



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université de Larbi Tébessi –Tébessa-



Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie

Département : Biologie appliquée.

MEMOIRE DE MASTER

Domaine: Science de la nature et de la vie

Filière: sciences biologiques

Option: qualité des produits et sécurité alimentaire

Thème:

Etude comparative des paramètres physico-chimiques, technologiques, rhéologiques et microbiologiques des différentes marques de semoule mises sur le marché de la commune de Tébessa

Présenté par:

Messaâdi Hibat allah

SAMAÏ Soumia

Devant le jury:

Président :	Boukoucha. M	MCB	université de Tébessa
Rapporteur :	Zouaoui. N	MAA	université de Tébessa
Examineur :	Smaali. S	MAA	université de Tébessa

Date de soutenance: 29/05/2016.

Note :..... Mention :.....

ملخص

ينقسم هذا العمل إلى قسمين:

- دراسة استطلاعية هدفها معرفة ما هي الماركات التجارية المفضلة و غير مفضلة من قبل النساء، وما هي المعايير التي يقوم عليها القول بأن هذا الدقيق جيد، أو لا و اختيار الدقيق المراد تحليله.
- دراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية (الرطوبة، نسبة الرماد، الأحماض الدهنية ونسبة البروتين)، والتكنولوجية، الريولوجية (الغلوتين الرطب، و الجاف و القدرة على تمدد الغلوتين)، وإجراء الاختبارات الميكروبيولوجية لأنواع الدقيق المستهدفة لتأكد ما إذا كان الدقيق المختار من نوعية جيدة أم لا كما تبديه نتائج الدراسة الاستطلاعية.
- وقد أجريت الدراسة لمدة ثلاثة أشهر من جانفي إلى مارس عام 2016، في مختبر مراقبة الجودة و علم الأحياء الدقيقة التطبيقية علم الأحياء من جامعة تبسة، التي تركز على نوعية 04 ماركات من الدقيق المتوفر في محلات بلدية تبسة، و الذي تم اختيارهم بناء على الدراسة نحو 60 امرأة: اثنتين من نوعية جيدة و اثنتين يعتبرون ذو نوعية رديئة.
- التحليلات الفيزيائية والكيميائية، التكنولوجية، الريولوجية والميكروبيولوجية على الدقيق المختار، بينت أن أربع أنواع الدقيق مطابقة للمعايير، وان وهناك علاقة طردية بين نسبة الغلوتين الجافة و نسبة البروتين و علاوة على ذلك، أظهر تحليل اختبار التباين (ANOVA) أن هناك فرق كبير بين نوعي الدقيق اللذان . يعتبران ذو نوعية جيدة " عمر بن عمر و سفينة " واللذان يعتبران ذو نوعية رديئة . "كركلا والعوينات" في ما يتعلق بمعايير : نسبة البروتين، و الغلوتين و تمدد الغلوتين.
- نتائج الدراسة التجريبية تؤكد نتائج الاستطلاع: أن الدقيق " عمر بن عمر وساقينة " هي الماركات ذو النوعية الجيدة لأنها ترضي المستهلك و مطابقة للمعايير و دقيق "كركلا والعوينات" هي الماركات ذو النوعية الرديئة .

Abstract

This work is divided on two parts:

- Investigation ; whose purpose is to know what are the popular brands that are appreciated by women and those who are not appreciated, besides what are the criteria that helped them to decide which is the best quality of Semolina.
- A physicochemical study of the following parameters (moisture content, ash content, fat acidity and protein), in addition to a technological and rheological study that is concerned with (wet gluten and dry hydration capacity and gluten extensibility), and a microbiological study to the semolina, whose main purpose is to identify whether these semolina brands are good or not as indicated by the survey results.

The conducted study took three months, from January to March 2016, at the University of Tébessa in the laboratory of quality control and the Applied microbiology, it focuses on the quality of the main four semolina qualities that are traded in the community of Tébessa, and which we have chosen after an organized investigation which targeted about 60 women. The latter were asked a set of questions that helped us to distinguish the two good qualities from poor ones.

The analyses that were performed on the semolina brands are as next Physico-chemical, technological, rheological and mycological ones, therefore, it is clear that the four brands are reconcilable with the standards in the majority of the studied parameters. The same analyses showed a positive correlation between dry gluten content and protein content.

Furthermore, the analysis of variance test (ANOVA) indicated that there is a significant difference between the considered good semolina "Amor Benamor and Safina" and those that are considered poor qualities "Karakala and El-Aouinet" regarding the criteria of : protein content, gluten and gluten extensibility.

The results of the experimental study confirm those of the investigation, quencequently, both semolina "Amor Benamor and Safina" are good, as they respond to women's demands and standards. However, "Karakala and El-Aouinet" semolina are not concedered good qualities.

Keywords: couscous, technological quality protein, gluten

Résumé

Le présent travail est divisé en deux parties :

- Une enquête ; dont l'objectif est de connaître quelles sont les marques de semoule appréciées et non appréciées par les femmes et quelles sont les critères sur les quelles elles se basent pour dire que cette semoule est de bonne qualité, et en fin de choisir les semoules étudiées.

- Une étude des paramètres physico-chimiques (taux d'humidité, taux de cendres, acidité grasse et taux des protéines), technologiques, rhéologiques (gluten humide et sec, capacité d'hydratation et extensibilité du gluten), et microbiologiques des semoules ciblées par l'enquête, dont l'objectif essentiel est de mettre en évidence si ces semoules sont de bonne qualité ou non comme l'indique les résultats de l'enquête.

L'étude a été réalisée durant trois mois de janvier à mars 2016, au niveau du laboratoire de contrôle de qualité et microbiologie de la biologie appliquée de l'université de TEBESSA, elle porte essentiellement sur la qualité de 04 semoules commercialisées dans la commune de TEBESSA, que nous avons choisies sur la base d'une enquête au près de 60 femmes : deux considérées de bonne qualité et deux considérées de mauvaise qualité.

Des analyses physico-chimiques, technologiques, rhéologiques et mycologiques ont été effectuées sur ces semoules, et il apparaît clairement que les quatre semoules sont conformes aux normes concernant la majorité des paramètres étudiés. Et il existe une corrélation positive entre le taux de gluten sec et la teneur en protéines.

Par ailleurs, le test d'analyse de la variance (ANOVA) a montré qu'il existe une différence significative entre les semoules considérées de bonne qualité « Amor Benamor et Safina » et celles considérées de mauvaise qualité « Karakala et El-aouinet » concernant les critères : teneur en protéines, en gluten et extensibilité du gluten.

Les résultats de l'étude expérimentale confirment ceux de l'enquête car les semoules « Amor Benamor et Safina » sont de bonne qualité, puisqu'elles répondent aux exigences des femmes et aux normes questionnées et les semoules « Karakala et El-aouinet » sont de mauvaises qualités.

Mots clés : semoule, qualité technologique, Protéines, gluten

Remerciements

On tient à remercier en premier lieu ALLAH, le tout Puissant de m'avoir donné courage, santé et patience pour achever ce travail (ELHAMDOU LILLAH).

On exprime nos vifs remerciements à Messieurs l'encadreur ZOUAOUI.N pour son encadrement sa confiance, ses efforts et sa patience lors de la correction du manuscrit.

Nos remerciements sont adressés aux membres de Jury qui ont bien voulu accepter de juger ce modeste travail :

Monsieur BOUKAZOUL. M qui a fait l'honneur de présider ce Jury ; et Madame SMAALI. S qui nous a honoré de bien vouloir examiner ce travail.

Enfin, nos remerciements sont aussi s'adressés à tous les gens qui nous ont aidés à réaliser se modeste travail.

Dédicace

*Je dédie ce travail en premier lieu à mes parents
qui me
sont très chers en témoignage à leur soutien pendant toute
ma vie car aucun mot ne pourra exprimer ma haute gratitude
et profonde affection.*

Je le dédie aussi :

*A mon marié «Loucif», mes enfants « Rania et Mouiz», sans oublier
mes sœurs, mon frère
Et a toutes les personnes qui ont
contribué à la
réalisation de ce travail.*

Soumia



Dédicace

*Je dédie ce travail en premier lieu à mes parents
qui me
sont très chers en témoignage à leur soutien pendant toute
ma vie car aucun mot ne pourra exprimer ma haute gratitude
et profonde affection.*

Je le dédie aussi :

*A mes sœurs, mes frères et mon fiancé
et à toute la famille, sans oublier
mes amis proches.*

*Et à toutes les personnes qui ont contribué à la
réalisation de ce travail.*

Hibat allah



Table des matières

ملخص

Abstract

Résumé

Dédicace

Remerciements

Introduction

Chapitre I : Caractéristiques et importance du blé dur

I. Caractéristiques botanique et origines de blé dur	4
I.1. Caractéristiques botanique	1
I. 2 Origines du blé dur	1
I.2.1. Origines génétique	1
I.2.2. Origine géographique	1
II. Caractéristiques morphologique et histologique du grain de blé dur	2
II.2. Caractéristique morphologique	2
II.3. Structure histologique du grain de blé dur	2
II.3.1. Péricarpe ou enveloppe	2
II.3.2. Endosperme ou amande	3
II.3.3. Germe ou embryon	3
III. Composition biochimique du blé	4
III.1. Protéines	4
III.2. Glucides	4
III.3. Lipides	4
III.4. Minéraux et vitamines	4
III.5. Eau	5
IV. Flore mycologique du blé	5
IV.1. Moisissures	5
IV.1.1. Flore des champs	5
IV.1.2. Flore intermédiaire	5
IV.1.3. Flore de stockage	5
V. Importance du blé dur	6
V.1. Dans le monde	6

V.2. Importance en Algérie	8
-----------------------------------	----------

Chapitre II : Caractéristiques, technologie et qualité de la semoule

I. Définition de la semoule	10
II. Composition chimique de la semoule	10
II.1. Glucides	10
II.3. Protéines	11
II.4. Pentosanes	11
II.5. Les lipides	11
II.6. Enzymes	12
II.7. Vitamines	12
II.8. Minéraux	12
III. Technologie de transformation du blé dur en semoules : « semoulerie »	12
III.1. Nettoyage	13
III.1.1. Objectifs de nettoyage	13
III.1.2. Phases (opérations) de nettoyage	13
III.1.2. Le séparation dimensionnelle ou densimétrique	13
III.1.2.2. Le magnétisme	13
III.1.2.3. Le triage	13
III.1.2.4. Nettoyage des surfaces	13
III.2. Préparation des blés à la mouture et conditionnement	14
III.3. Mouture de blé	14
III.3.1 Principes de la mouture	14
III.3.2 Différentes phase de la mouture	14
III.3.2.1 Broyage	14
III.3.2.2 Tamisage ou blutage	14
III.3.2.3. Sassage	14
III.3.2.4 déagrégage	14
IV. Différents types de semoule	15
IV. Critères de qualité de la semoule	15
V. Flore mycologique de la semoule	16

Chapitre III : Matériels et méthode

I. Enquête	17
-------------------	-----------

II. Etude expérimentale	17
II.1. Paramètres physico-chimiques	19
II.1.1. Taux d'humidité (teneur en eau)	19
II.1.2. Taux de cendre	20
II.1.3. L'acidité grasse	21
II.1.4. Teneur en protéines	24
II.2. Paramètres rhéologiques et technologiques	25
II.2.1. Teneur en gluten humide	25
II.2.2. Gluten sec	27
II.2.3. Capacité d'hydratation	27
II.2.4. Extensibilité du gluten	27
II.3. L'analyse microbiologique	28
Chapitre IV : Résultats et discussion	
I. Présentation des résultats de l'enquête	32
I.1. Identification et renseignements personnels	32
I.1.1 Age	32
I.1.2 Niveau d'instruction	32
I.1.3 Profession	33
I.2. Renseignement sur la qualité de semoule	33
I.2.1. Fréquence de consommation de la galette	33
I.2.2. Utilisation de semoule : « supérieure » ou « courante »	33
I.2.3. Semoules préférées par les femmes	34
I.2.4. Semoules détestées par les femmes	34
I.2.5. Maîtrise de la préparation de la galette	35
I.2.6 Détermination de la qualité des semoules	35
I.2.6.1 Aspect visuel	36
I.2.6.2 Au cours pétrissage	37
I.2.6.3 Après cuisson	38
II. Résultats des études expérimentales.	39
II.1. Résultats des paramètres physico-chimiques	39
II.1.1. Taux d'humidité (teneur en eau)	39
II.1.2. Taux de cendre	40
II.1.3. L'acidité grasse	41

II.1.4. Taux de protéines	42
II.2. Résultats des paramètres technologiques et rhéologiques	43
II.2.1. Gluten humid	43
II.2.2. Gluten sec	45
II.2.3. Capacité d'hydratation	46
II.2.4. Extensibilité du gluten	47
II.3. Corrélation entre le taux des protéines et le taux de gluten	48
VI. Résultats des paramètres microbiologiques	49
Conclusion	
Annexes	
Références bibliographiques	

Liste des tableaux

Tableau N°	Titre	Page
01	composition de la semoule en vitamines.	12
02	composition moyenne en minéraux de la semoule.	12
03	Analyse de la variance taux d'humidité des 04 semoules.	39
04	Analyse de la variance du taux de cendre des 04 semoules.	41
05	Analyse de la variance de l'acidité grasse des 04 semoules.	42
06	Analyse de la variance pour la teneur en protéines des 04 semoules.	43
07	Analyse de la variance du taux de gluten humide des 04 semoules.	45
08	Analyse de la variance du taux de gluten sec des 04 semoules.	45
09	Analyse de la variance de la capacité d'hydratation des 04 semoules.	49
10	extensibilité du gluten des quatre semoules	49
11	Caractères cultureux des isolats de moisissures.	50
12	Caractères microscopiques des souches de moisissures.	52

