Association of Cereal Chemists, Inc. Minnesota, USA. P 263 Ou (LADRAA, Nawal. Aptitude à la panification de quelques variétés de blé dur Algérien .2012Thèse de doctorat.
- 61) Qualité des blés et des farines dans le monde. L'Alvéographe Chopin. Ind. des céréales.** Volume: XXIV, Number:4, pp.8.
- 62) ROUSSEL P., LOISEL W., (2009).**Test de laboratoire. In: GODON B., LOISEL W., (1997). Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Ed. Tec et Doc. Lavoisier APRIA, 479 p.
- 63) Roussel, Philippe et Chiron, Hubert.,(2005):** Les Pains Français. Evaluation, qualité, production Conflandey : Maé-Erti Editeurs, 2005.
- 64) Saulnier L. Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles.** Cahiers de nutrition et diététique, 2012,415.
- 65) Schlich, P., (2007).** De la sensométrie à l'étude des préférences et des comportements alimentaires. Bourgogne., 323p.
- 66) -Şevkay, T. (2000).** Ottoman Kitchen. Istanbul, pp.124-227.

- 67) TALAMALIL, (2000).** La libération du marché des céréales en Algérie office algérien interprofessionnel des céréales OAIC Acte du premier symposium internationale sur la Filière blé , Alger , Algérie , P.11-18.
- 68)** Techniquedel'ingénieur.DécembreF6175-1.
- 69) VIERLINGE,(2003).**Aliments et boisson "filière et produit". Doin éditeurs, centre Régional de documentation pédagogique.(2eme édition). N°53.pp1526.
- 70) Yenket, R., Chambersiv,E., Adhikari, K., (2011).** A comparison of seven preference mapping techniques using four software programs. Journal of Sensory Studies, 26 (2): 135-150