Liste des Figures

Figure N°	Titre	Page
01	Coupe longitudinale présentant les constituants d'un grain de blé.	3
02	Quelques moisissures rencontrées dans le grain de blé, observation au microscope optique (x100).	6
03	les principaux pays exportateurs de blé dur dans le monde.	7
04	Evolution de la production céréalière (2000-2012).	9
05	Les différentes catégories d'âge.	32
06	Niveau d'instruction des femmes.	32
07	Profession des femmes.	33
08	fréquence de consommation de la galette.	33
09	Utilisation de la semoule supérieure ou normale.	34
10	les semoules préférées.	34
11	les semoules de mauvaise qualité.	35
12	la maîtrise de la préparation de la galette.	35
13	détermination de la qualité des semoules.	36
14	les caractéristiques de la semoule dans l'aspect visuel.	36
15	les caractéristiques de la semoule au cours pétrissage.	37
16	les caractéristiques de la semoule après cuisson.	38
17	Taux d'humidité des 04 semoules.	39
18	Taux de cendre.	40
19	L'acidité grasse.	41
20	Taux de protéines.	43
21	Taux de gluten humide.	44
22	Taux de gluten sec.	45
23	Capacité d'hydratation.	46
24	Corrélation entre le taux des protéines et le taux de gluten.	49
25	Observations macroscopiques des isolats de moisissures.	51
26	Observations microscopiques des souches de moisissures.	53

Liste des abbreviations

FAO: Food and Agriculture Organization

NF: norme française

USA: United States of America

g : Gramme

cm: Centimètre

µm : micromètre

l : litre

ml : millilitre

ms : Matière sèche

Mt : millions de tonnes

N : Teneur en azote totale

F: constante de ficher

DDL : degré de liberté

Pr : probabilité d'erreur

ANOVA : Analyse de la variance

SG-HPM: Sous Unité Gluténique de Haut Poids Moléculaire

SG-FPM: Sous Unité Gluténique de Faible Poids Moléculaire

Introduction

Dans tous les pays du Monde, les céréales constituent la base de l'alimentation humaine en tant que source protéique et énergétique. Environ 70% des surfaces ensemencées sont consacrées à la culture des céréales [1].

Les céréales fournissent 57% des protéines consommées, contre 23% apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que 20% par les produits animaux [2].

Les céréales et leurs dérivées constituent l'une des bases importantes de l'agroalimentaire en Algérie. Cette importance est due au mode et aux habitudes alimentaires de la population [3].

Grâce à sa valeur nutritionnelle élevée et à ses qualités technologiques (teneur élevée en protéines, pigments caroténoïdes et ténacité du gluten), le blé dur est utilisé pour la fabrication de semoule, elle-même destinée à l'obtention de pain ou galette, pâtes alimentaires, couscous industriel... etc [4].

La notion de qualité de semoule est complexe, elle est conditionnée par les habitudes alimentaires, les technologies de transformation utilisées [5], elle doit répondre à des critères nutritionnels, hygiéniques et organoleptiques [6].

Dans la région de Tébessa, nous avons remarqué qu'il existe un grand nombre de produits d'industries agro-alimentaire mis sur le marché et parmi ces produits, les semoules.

Le consommateur se trouve devant plusieurs marques de semoule et il hésite entre le choix de la marque ou bien la qualité de produit.

A cet égard, nous avons mené une étude comparative de la qualité de différentes marques de semoule commercialisées et consommées par la population de la commune de TEBESSA, et pour cela nous avons effectué :

- Une étude bibliographique sur les Caractéristiques et l'importance du blé dur, les Caractéristiques, technologie et la qualité de la semoule.
- Une enquête, dont l'objectif est de choisir les semoules à étudier et de connaître les critères utilisés par les femmes pour évaluer la qualité d'une semoule.
- Une étude expérimentale comportant des : analyses physico-chimiques, technologiques et mycologiques sur les semoules choisies pour mettre en évidence si le consommateur a une notion sur la qualité de la semoule et si les marques qui se trouvent dans le commerce sont de bonne qualité ou non.
- Et en fin une conclusion

I. Caractéristiques botanique et origines de blé dur

I.1. Caractéristiques botanique

Le blé est une plante herbacée monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminées. Les deux espèces dominantes sont le blé tendre et le blé dur. Ce fruit sec est constitué d'une graine unique. Sur l'épi, le grain est entouré d'enveloppes qui n'adhèrent pas à la graine et qui sont éliminées au moment du battage [18].

I.2. Origines du blé dur

I.2.1. Origines génétique

L'origine génétique du blé dur remonte au croisement réalisé entre deux espèces ancestrales : *Triticum monococcum* et une graminée sauvage *Aegilops speltoides*.

Le blé dur est appelé *Triticum durum* à cause de la dureté de son grain. Il possède, à l'inverse des espèces ancestrales originaires de Syrie et de Palestine, $2n=4x=28$ chromosomes.

Le genre *Triticum* est divisé en cinq espèces [19]:

- *T. monococcum* (L) MK $2n=14$, génomes AA.
- *T. turgidum* (L) Thell $2n=28$, génomes AABB.
- *T. timopheevi* (Zuhk) MK $2n=28$, génomes AABB.
- *T. aestivum* (L) Thell $2n=42$, génomes AABBDD.
- *T. zhukovskyi* (Men et Er) $2n=42$, génomes AAAABB.

I.2.2. Origine géographique

Le moyen orient serait le centre géographique d'origine à partir duquel l'espèce *Triticum durum* s'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont : le bassin occidental de la Méditerranée, le sud de la Russie et le Proche Orient. Chaque centre a donné naissance à des groupes de variétés botaniques possédant des caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologiques spécifiques ; L'Afrique du Nord est considérée comme centre secondaire d'après la classification de l'espèce [10].

Les blés cultivés sont apparus, il y a une dizaine de milliers d'années en Mésopotamie [10].

Suite aux découvertes archéologiques, leur domestication remonterait au VII^e millénaire avant JC. Ils étaient cultivés en mélange avec l'orge et l'en grain dans l'ancienne Egypte, affirment que la domestication du blé diploïde s'est produite dans le Nord du croissant fertile (voir figure 3) au proche Orient et que le blé tétraploïde a été domestiqué dans le bassin de Jourdain et ensuite été diversifié dans les centres secondaires aux plateaux éthiopiens, le bassin méditerranéen et le Transcaucasie.

Les espèces de blé dur (dont le nombre est de 84 espèces) proviennent des espèces parentales primitives dont l'origine est le bassin méditerranéen. Il ajoute que le blé dur a été cultivé dans plusieurs régions du monde, le pourtour du bassin méditerranéen, le moyen orient, l'Europe occidentale, l'URSS et, qu'il couvrait également de grand étendus en Amérique du Nord et en Argentine [21].

II. Caractéristiques morphologique et histologique du grain de blé dur

II.2. Caractéristique morphologique

Le grain de blé est un caryopse, caractérisé par une brosse et parcouru en surface par un sillon longitudinal dont le repli atteint parfois le cartier médian du grain [1].

Le grain de blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur. A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse. Le grain de blé 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 [10].

Par ailleurs, la couleur de blé varie du roux au blanc en rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture et le climat [22].

II.3. Structure histologique du grain de blé dur

D'après EMILLIE (2007) [21], le grain de blé se compose de trois parties (figure 3) : la péricarpe ou enveloppe, l'endosperme ou amande et le germe ou embryon.

II.3.1. Péricarpe ou enveloppe

C'est la pellicule cellulosique, son rôle est la protection de la graine au cours de sa formation dans l'épi et limite aussi l'entrée des moisissures et des bactéries ; par contre elle permet le passage de l'air et l'eau [1].

Elles donnent le son en semoulerie. Elles sont d'épaisseur variable et sont formées de trois groupes de téguments soudés [24]:

- Le péricarpe ou tégument du fruit constitué de trois assises cellulaires :
 - Epicarpe, protégé par la cuticule et les poils.
 - Mésocarpe, formé de cellules transversales.
 - Endocarpe, constitué par des cellules tubulaires
- Le tégument de la graine constituée de deux couches de cellules.
- L'épiderme du nucelle appliqué sur l'albumen sous-jacent.

II.3.2. Endosperme ou amande

L'albumen occupe presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon [1], autour desquels apparaissent les filaments de protéines dont l'épaisseur est de l'ordre du μm . on distingue des gros grains qualifiés d'amidon A (20 - 40 μm) et des petits grains ou amidon B ($< 10\mu\text{m}$) il contient l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination, et composé aussi de la couche à aleurone [25].

II.3.3. Germe ou embryon

Le germe est formé de deux parties principales, l'embryon et le scutellum situé à l'interface avec l'albumen amylicé. Le germe est éliminé dans les semoules courantes par les techniques actuelles de mouture sur cylindres et se retrouve dans les tissues (son et remoulages) [25].

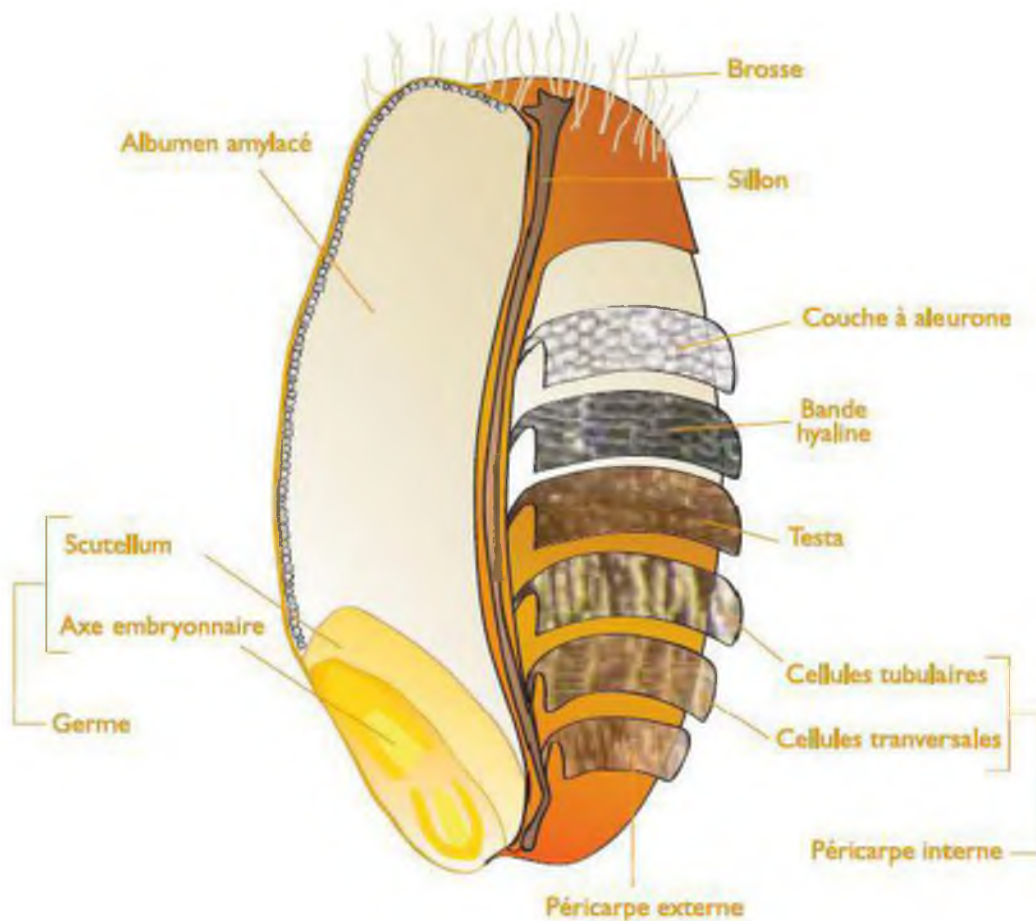


Figure 01 : Coupe longitudinale présentant les constituants d'un grain de blé [26].

III. Composition biochimique du blé

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70 %), de protéines (10 à 15 %) et les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques pourcentages seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines [20].

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 [20].

III.1. Protéines

Le grain de blé dur est constitué d'environ 12% de protéines, les gliadines et les gluténines représentent 80 à 95 % des protéines insolubles du blé et forment ensemble le gluten ; le reste est constitué par des protéines solubles telles ; l'albumine et des globulines. Elles sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires [27].

Par ailleurs, d'une part sur le plan quantitatif la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante et d'autre part sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, certaines d'entre elles, insolubles dans l'eau (gliadines, gluténines) s'associent en milieu hydraté pour former le gluten, l'agglutination de protéines confère au produit des propriétés visqueuses et élastiques [25].

III.2. Glucides

La fraction importante des glucides est représentée par l'amidon d'environ 60 à 70% du grain et ainsi d'autre pentoses et matières cellulosiques [28].

III.3. Lipides

Les grains de blé sont pauvres en lipides, sa teneur en lipides est d'environ 2,7%. 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 [20].

Les lipides jouent un rôle de lubrifiant émulsifiant et production de composés volatiles des pâtes en association avec le gluten et l'amidon lors du pétrissage, et par conséquent sur la qualité du produit fini [27].

III.4. Minéraux et vitamines

Le blé a une grande variation en matière de minéraux à savoir : le potassium (340mg/100g) ; phosphore (400mg/100g) ; calcium (45mg/100g) ; sodium (8mg/100g). La

graine de blé est également riche en vitamines notamment celles du groupe B à savoir B1, B2, B3, B6, B9 [29].

III.5. Eau

Le pourcentage du blé en eau varie selon la variété et le temps de récolte. Il est d'environ 13,5%, ce pourcentage a deux effets différentes : Il permet d'une part une aptitude de stockage à long durée et inhibe d'autre part le développement des micro-organismes notamment les moisissures [30].

IV. Flore mycologique du blé

La flore mycologique accompagne normalement les grains sains, Celle qui se développe au cours du stockage se caractérise par la succession de deux types écologiques : de nouvelles espèces dites de stockage, prenant l'avantage sur les espèces champêtres [20].

IV.1. Moisissures

IV.1.1. Flore des champs

Les grains de blé sont contaminés par les microorganismes dans le champ, et cette microflore est dominée par des moisissures, dite « flore des champs » [31]. Les genres les plus rencontrés sont: *Alternaria* (le plus fréquent), *Fusarium*, *Cladosporium*, *verticillium*,....

Cette flore est bien adaptée à des changements rapides des conditions dans le champ. Elle exige des activités en eau relativement élevées pour une croissance optimale [32].

En fonction des conditions précises, ces champignons peuvent se nourrir lentement au cours du stockage et peuvent survivre pendant de longues périodes. La survie de cette flore est plus longue à basse température et à faibles niveaux d'humidité [33].

IV.1.2. Flore intermédiaire

La flore intermédiaire est une catégorie à comportement plus diversifié et regroupe des moisissures capables d'un développement limité, en début de stockage, en condition particulière et notamment sur grains insuffisamment secs. Les genres les plus rencontrés sont : *Cladosporium*, *Rhizopus*, *Absidia* et *Mucor* [34].

IV.1.3. Flore de stockage

Les moisissures des grains de blé stockés sont présentes sous forme de mycélium dormant sous le péricarpe ou spores en dormance sur la surface du grain. Cependant, un certain nombre de moisissures sont superficiellement associées aux grains stockés. Les principaux genres rencontrés sont : *Aspergillus* et *Penicillium* et, en raison de leurs capacités

de se développer sur tous substrats possibles et dans une large gamme de température et d'humidité [32]:

- **Genre *Aspergillus*** : Dans le blé stocké, les moisissures du genre *Aspergillus* se multiplient d'autant plus rapidement que la température (jusqu'à 40°C) et l'activité de l'eau sont élevées [20]. Les espèces d'*Aspergillus* les plus fréquemment observées dans le grain de blé stocké sont surtout : *Aspergillus niger* et *Aspergillus fumigatus* [34].

- **Genre *Penicillium*** : Les moisissures de ce genre sont moins fréquentes avant la récolte mais commencent à croître rapidement pendant le stockage, quand les conditions appropriées sont réunies. Elles se développent même lorsque la teneur en eau est relativement basse, mais elle doit être au dessus d'un seuil de 14% environ et d'un taux d'humidité de 75% [1].

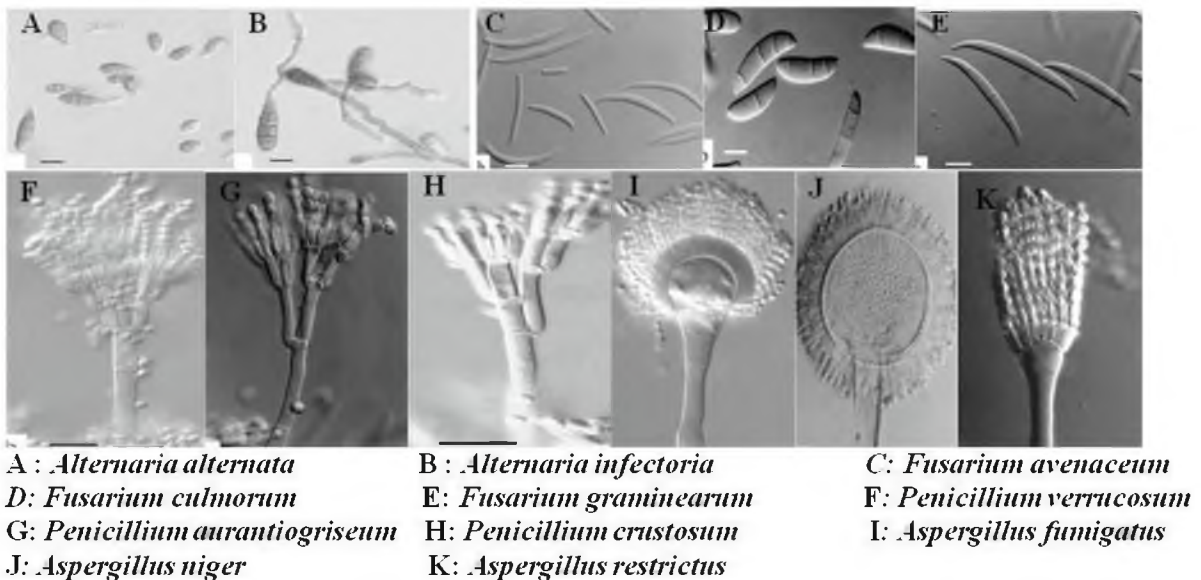


Figure 02: Quelques moisissures rencontrées dans le grain de blé, observation au microscope optique (x100) [35].

V. Importance du blé dur

V.1. Dans le monde

Les céréales occupent une place très importante comme source d'alimentation humaine et animale dans le monde [7]. Elles représentent les principales productions agricoles dans les pays méditerranéens avec plus de 50% des surfaces cultivées [8] et elles contribuent dans ces pays de 35 à 50% des apports caloriques de leur ration alimentaire [7]. Parmi ces céréales : le blé dur, qui occupe une place importante dans le monde, dont le grain sert à la production des pâtes alimentaire, de couscous, pain, frik, et divers gâteaux [9].

La production mondiale de blé est en progression constante, et les échanges qui se multiplient entre les régions du monde font de cette céréale l'un des principaux acteurs de l'économie mondiale. Elle est l'une des céréales les plus cultivées et les plus consommées dans le monde [10].

Selon la FAO (2007) [11], la superficie annuelle moyenne consacrée seulement pour le blé dur est de 18 millions d'hectares. Elle représente de 8 à 10 % des terres total réservées aux blés, avec une production mondiale annuelle moyenne de 27.57 Mt durant la période 1994 - 2007. Cette production est surtout localisée dans le bassin méditerranéen d'une part (Europe du Sud, Moyen orient, Afrique du Nord), et en Amérique du Nord d'autre part (Canada central et Nord des USA), où est produit le quart du blé dur mondial [10]. L'Union européenne se trouve dans la première place avec une moyenne de 8.07 Mt, suivi par Canada avec une production moyenne de 4.61 Mt, suivi d'USA avec une production de 2.67 Mt. Ces trois derniers pays fournissent près de 56 % du blé dur produit dans le monde. Ils sont les principaux pays exportateurs de blé dur dans le monde.

Le Conseil international des céréales (CIC) [12], lors de la campagne 2007/2008, a estimé une production mondiale inférieure à celle de 2006/2007 de l'ordre de 33.1 Mt, cette baisse est due principalement aux faibles productions de l'UE, avec un prix augmentant considérablement à cause de la diminution des stocks de l'ordre de 50% chez les principaux exportateurs de blé dur (figure 01).

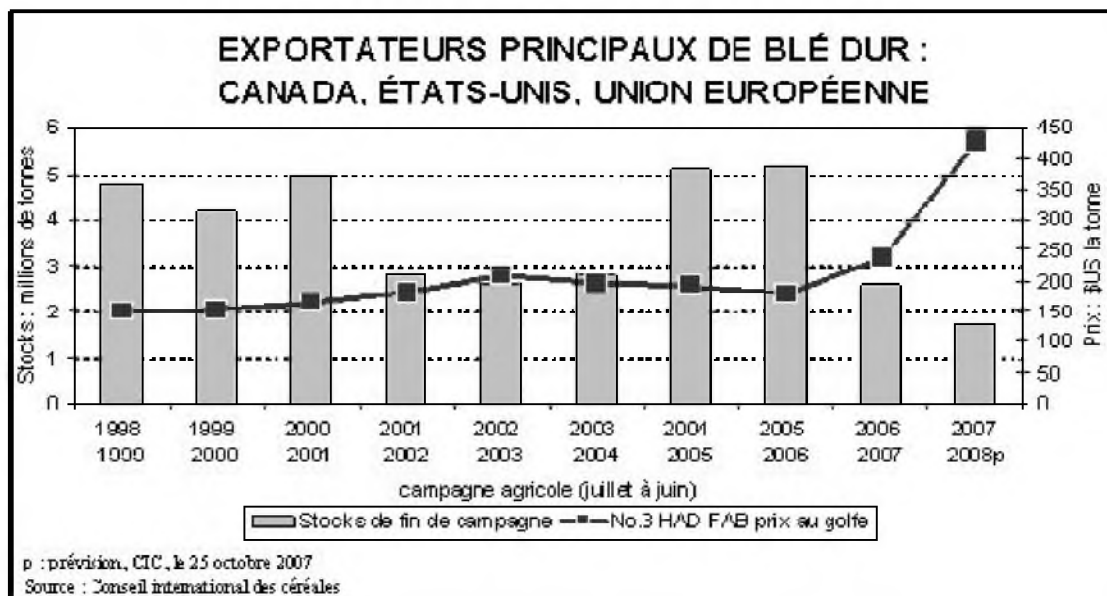


Figure 03 : les principaux pays exportateurs de blé dur dans le monde [12].

V.2. Importance en Algérie

L'importance de la filière céréaliculture en Algérie revient aux modes et aux habitudes alimentaires de la population qui est basées essentiellement sur la consommation des céréales sous toutes ses formes, notamment la semoule (pain, pâte, coucous, galette de pain..), et la farine (Pain) [3].

La consommation alimentaire humaine des céréales occupe 60% de la ration alimentaire moyenne en Algérie (contre 25 à 30% en Europe), elle est évaluée à 200 kg équivalent grain/ an/ hab [4]. L'Algérie est la 5^{ème} dans le classement mondial de consommation des céréales [13].

Depuis 1962, la consommation du blé en Algérie a été multipliée par 5 pour consommer en 2010 les 1.3% de la production mondiale. Cette augmentation est due au changement des habitudes alimentaires, à l'élévation des niveaux de vie et ainsi à l'accroissement démographique [14].

Ces grands défis de l'agriculture algérienne, oblige l'état pour répondre aux besoins de la population à importer du marché international. De 1995 à 2005 le marché Algérien a absorbé, en moyenne annuelle, 4244903 tonnes de blés dont 70,44% de blé dur, soit 2990265 tonnes représentant une valeur de 858 millions de dollars, dont 60,36% de blé dur soit une facture de 578 millions de dollars [15].

La culture des céréales et plus particulièrement celle du blé dur, a été, et restera l'activité principal de l'agriculture algérienne avec une surface agricole utile de 8423340 ha [15] ; dont le blé dur occupe près de 18% de cette surface en 2008 et qui a augmenté en 2009 à 37.7% avec un taux d'accroissement de 74%.

La production des céréales en Algérie et notamment le blé dur est marquée par des fluctuations permanentes (figure 02), le minimum a été enregistré dans la campagne 2007/2008 d'environ 0.8 million de tonnes, suivi par une production maximale dans la campagne 2008/2009 d'environ 2 millions de tonnes.

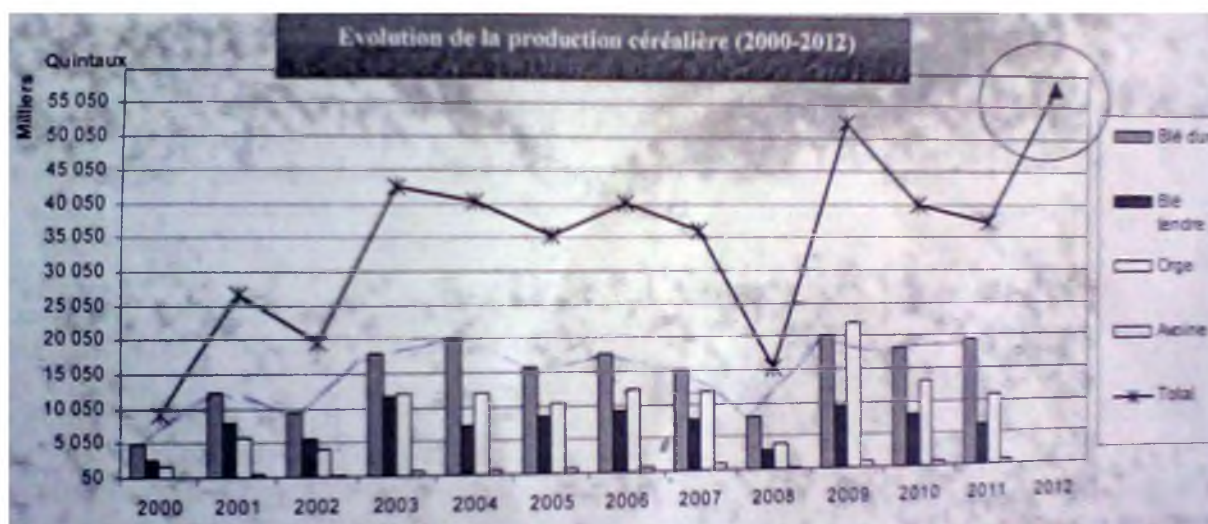


Figure 04 : Evolution de la production céréalière (2000-2012) [17].

Ces fluctuations peuvent être d'ordre climatique et rapporté le plus souvent au déficit hydrique qui représente le stress le plus sévère auquel la culture de blé dur fait face dans les conditions de productions des zones arides et semi-arides, ou d'ordre technique justifié par la faible maîtrise de l'itinéraire technique [14], et à certaines tendances socio-économiques comme l'exode rural et la priorité donnée à l'industrie durant les années 1970 qui ont marqué durablement la céréaliculture algérienne [10].

I. Définition de la semoule

La semoule est définie par le *Codex Alimentarius* (1995) [36] 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 ».

Selon FORTIN (1996) [37], le terme semoule désigne le produit obtenu par la mouture des grains de blé. Il désigne également plus précisément la farine granulée tirée du blé dur et dont on se sert pour fabriquer les pâtes alimentaires. La semoule est aussi transformée en couscous, terme qui désigne aussi bien la graine que le plat national de trois pays d'Afrique du Nord, à savoir l'Algérie, le Maroc et la Tunisie.

II. Composition chimique de la semoule

La semoule est issue de l'endosperme amylicé (albumen) de grain de blé dur [1] donc sa composition chimique est étroitement liée à celle du blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction) [38]. 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 réducteurs. Elles contiennent aussi des pentosanes avec un pourcentage de 1,5 à 3% [39].

II.1. 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 [40], et peut atteindre 82% de la matière sèche de la semoule de blé [41].

D'après KIGER (1967) [42], du point de vue technologique, cette fraction glucidique joue un triple rôle :

- Elle constitue la source d'aliments hydrocarbonés nécessaires 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 saveur des produits cuits ; c'est l'un des éléments de la réaction de Maillard.
- Elle joue un rôle non négligeable dans les caractéristiques mécaniques et la texture des produits cuits

II.3. Protéines

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 [1]. 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 (gléadines et gluténines) 80 à 85% restent insolubles [27].

Les gléadines apportent au gluten des caractéristiques visqueuses et les gluténines lui confèrent ses caractéristiques élastiques, sa cohésion et sa résistance aux déformations [25].

La teneur en protéines est la partie responsable de la qualité culinaire, plus le pourcentage des protéines est élevé meilleure pour la qualité des pâtes cuites [43].

La structure et la composition des protéines en acides aminés leur confèrent des propriétés fonctionnelles [25].

II.4. Pentosanes

Les pentosanes sont beaucoup moins abondants que l'amidon, ce sont des arabinoxylyanes (polymères de xylose) possédant une propriété de gélification exceptionnelle et des oxydases. Les pentosanes se distinguent 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 [1].

Malgré leur présence en faible quantité 2 à 3% dont 20 à 40% hydrosolubles, ils ont été fortement étudiés vu l'importance de leur rôle dans les propriétés rhéologiques de la pâte jouant un rôle important dans la couleur jaune des pâtes alimentaires [39].

II.5. Les lipides

Les principales matières grasses de la semoule sont des acides gras (acide palmitique, stéarique, oléique, linoléique), des glycérides simples (principalement des triglycérides, mais également des mono et des diglycérides) et phospholipides [20].

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 libres (poly-insaturés) facilement oxydables et l'hydrolyse ; les lipides liés aux protéines du gluten rend

celui-ci plus cassant, plus élastique et conduit à une perte des propriétés de rétention gazeuse au cours de la fermentation des pâtes [25].

II.6. 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 (une phosphatase), de peroxydase et de catalyses [1].

Les enzymes les plus importantes sont les amylases, qui permettent la transformation de l'amidon en sucres qui pourront servir de substances nutritives pour les levures lors de la fermentation [44].

II.7. Vitamines

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

Tableau01 : composition de la semoule en vitamines [40].

Vitamines	E	B1	B2	B3	B6	B9	C
Quantité (mg/100g)	14	0,48	0,20	5,1	0,5	50µg	/

II.8. Minéraux

La semoule contient 20% de matière minérale totale du blé (tableau 02) à savoir : le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium et le soufre ; ce dernier est d'une certaine importance parce qu'il entre dans la composition de certains acides aminés comme la méthionine et la cystéine. [45]. La mouture permet donc d'éliminer une grande partie (2/3 environ) [30].

Tableau02 : composition moyenne en minéraux de la semoule (en mg/100g de matières sèche) [46].

	potassium	phosphore	fer	calcium	Magnésium
semoule	193	143	01	20	40

III. Technologie de transformation du blé dur en semoules : « semoulerie »

L'art de la mouture est d'isoler l'albumen amylicé du grain exempt des parties périphériques (enveloppes et couche à aleurone) et du germe avec le meilleur rendement possible et à moindre coût, tout en maîtrisant les propriétés des produits obtenus [20].

La transformation des blés en semoules se déroule en 03 étapes principales :

- Nettoyage.
- Conditionnement.
- mouture proprement dite.

III.1. Nettoyage

III.1.1. Objectifs de nettoyage

Les grains de blés doivent être débarrassés de toutes leurs impuretés avant d'être envoyés au broyage. L'objectif du nettoyage [20] est :

- D'éliminer les corps étrangers (pailles, pierres, pièces métalliques.....etc.).
- D'éliminer graines contaminants (grains d'autres céréales : avoine, maïs... etc).
- La décontamination microbiologique est un autre objectif parfois recherché.

III.1.2. Phases (opérations) de nettoyage

Selon FEILLET, (2000) [20] et DOUMANDJI et al, (2003) [45], le nettoyage de blé passe par les étapes suivantes :

III.1.2.1. Le séparation dimensionnelle ou densimétrique

Cette étape a pour but d'enlever les impuretés de taille nettement différentes. La séparation se fait par des tamis (calibreurs) munis d'un mouvement de va et vient, qui permet d'éliminer les gros et les fins déchets.

III.1.2.2. Le magnétisme

On applique un champ magnétique à l'aide d'un aimant, ce qui va permettre l'attraction et l'élimination des corps de nature métallique.

III.1.2.3. Le triage

L'une des plus importantes opérations au cours du nettoyage, son but consiste à enlever les impuretés présentes dans le blé et qui présente le même diamètre que les grains de blé mais dont la longueur est différente : les graines longue (avoine) ou rondes (vesce). Les machines utilisées sont les trieurs.

III.1.2.4. Nettoyage des surfaces

Elle permet d'enlever les poussières qui se maintiennent à l'intérieur du sillon de la graine et pour cela on utilise des brosses en position horizontale ou verticale.

III.2. Préparation des blés à la mouture et conditionnement

Les grains de blé dur triés sont ensuite conditionnés (Mouillage) afin de faciliter la séparation du son de l'amande et le broyage de celle-ci. Au départ, le grain de blé dur possède une teneur en eau égale à 11 ou 12% puis le grain est humidifié jusqu'à 16 ou 17%. L'humidification se fait de préférence en trois étapes avec des temps de repos courts [25], pour la fabrication de la semoule à partir de blé dur les temps de repos ne doivent pas dépasser les 48 heures et de plus de ne pas ajouter plus de 4 à 5% d'eau en une seule fois [20].

III.3. Mouture de blé

III.3.1. Principes de la mouture

La mouture est une opération centrale de la transformation des blés en semoule, repose sur la mise en œuvre de deux opérations [20]:

- une opération de transformation-dissociation des gains ;
- une opération de séparation des constituants.

III.3.2. Différentes phases de la mouture

III.3.2.1. Broyage

La première opération de la mouture est le broyage, durant lequel les enveloppes sont détachées de l'amande. Cette étape est destinée à réduire les dimensions des grains par la mise en jeu des appareils à cylindre cannelés (énergie mécanique) [20].

III.3.2.2. Tamisage ou blutage

C'est une opération basée sur la séparation des produits selon leurs dimensions [20]. Cette opération s'effectue après chaque passage dans un appareil à cylindre. Elle permet le classement des produits en différentes tailles. Le passage des éléments à travers le tamis constitue l'extraction (les semoules), par contre ce qui reste sur le tamis c'est le refus (les sons) [45].

III.3.2.3. Sassage

C'est une opération intermédiaire entre les broyages [45], son but est de séparer des produits de mouture sur la base de leur taille et de leur densité (double tri) [25].

III.3.2.4. déagrégage

C'est une opération qui consiste à fractionner les semoules vêtues [20], en éliminant les fragments de son qui adhèrent à l'amande (les semoules refusées au niveau du sasseur sont appelées semoules vêtues) [45].

IV. Différents types de semoule

Les semoules sont classées selon deux critères : la pureté et la granulation.

IV.1. Pureté

Selon APFELBAUM et al (1981), on distingue deux types de semoules :

- **Semoule supérieure** : Elle provient de la partie centrale de l'amande du grain de blé dur et contient un faible taux de matières minérales. Elle sert à fabriquer les pâtes alimentaires dites supérieures.

- **Semoule courante** : Elle contient plus de parties périphériques et ayant un plus fort taux de matières minérales, sert à faire les pâtes dites courantes.

IV.2. Granulation

Il existe différentes catégories de semoules, chaque catégorie est obtenue par une succession de plusieurs broyages et classées en fonction de leur grosseur. Les différentes catégories de semoules sont:

- **Semoules grosses (SG)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 900 à 1100 μm , destinées aux usages domestiques [48]. Elles sont considérées comme une semoule très pure du point de vue présence des débris du grain et vendues au commerce pour être consommées en l'état ou encore à la fabrication du couscous [49].

- **Semoules grosses moyennes (SGM)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 550 à 900 μm , elles sont vendues en l'état [20]. Elles sont destinées à la fabrication de la galette, le couscous [48].

- **Semoule sassées super extra (SSSE)** : elles proviennent de la partie centrale de l'amande de grain de blé dur et elles ont un faible taux de matières minérales [49]. La dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 180 à 500 μm , elles sont destinées à la fabrication des pâtes alimentaires de qualité supérieure [20].

- **Semoules sassées super fines (SSSF)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 140 à 250 μm , elles servent à la fabrication des pâtes dites courantes [20]. Elles proviennent des couches périphériques du grain, comparée à la semoule 3SE, la semoule 3SF contient plus de parties périphériques et elle à un taux de cendres plus élevé [48].

IV. Critères de qualité de la semoule

La nécessité de sélectionner des variétés possédant les qualités requises. Les ménages recherchent des semoules pures et de couleur dorée. Cette semoule doit présenter une granulométrie homogène [4].

Selon KELLOU, (2008) [3], toutes les entreprises transformatrices du blé en Algérie déclarent que :

- **L'indice de coloration jaune** : est le premier critère de choix et a une grande importance pour les utilisateurs (consommateurs) ; ils ont justifié ça par l'expérience et le savoir faire des consommateurs ; plus la semoule est jaune et dorée plus sa qualité gustative et la couleur des produits finaux seront meilleures [3].

- **Le taux de gluten** : est le 2^{ème} critère en termes d'importance lors de l'achat des semoules. En effet, plus la semoule a une forte teneur en gluten plus la qualité des produits finaux sera meilleur notamment dans la fabrication des pains traditionnels algériens [3].

La teneur en protéines s'est donc révélée un facteur déterminant des propriétés rhéologique et culinaires des semoule [26].

- **La teneur en cendre** : est le 3^{ème} critère, qui est un indicateur de la qualité semoulière, c'est-à-dire le poids de semoule rapportés au poids du blé mis en œuvre [48].

En meunerie, la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. La teneur en cendres de l'amande est d'environ 10 fois plus faible que celle des enveloppes, donc la teneur en cendres d'une semoule ne peut réellement servir de critère de sa pureté que dans la mesure où elle peut être ramenée à celle du grain entier par la détermination du rapport R (teneur en cendres des semoules / teneur en cendres des blés) et qui doit être inférieur à 0,5 [50].

V. Flore mycologique de la semoule

Très naturellement, la microflore des semoules dérive de celle du grain de blé dur, La mouture exerçant cependant un effet sélectif : généralement peu sporulées sur grains, les espèces du champ resteront plutôt au niveau des son alors que très sporulantes au contraire, les espèces de stockage seront transmises à la semoule. La meule et le cylindre produisent en plus un effet de dispersion qui conduit à une contamination des semoules d'autant plus abondante que le grain [32].

L'étude est réalisée au niveau du laboratoire pédagogique du département de la biologie appliquée Université de Tébessa.

Notre travail est structuré comme suit :

- Une enquête.
- Une étude expérimentale.

I. Enquête

Le but de l'enquête est :

- D'avoir une idée sur l'appréciation de la qualité des différentes marques de semoule mises sur le marché par les femmes.
- De connaître les différentes caractéristiques sur lesquelles elles se basent pour connaître si une semoule est de bonne qualité ou non.

L'enquête a été réalisée durant une période de 15 jours au niveau de la commune de Tébessa auprès de 60 femmes de différentes catégories d'âge.

La plupart des quartiers de Tébessa ont été visités : Cité de la basilique Numéro 195- Tébessa Route Stratégique 526/11 Tébessa Cité Fatma Zohra Cité Djebel Djoref Tébessa...etc.

Pour la réalisation de ce travail, nous avons utilisé un questionnaire qui est divisé en 2 parties :

- La 1^{ère} partie : identification et renseignements personnels.
- La 2^{ème} partie porte des renseignements sur la qualité des semoules à partir de laquelle on a choisie les semoules suivantes pour l'étude expérimentale :
 - Les deux échantillons de semoule qui sont considérés de « bonne qualité » : l'échantillon 1 de semoule supérieur de **AMOR BENAMOR** (date de fabrication : le 21 Janvier 2016) et l'échantillon 2 de semoule supérieur de **SAFINA** (date de fabrication : le 12 Janvier 2016).
 - Les deux échantillons de semoule qui sont considérés de « mauvaise qualité » : l'échantillon 3 de semoule supérieur de **KARACKLA** (date de fabrication : le 31 Janvier 2016) et l'échantillon 4 de semoule supérieur des **MOULINS DE EL-AOUNET** (date de fabrication : le 10 Janvier 2016).

II. Etude expérimentale

L'étude expérimentale est réalisée sur les échantillons des semoules sélectionnés selon l'enquête avec une répétition de 03 essais par analyse, au niveau du laboratoire pédagogique de microbiologie et de contrôle de qualité du département de biologie appliquée (université de - TEBESSA) durant la période de Février à mars 2016 . Elle comportera :

- Une étude des paramètres physico-chimiques.
- Une étude technologique et rhéologique.
- Une étude mycologique qui consiste à dénombrer et identifier les moisissures.
- **Une Analyse des données** : elle comporte des analyses statistiques descriptives et analytiques :

- **Statistiques descriptives** : C'est une partie de la statistique qui a pour but de (règle des 3 R) :

- ✓ Rassembler les données numériques
- ✓ Représenter les données à l'aide de graphiques
- ✓ Résumer l'information sous une forme condensée pour mieux décrire les différentes (paramètres) qui caractérisent chacune des semoules de blé dur étudiées (valeurs caractéristiques qui sont, la moyenne arithmétique, qui est un paramètre de position et de médiane et l'écart-type qui mesure la dispersion des données autour de la moyenne) [51].

- **Statistique analytique**, nous avons utilisé le **test de Tukey**, le **test d'analyse de la variance (ANOVA)** à un facteur de classification consiste à comparer les moyennes.

Ces tests ont été utilisés [52] :

- Pour comparer, entre les semoules
- Pour comparer, entre les semoules et les normes.

Et une matrice des corrélations Pour faire une corrélation entre le taux de gluten et le taux des protéines.

Le coefficient de corrélation est une mesure du degré de linéarité de la relation entre deux variables. La valeur de ce coefficient est comprise entre -1 et $+1$. Si une variable tend à augmenter lorsque l'autre diminue, le coefficient de corrélation est négatif. Par contre, si les deux variables tendent à augmenter ou à diminuer simultanément, le coefficient de corrélation est positive [51].

Le logiciel utilisé est excel stat, 2014 et la présentation graphique est réalisée sous forme de box-plots

II.1. Paramètres physico-chimiques

Les différentes techniques d'analyses physico-chimiques ont pour but : la connaissance de la composition biochimique de chaque échantillon de semoule (l'humidité, les cendres, l'acidité grasse, teneur en protéines totales).

II.1.1. Taux d'humidité (teneur en eau)

II.1.1.1. Définition

On entend conventionnellement par la teneur en eau la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit dans le conditionnement [53].

II.1.1.2. Intérêt

La détermination de la teneur en eau dans nos échantillons est considérée comme un indicateur de développement microbien et de transformations [54] La détermination de la teneur en eau (humidité) à un triple intérêt [50]:

- **Analytique** : puisqu'elle conditionne la précision des divers résultats analytiques rapportés à la matière sèche.
- **Technologiques** : déterminée les conditions de stockage des produits et joue un rôle très important dans la conservation du produit
- **Intérêt commercial et réglementaire** : Les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau.

Cette détermination est effectuée selon la norme NF V03-707.

II.1.1.3. Principe

Un étuvage des échantillons des semoules est réalisé à la pression atmosphérique dans une étuve réglée à 130- 133 °C pendant 2h. La perte de masse est la quantité d'eau présente dans l'échantillon de semoules exprimé en pourcentage [53].

II.1.1.4. Mode opératoire

- Peser 5 grammes à 0.01 % près de semoule.
- Peser la creusé vide.
- Mettre 5 grammes dans la creusé.
- par la suit, les mettre dans l'étuve réglée à 130- 133 °C pendant 2h.
- Manipuler les creusés avec une pince.

II.1.1.5. Expression des résultats

Le pourcentage d'humidité est calculé par la formule suivante :

$$H (\%) = (m_0 - m_1 / m_0) \times 100$$

Où

H : taux d'humidité.

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

m₁ : masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

II.1.2. Taux de cendre

II.1.2.1. Définition

Les cendres sont le résidu minéral incombustible obtenu après incinération. Les cendres se composent [34]:

- Des éléments métalliques présents dans le grain ou la semoule sous forme de sels et qui ne sont pas volatilisés lors de l'incinération.
- Des résidus minéraux incombustibles provenant de la décomposition de la matière organique.

La teneur en matière minérale est déterminée selon la norme NF V03-720.

II.1.2.2. Intérêt

Le taux des cendres reste le moyen officiel utilisé pour contrôler la pureté des produits de mouture [20]. Cette détermination est indispensable au classement des semoules de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires [53].

II.1.2.3. Principe

Incinération d'une prise d'essai d'échantillons des semoules jusqu'à combustion complète des matières organiques à 900 °C puis pesée du résidu obtenu [55].

II.1.2.4. Matériel

- Capsule à incinération à 900 °C.
- Four à moufle électrique.
- Dessiccateur.
- Balance analytique, avec une précision de 0,01 mg.

II.1.2.5. Mode opératoire

- Introduire dans la capsule 5g de semoule.
- Mettre la capsule à l'intérieur du four.
- Poursuivre l'incinération jusqu'à combustion complète du produit, y compris des particules charbonneuses contenues dans le résidu, soit 1 h après la remontée du four à 900 °C.
- Une fois l'incinération terminée, retirer la capsule du four, et la mettre à refroidir dans le dessiccateur.
- Pour maintenir l'efficacité du dessiccateur, ne pas superposer les capsules, dès que la capsule a atteint la température ambiante (soit 15 min à 20 min pour les capsules en platine), peser à 0,1 mg près et rapidement en raison du caractère hygroscopique des cendres.

II.1.2.6. Expression des résultats

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière humide exprimé en pourcentage, est donné par l'équation suivante:

$$TC(\%) = m_1 \times 100 / m_0$$

Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprimé en pourcentage, est donné par l'équation :

$$TC (\%) = m_1 \times 100 / m_0 \cdot (100 / 100 - H)$$

Où

TC : taux de cendres.

m₀ : la masse, en grammes, de la prise d'essai.

m₁ : la masse, en grammes, des cendres.

H : la teneur en eau, en pourcentage par masse, de l'échantillon.

II.1.3 L'acidité grasse

II.1.3.1 Définition

L'acidité grasse est l'expression conventionnelle des acides, essentiellement des acides gras libres, extraits dans les conditions qui suivront. Elle est exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche [55].

II.1. 3.2 Intérêt

La teneur en acidité grasse est un indicateur de l'état de la bonne conservation des blés, des farines et des semoules, en effet, au cours de la conservation, les lipides ont tendance à se dégrader en se transformant en acides gras libres [20].

La détermination de la teneur en acide gras est effectuée selon la norme NF ISO7305.

II.1.3.3. Principe

Mise en solution des acides dans l'éthanol à 95 % à la température du laboratoire, centrifugation et titrage d'une partie aliquote de la solution surnageant par l'hydroxyde de sodium [55].

II.1.3.4. Matériel

- Balance précise à 0,01g.
- Broyeur.
- Tamis en toile métallique de 160 μ m et de 500 μ m d'ouverture de maille pour les semoules.
- Centrifugeuse à 5000-6000 tours/min.
- Tubes de centrifugeuse de 45 ml en verre ou en plastique neutre bouchés hermétiquement.
- Tubes de 50 ml en verre ou en plastique neutres bouchés hermétiquement.
- Pipettes de 10 et 20 ml.
- Fioles coniques ou erlenmeyers de 250 ml.
- Micro-burette, graduée en 0,01 ml.
- Agitateur rotatif mécanique, 30-60 tours/min.

II.1.3.5. Réactifs

- Ethanol (alcool éthylique) à 95 %.
- Hydroxyde de sodium (NaOH) solution titrée à 0,05N dans l'eau distillée.
- Phénolphtaléine solution à 1g pour 100 ml dans l'éthanol à 95%.

II.1.3.6. Mode opératoire

- Broyer environ 50 g de produit à l'aide du broyeur de telle manière que la totalité du broyat passe au travers du tamis de 500 μ m d'ouverture de maille et qu'au moins 80 % passent au travers du tamis de 160 μ m d'ouverture de maille.
- Effectuer immédiatement la détermination de la teneur en eau selon la méthode de détermination de la teneur en eau.
- Peser à 0,01g près environ 5g de l'échantillon pour essai,
- après l'avoir bien homogénéisé, nous avons procédé aux étapes suivantes : extraction, titrage et avoir un essai à blanc.

a - Extraction

- Introduire la prise d'essai dans le tube de centrifugeuse.

- Y ajouter avec la pipette, 30 ml d'éthanol et fermer le tube hermétiquement.
- Agiter pendant une heure à l'aide de l'agitateur rotatif mécanique en opérant à une température de $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Centrifuger ensuite à deux reprises et successivement pendant 2 min ; Ces deux centrifugations sont plus efficaces qu'une seule de plus longue durée car elles permettent d'éliminer les particules restant en suspension.

b - Titrage

- Prélever à la pipette 20 ml du liquide surnageant parfaitement limpide et les verser dans une fiole conique.
- Ajouter 5 gouttes de phénolphthaléine.
- Titrer à l'aide de la micro-burette avec la solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) 0,05 N jusqu'au virage au rose pâle persistant quelques secondes.

c - Essai à blanc

- Titrer l'acidité apportée par l'alcool, en opérant sur 20ml d'éthanol.

II.1.3.7. Expression des résultats

L'acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 g de matière telle quelle :

$$A(\%) = 7,35 \times (V1 - V0) \times T / m$$

L'acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche :

$$A(\%) = 7,35 \times (V1 - V0) \times T / m - H$$

Où

A : acidité grasse.

V1: le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination.

V0 : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc.

m : la masse en grammes de la prise d'essai.

T : le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée.

H : la teneur en eau, en pourcentage en masse, de l'échantillon pour essai.

II.1.4. Teneur en protéines

II.1.4.1. Intérêt

La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité pour l'alimentation humaine (valeur d'utilisation) [53], ils sont à la base de la qualité technologique du blé et de leurs débouchés que ce soit de première transformation (semoule, farine) ou de deuxième transformation (pâtes alimentaires, couscous, pain) [56].

II.1.4.2. Principe

La teneur en protéines totales est rapprochée, par la détermination de la teneur en azote total selon la méthode de KJELDAHL (NF V03-050), en multipliant la valeur obtenue par le coefficient de conversion (5,70) spécifique aux céréales destinées à l'alimentation humaine [57].

II.1.4.3. Matériel

- Balance analytique.
- Matras Kjeldhal.
- Appareil à distillation.
- Réchaud électrique.
- Fiole Jaugée.
- Bécher.

II.1.4.4. Réactifs

- Kataliseur (sulfate de potassium, sulfate de cuivre).
- La soude NaOH (40%).
- Acide sulfurique concentré 94%.
- Acide sulfurique 0,2N.
- Acide borique (2%).
- Indicateur (rouge de méthyle, bleu de méthyle).

II.1.4.5. Mode opératoire

a - Minéralisation

Environ 1 g d'échantillon est prélevé dans un récipient de type matras, puis minéralisé pendant environ 1 heure à l'aide de 15ml d'acide sulfurique concentré à chaud en présence de 2 pastilles de catalyseur (contenant le K_2SO_4 et $CuSO_4$) pour produire du sulfate d'ammonium.

b - La distillation de l'ammoniac

Après dilution du liquide de minéralisation avec de l'eau distillée (100ml de mélange), les ions ammoniums formés sont transformés en ammoniac à l'aide d'un excès de NaOH et l'acide sulfurique est neutralisé.

Au cours de la distillation, les molécules d'ammoniacs libérées sont entraînées par la vapeur et fixées dans une solution d'acide borique.

c - Titrage

Nous avons procédé à la titration du distillat récupéré en utilisant de l'acide sulfurique à 0,01 N et 3 à 5 gouttes d'indicateur (mélange de Rouge de Méthyle et de bleu de méthylène).

II.1.4.6. Expression des résultats

La teneur en azote par rapport à la matière humide est donnée par la formule suivante :

$$N \% = 0,01401 \times T \times (V1 - V0) \times 100/m$$

La teneur en azote par rapport à la matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$N \% = 0,01401 \times T \times (V1 - V0) \times 100/m-H$$

Où :

N : teneur en azote.

T : normalité de l'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

V1: volume, en millilitre, de la solution d'acide sulfurique versée par le titreur lors du dosage.

V0 : volume, en millilitre, de la solution d'acide sulfurique versée par le titreur lors de l'essai à blanc.

m : masse en grammes de la prise d'essai.

H : la teneur en eau en pourcentage de l'échantillon.

II.2. Paramètres rhéologiques et technologiques

II.2.1. Teneur en gluten humide

II.2.1.1. Intérêt

Le gluten a un intérêt principalement technique, il représente la fraction insoluble des protéines, présente la caractéristique de pouvoir former un réseau viscoélastique dont les propriétés d'extensibilité, d'élasticité et de ténacité ont une influence sur le comportement de la pâte [53].

II.2.1.2. Principe

D'après GODONE et LOISEL, (1997) [34], l'extraction du gluten est réalisée par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de mouture avec une solution d'eau salée à 2% puis le pesé.

II.2.1.3. Matériel et réactifs

- Tamis de toile de cuivre n°60.
- Mortier en porcelaine.
- Spatule.
- Pipette 25 ml.
- Balance.
- Plaque de nickel.
- Eau salée de 2% (cette solution doit être utilisée à une température comprise entre 18 et 22°C).

II.2.1.5. Mode opératoire

- Introduire dans un mortier 25g de semoule, auxquels sont ajoutés 12 ml d'eau salée.
- Malaxer la semoule hydratée jusqu'à ce que la pâte n'adhère plus ni au mortier ni à la spatule.
- La pâte est mis dans la paume des mains et pétrie jusqu'à ce qu'elle forme une masse homogène.
- Ce pâton est ensuite malaxé en le comprimant légèrement avec les doigts, sous un léger filet d'eau de salinité semblable à celle utilisée précédemment.
- Pour éviter de perdre des petits morceaux de la pâte, on la place sous l'eau de lavage un tamis.
- Lorsque le gluten forme une masse bien adhérente, le débit d'eau est légèrement augmenté pour réaliser le lavage du gluten jusqu'à ce que l'eau ne soit plus blanche.
- La deuxième opération est l'essorage, effectué par des fortes pressions répétées entre les paumes des mains (il faut 6 à 8 compressions).
- Peser la pâte obtenue pour déterminer le poids du gluten humide.

II.2.1.6. Expression des résultats

La teneur en gluten humide est donnée par la formule suivante :

$$\text{GH (\%)} = (m \text{ GH} / 25) \times 100$$

Où :

GH: gluten humid.

m : la masse gluten humide.

II.2.2. Gluten sec

II.2.2.1. Principe

Après séchage du gluten humide à une température de 130°C durant 2 heures, on obtient le poids du gluten sec [34].

II.2.2.2. Matériel

- Etuve.
- Dessiccateur.

II.2.2.3. Mode opératoire

- Déposer le gluten humide sur la plaque dans une étuve réglée à 130°C durant 2 heures.
- Retirer la plaque et laisser refroidir dans le dessiccateur à la température ambiante environ 30 minutes.
- Peser le gluten sec obtenu.

II.2.2.4. Expression des résultats

La teneur en gluten sec est donnée par la formule suivante :

$$\text{GS (\%)} = (\text{m GS} / 25) \times 100$$

Où :

GS: gluten sec.

m: la masse du gluten sec.

II.2.3. Capacité d'hydratation

Le calcul de la capacité d'hydratation (CI) est donné par la formule suivante :

$$\text{CI(\%)} = \text{gluten humide} - \text{le gluten sec} \times 100 / \text{gluten humide}$$

II.2.4 Extensibilité du gluten

II.2.4.1 Principe

Le principe de détermination d'extensibilité du gluten est basé sur la mesure de l'allongement du gluten sous l'effet d'une charge. La détermination de l'extensibilité du gluten se fait selon la méthode de KOZMINA et KRANZ cité par NAMOUNE, (1989) [58].

II.2.4.2. Matériel et réactifs

- Eprouvette de 100 ml.
- Une charge d'un poids de 4g.
- Papier millimétré.
- Eau salée à 2%.

II.2.4.3. Mode opératoire

- Remplir l'éprouvette de 100 ml, avec une longueur de 25 cm, de d'eau salée.
- Porter une graduation sur la longueur de l'éprouvette avec un papier millimétré.
- Préparer une boulette de gluten de 2g.
- attacher la charge d'un poids de 4g à la boulette de 2g de gluten où cette dernière est attachée à un support en haut de l'éprouvette.
- Relever la longueur initiale à $T = 0$.
- Noter l'allongement final de la masse de gluten sous l'effet de la charge après 2heurs de temps.

II.2.4.4. Expression des résultats

- L'extensibilité de gluten est l'allongement final de la masse du gluten. Elle est mesurée en centimètre d'allongement final.

II.3. L'analyse microbiologique

II.3.1. Intérêt

Les analyses microbiologiques effectuées sur les échantillons des semoules concernent la microflore fongique, ou mycoflore, composée de moisissures très diverses tant par leur origines que par leurs exigences. Ces micro-organismes sont les principaux responsables des pertes en grains après récolte se sont eux qui posent un problème au niveau du stockage et de conservation. Rappelons que certaines moisissures, fréquentes sur le grain sont capables d'élaborer des substances toxiques pour l'homme : les mycotoxines la plus dangereuse de ces mycotoxines est sans conteste l'aflatoxine B1 produite par *Aspergillus flavus* et *Aspergillus parasiticus*, fort heureusement la contamination des denrées reste rare dans les produits transformés [34].

Cette analyse est réalisée selon la méthode de GUIRAUD, (2003) [59]. et a pour objectif d'évaluer et identifier les moisissures dans nos échantillons de semoule. Nous avons réalisé une série de trois essais pour chaque échantillon.

II.3.2. Échantillonnage

Les échantillons à analyser ne peuvent être manipulés, transposés et stockés sans quelques précautions :

- Nos prélèvements des semoules sont immédiatement placés dans des tubes stériles pour analyses microbiologiques.
- Un stockage à température basse mais positive (10°C-12°C) est à recommander, et ne devrait pas excéder 24h.

II.3.3. Principe

Ensemencement se fait sur la gélose au malt (Annexe : 01) et incubation à 25°C pendant 3 jours.

II.3.4. Matériels

- Tubes et flacons stériles.
- Boîtes de Pétri.
- Bain marie.
- Etuve.
- Balance.
- Pipettes Pasteurs.
- Pipettes stériles.
- Bec ben.
- Agitateur à va-et vient.

II.3.5. Réactifs

- Milieu de cultures gélose au malt avec antibiotiques.
- Eau peptonée tamponnée.

II.3.6. Mode opératoire

II.3.6.1. Préparation de la solution mère et des dilutions

- Mélanger 25g de semoule avec 250 ml d'eau peptonée tamponnée.
- Au moyen d'une pipette, transférer 1ml de l'homogénat dans un tube contenant 9 ml d'eau peptonée et mélanger soigneusement.
- Transférer 1ml de la première dilution dans un deuxième tube contenant 9ml d'eau peptonée tamponnée et mélanger avec une autre pipette.
- Répéter l'opération en utilisant un troisième ou un quatrième tube ou davantage.

II.3.6.2. Ensemencement

Couler la gélose au malt dans les boîtes de Pétri, après le séchage, prendre aseptiquement 0,1ml de chaque dilution et l'étaler à la surface du milieu de culture en partant du tube le plus dilué.

II.3.6.3. Incubation

Incuber les boîtes ainsi préparées, retournées, à 30°C pendant 05 à 06 jours.

III.6.4. Dénombrement des colonies avoir une seule référence

- Après l'incubation, dénombrer toutes les colonies sur les boîtes qui en contiennent de 20 à 300 et noter les résultats par dilution dénombrée en germe /gramme de produit.
- Le nombre de colonies par souches est évalué en UFC (unité formant colonie) par g d'échantillon selon la formule suivante :

$$N = \sum c / (n1 + 0,1 n2) \times d$$

Où :

N: Nombre d'UFC par grammes de produit initial.

c: Nombre de colonies comptées par boîte de Pétri.

n1, n2 : Nombre de boîtes de Pétri.

d : Facteur de dilution à partir duquel les premiers comptages ont été obtenus.

III.6.5. Isolement

Selon Guiraud, (2003) [59]; l'isolement s'effectue comme suit :

- Prélever une petite bouture mycélienne et la repiquer au centre d'une boîte de Pétri contenant le milieu gélosé extrait de malt.
- Pour obtenir un développement typique, l'inoculation est réalisée en un seul point.
- L'incubation s'effectue à 25°C durant 7 jours.
- Le prélèvement a lieu lorsque le développement de la souche est suffisant.

III.6.6 Identification des isolats

L'identification des souches de moisissure est réalisée selon l'étude des caractères cultureux et des caractères morphologiques.

a - Caractères cultureux

L'examen des boîtes de Pétri s'effectue à l'œil nu. La détermination des caractères macroscopiques des moisissures fait appel aux caractères suivants : La texture et la couleur

des colonies, la vitesse de croissance, la couleur du revers de la culture, la présence ou l'absence de gouttes de transpiration.

b - Caractères morphologiques

Le matériel fongique est observé dans tous les cas en milieu liquide entre lame et lamelle. Une petite culture est prélevée à l'aide d'une aiguille stérile, et placée sur une lame contenant une goutte de la solution aqueuse de lactophénol (Annexe : 01) recouverte d'une lamelle pour une observation sous microscope (Objectif X 100).

L'observation consiste à mettre en évidence les caractères suivants :

- Hyphes cloisonnés (septomycètes) ou non (phycomycètes).
- Type et apparence du système sporal.
- Présence et type de structures particulières.

I. Résultats et discussion de l'enquête

I.1. Identification et renseignements personnels

I.1.1. Age

La figure 05 montre que, 37% des femmes ont plus de 45 ans, 38% ont entre 35 et 45 ans et 25% ont un âge entre 25 et 35 ans.

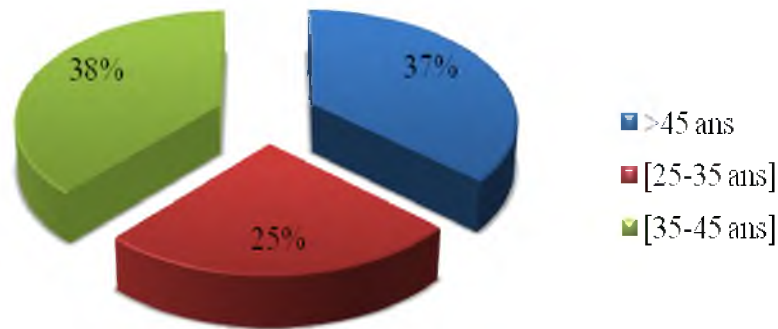


Figure 05 : Différentes catégories d'âge des femmes.

I.1.2. Niveau d'instruction

Les résultats présentés dans la figure 06, montre que 48% des femmes ont un niveau d'instruction supérieur et les autres femmes ont des niveaux d'instruction qui se répartissent entre : secondaire (28%), moyen (12%), primaire (18%).

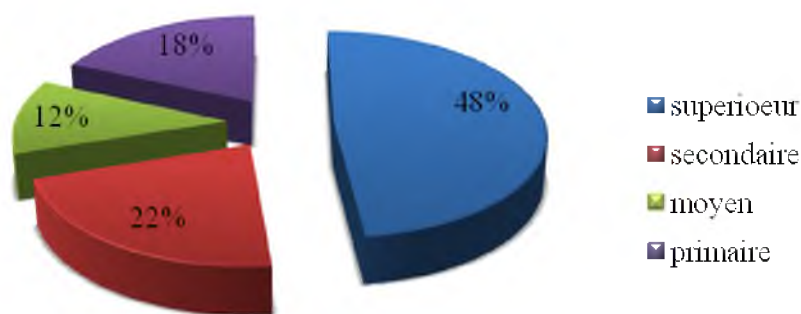


Figure 06 : Niveau d'instruction des femmes.

I.1.3 Profession

D'après la figure 07, on constate que 40% des femmes questionnées sont des femmes au foyer et 60% sont des femmes qui travaillent (Assistante bibliothécaire, couturière, femme de ménage,..... etc).

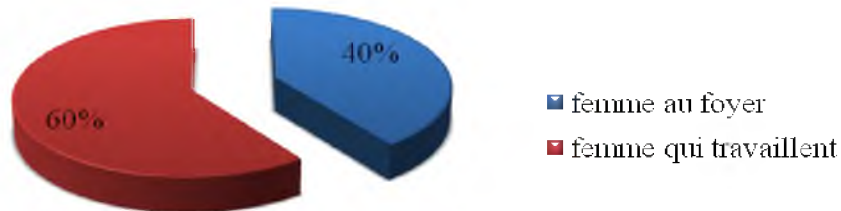


Figure 07 : Profession des femmes.

I.2. Renseignement sur la qualité de semoule

I.2.1. Fréquence de consommation de la galette

Selon la figure 08, la fréquence de « consommation moyenne » de galette a le pourcentage le plus élevé (67%) avec 40 cas car 60% des femmes travail, ensuite vient les fréquences de « consommation rarement et souvent » qui ont un pourcentage respectivement de 20% (12 cas) et 13% (08 cas).

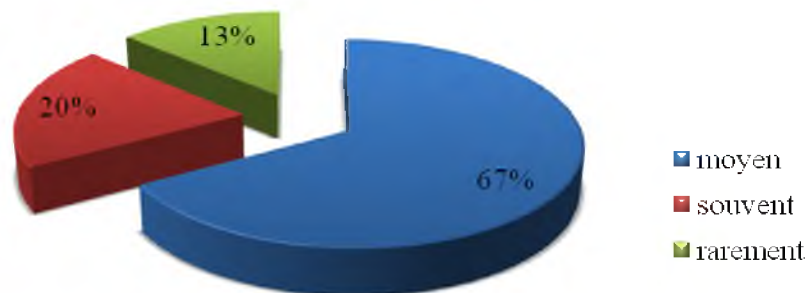


Figure 08 : fréquence de consommation de la galette.

I.2.2. Utilisation de semoule : « supérieure » ou « courante »

Selon les résultats obtenue dans la figure 09, 83% femmes questionnés utilisent la semoule supérieure, tendit que 17% femmes seulement utilisent la semoule courante, c'est pour cela qu'on a choisis d'étudier la qualité de la semoule supérieure.

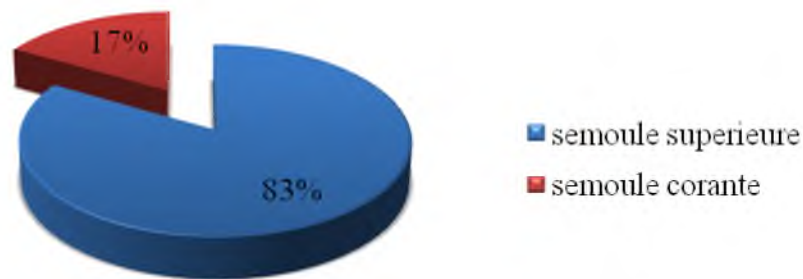


Figure 09 : Utilisation de la semoule supérieure ou normale.

I.2.3. Semoules préférées par les femmes (considérées de bonne qualité)

Les résultats présentés dans la figure 10, montrent que parmi les semoules supérieures mises sur le marché, les semoules « Amor Benamor » et « Safina » sont les plus appréciées et préférées par les femmes questionnées avec un nombre de cas respective de 41 et 33 cas.

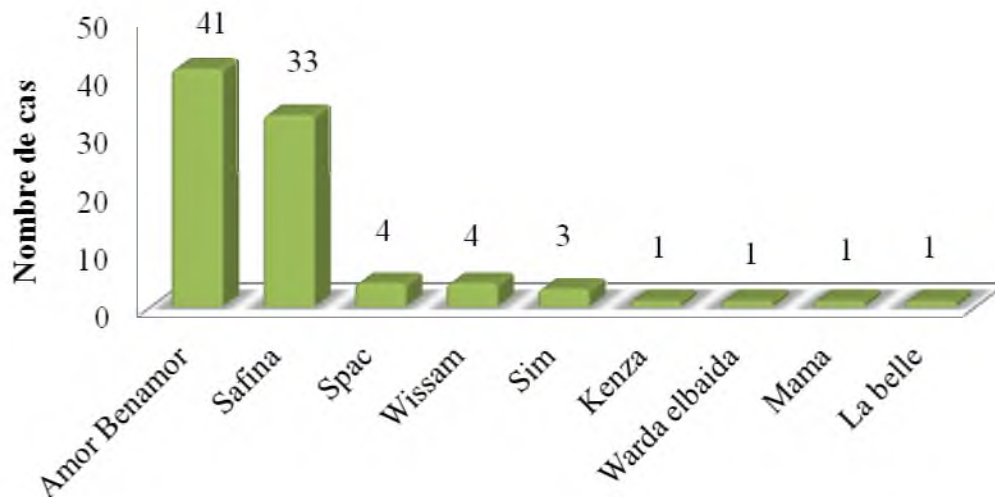


Figure 10 : les semoules préférées considérées de bonne qualité.

I.2.4. Semoules détestées par les femmes (considérées de mauvaise qualité)

On constate d'après la figure 11, que les semoules considérées de « mauvaise qualité » sont les semoules de « Karakala » et « El-aouinette » avec des pourcentages de 37% (21 cas) pour « Karakala » et 33% (19 cas) pour « El-aouinette ».

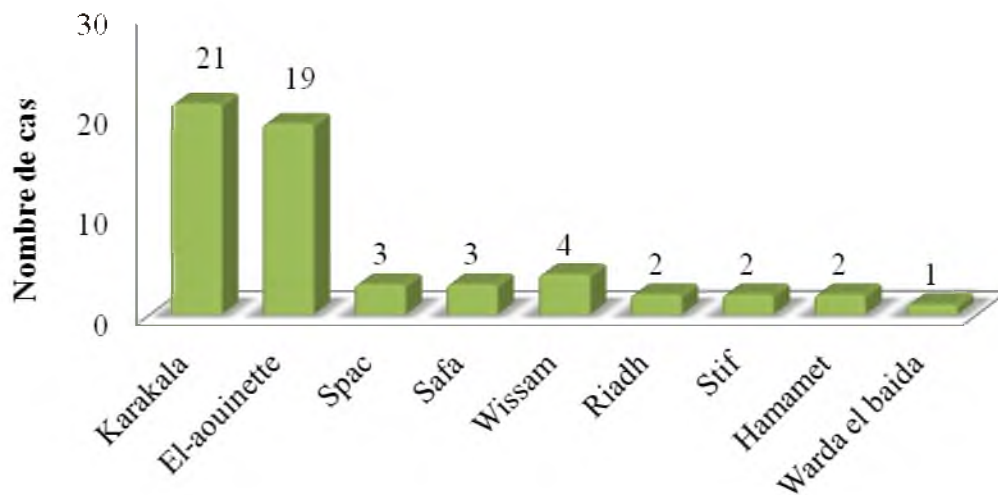


Figure 11: les semoules considérées de mauvaise qualité.

I.2.5. Maîtrise de la préparation de la galette

D'après la figure 12, près de 93% (56 cas) des femmes questionnées maîtrisent la préparation de la galette tandis que 7% des femmes seulement (05 cas) ne maîtrisent pas la préparation de la galette.

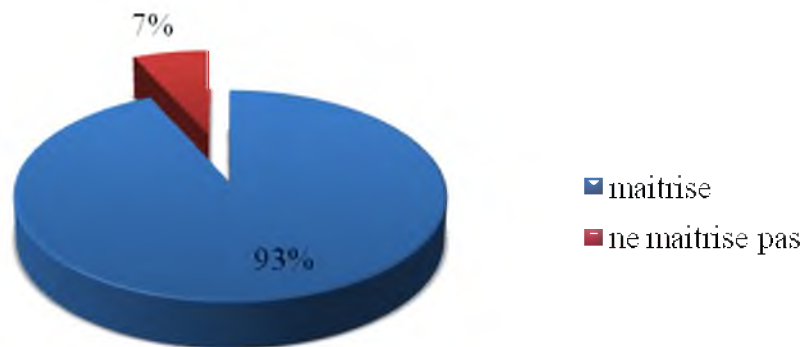


Figure 12 : la maîtrise de la préparation de la galette.

I.2.6. Détermination de la qualité des semoules.

100% des femmes questionnées prétendent savoir comment déterminer la qualité de la semoule, La figure 13 montre que les étapes au cours desquelles les femmes peuvent déterminer les critères de qualité de la semoule sont les suivantes : l'aspect visuel, au cours du pétrissage et après cuisson.

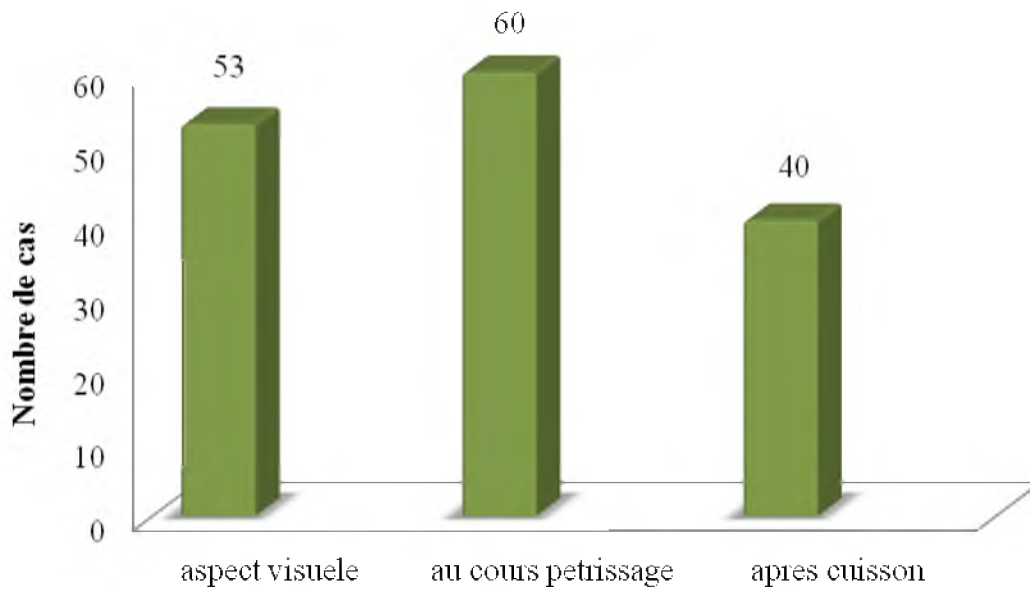


Figure 13: Les étapes qui déterminent la qualité des semoules.

I.2.6.1. Aspect visuel

Selon les résultats obtenus dans la figure 15, les femmes qui peuvent déterminer la qualité de semoule par l'aspect visuel, elles mettent en relief les caractéristiques suivantes : principalement « la couleur jaune » et « la granulométrie moyenne » avec 40 cas et « l'absence de piqures » avec 24 cas.

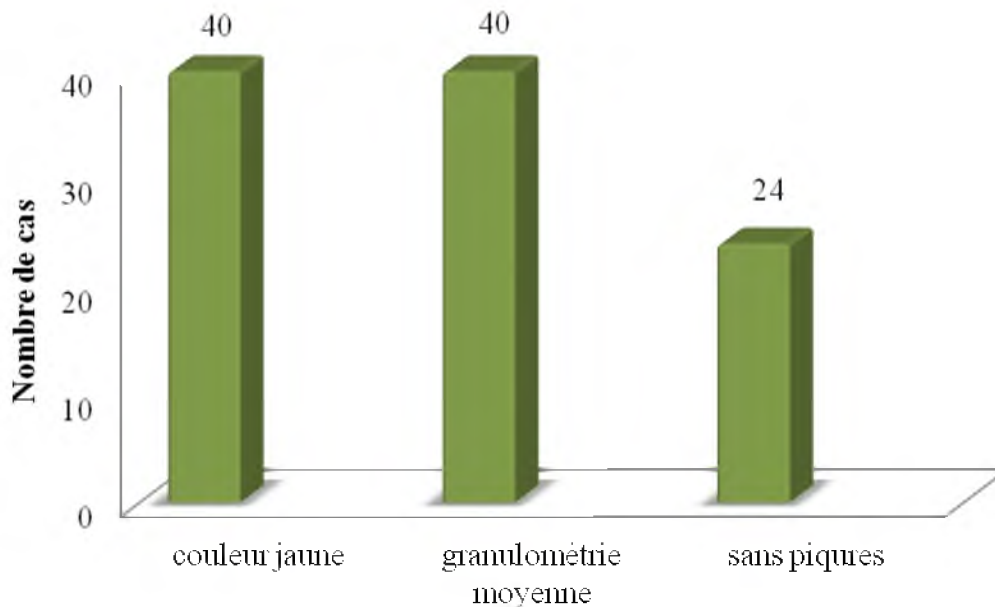


Figure 14 : les critères de qualité de la semoule dans l'aspect visuel.

La coloration de semoule et la dimension des particules (la granulométrie) est un critère très important pour les consommateurs et peut être un critère d'achat [34]. Les ménages recherchent souvent les semoules de couleur dorée [4].

La granulométrie des semoules varie beaucoup en fonction des usages locaux. Dans les pays du Maghreb et du Moyen-Orient, on utilise des grosses semoules pour la fabrication du couscous ou la consommation en l'état et les semoules moyennes ou fines pour la préparation pâtes alimentaires [60].

La présence de piqure brune ou noire dans les semoules peut s'expliquer par la présence des particules de son et des graine étrangères fortement coloré dans les lots de blé [43].

I.2.6.2. Au cours pétrissage

Dans ce cas, la figure 16 montre que les caractéristiques de la semoule au cours de pétrissage de la pâte sont : majoritairement « l'absorption de l'eau » et « élasticité » avec toute les femmes questionnées et par contre le caractéristique « non collante » présent un plus bas avec 28 cas.

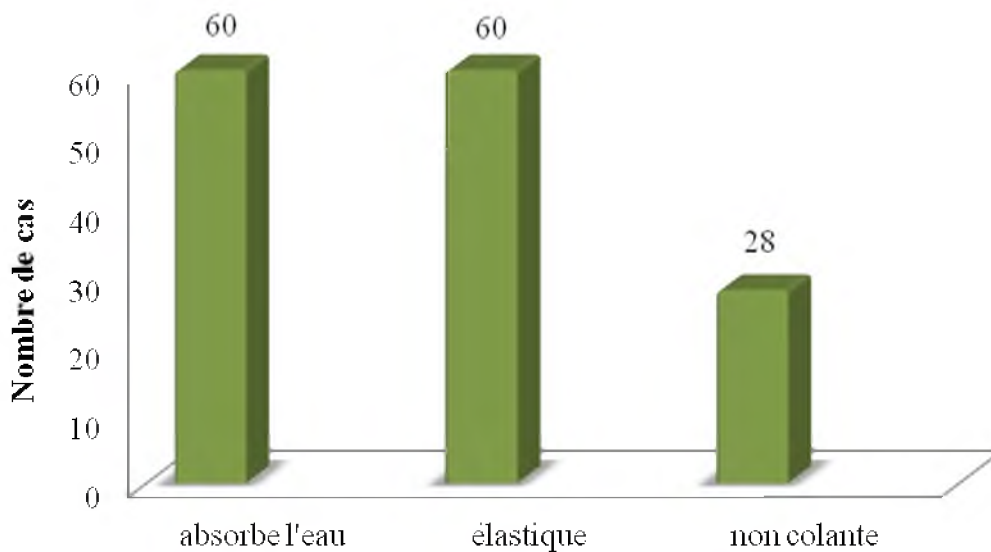


Figure 15 : les critères de qualité de la semoule au cours pétrissage.

Les protéines sont des facteurs prédéterminant de la valeur pastière de la semoule et de la texture de la pâte. Les gliadines et les gluténines forment le réseau de gluten dont le comportement affecte considérablement les propriétés rhéologiques des pâtes. Très extensibles quand elles sont hydratées, les gliadines confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité. La ténacité et l'élasticité de la pâte s'expliquent par les propriétés

très particulières des gluténines pour maintenir les granules d'amidons gélatinisé au cours de la cuisson [20].

I.2.6.3 Après cuisson

D'après la figure ci-dessous, nous avons constaté que 100% des femmes questionnées montrent que les caractéristiques de « légèreté » et « structure alvéolaire » de la galette après cuisson sont parmi les critères déterminants la qualité de la semoule.

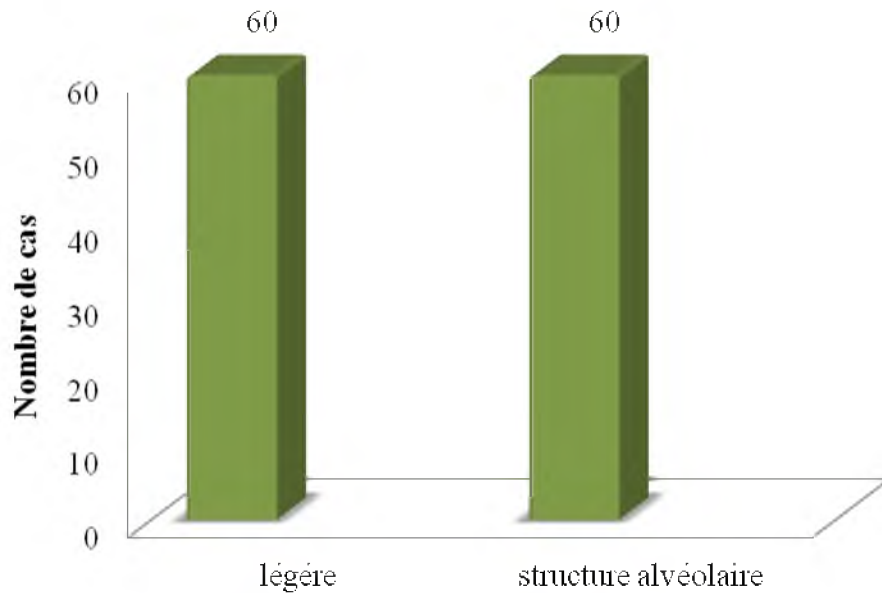


Figure 16 : les critères de qualité de la semoule après cuisson.

Les caractéristiques légère et la structure alvéolaire est due à la fraction protéique de la semoule dont le pouvoir moussant s'exprime lors du pétrissage de la pâte, au cours du quel les protéines favorisent la formation de structures tridimensionnelles très rigides tout en étant aptes à retenir un gaz [25].

II. Résultats et discussion de l'étude expérimentale

II.1. Résultats des paramètres physico-chimiques

II.1.1. Taux d'humidité (teneur en eau)

Les résultats de la teneur en eau des quatre échantillons de semoules sont regroupés dans la figure 17 ci-dessous (Box plots).

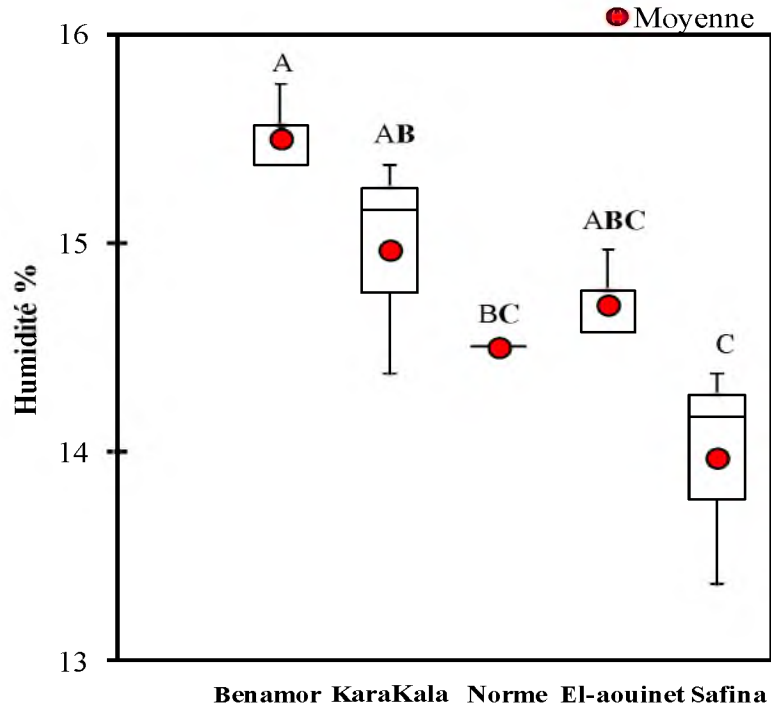


Figure 17 : Taux d'humidité des 04 semoules.

D'après les résultats que montre la figure 17 , on constate que la semoule supérieure « Amor Benamor » a le taux d'humidité le plus élevé ($15\% \pm 0,22$) suivi de Karakala ($14,96\% \pm 0,52$) et El-aouinet ($14,70\% \pm 0,23$), ces dernières sont supérieures à la norme indiquée par le *Codex Alimentarius* (1991) [34] et FAO (1996) [34] (14,5%) ; contrairement à la semoule supérieure « Safina » ($13,97\% \pm 0,52$) dont le taux d'humidité est inférieur à la norme.

Tableau 03 : Analyse de la variance taux d'humidité des 04 semoules.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	3.840	0.960	7.251	0.005
Erreur	10	1.324	0.132		
Total corrigé	14	5.164			

Quant à l'analyse de la variance représentée dans le tableau 03, nous montre que les différences des taux d'humidité des semoules (Amor Benamor, Safina), (Amor Benamor, norme) et (Caracala, Safina) sont significatives ($Pr > 0,05$). Ce résultat pourrait s'expliquer par les variations climatiques dont la température et les conditions du stockage

En effet, selon KIGER et KIGER (1967) [42] : l'humidité est très variable, elle dépend à la fois de la saison et de sa température et de la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture.

Une teneur élevée entraîne des fermentations et le développement de moisissures qui communique à la semoule une odeur désagréable.

II.1.2. Taux de cendre

Les résultats des taux des cendres des quatre échantillons de semoules obtenus sont regroupés dans la figure 18 (Box plots).

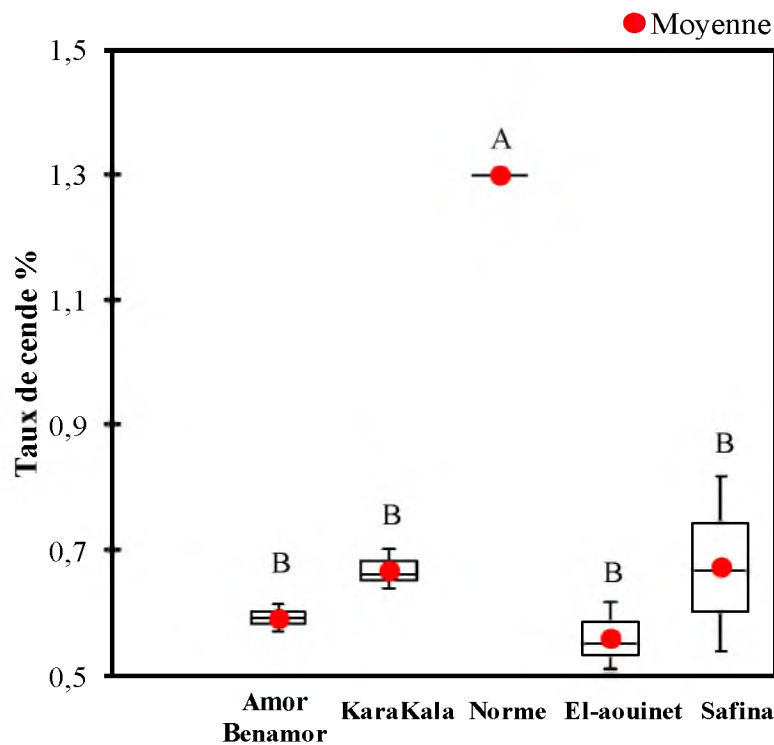


Figure 18 : Taux de cendre.

La figure 19, nous montre que le taux de cendre des quatre échantillons de semoule est compris entre $0,558\% \pm 0,3$ et $0,673\% \pm 0,14$ (ms). Il est inférieur à la teneur en cendres indiqué par le *Codex Alimentarius* (1995) (1,3%), et se situe dans l'intervalle des semoules de qualité supérieure ($< 1,1\%$ ms) donné par BAR (1995) [53].

Tableau 04 : Analyse de la variance du taux de cendre des 04 semoules.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	1.129	0.282	58.850	< 0.0001
Erreur	10	0.048	0.005		
Total corrigé	14	1.177			

En effet, le test ANOVA a permis de montrer qu'il n'y a pas de différence significative entre les quatre échantillons semoules tandis que nous avons remarqué une différence très hautement significative ($Pr < 0,0001$) entre les quatre échantillons de semoules (Amor Benamor, safina, El-aouinet, Caracala) et la norme (1,3%).

D'après SELSELET (1991) [62], plus le taux d'extraction est faible, plus la teneur en cendres est faible et vis versa.

On peut conclure que nos échantillons de semoule ont un taux d'extraction acceptable.

II.1.3. Acidité grasse

Les résultats obtenus de l'acidité grasse des quatre semoules sont regroupés dans la figure 19 ci-dessous (Box plots).

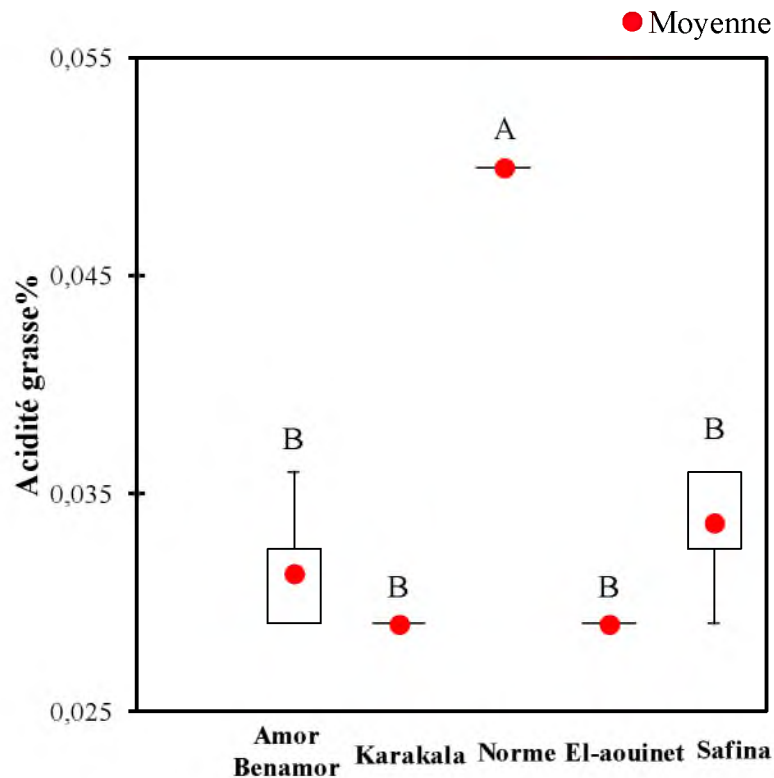


Figure 19 : L'acidité grasse.

L'acidité grasse des quatre semoules est inférieure à 0,05% donnée par FEILLET (2000), elles ont des valeurs entre $0,029\% \pm 0,00$ et $0,033\% \pm 0,004$ (ms).

Donc nos échantillons de semoules présentent des valeurs acceptables d'acidité grasse.

Tableau 05 : Analyse de la variance de l'acidité grasse des 04 semoules.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	0.001	0.000	35.750	< 0.0001
Erreur	10	0.000	0.000		
Total corrigé	14	0.001			

De plus, l'analyse de la variance représentée par le tableau 05 ci-dessus a révélé une différence non significative entre les quatre échantillons de semoule tandis qu'elle est hautement significative entre les semoules et la norme ($Pr < 0,0001$), confirmant ainsi la bonne fraîcheur de nos semoules.

L'acidité grasse d'une semoule est l'acidité que génèrent ses acides gras libres, elle est assimilée à l'acidité totale de la semoule, ces acides gras résultent de l'hydrolyse des triglycérides par des lipases endogènes ou exogènes et résulte d'une mauvaise conservation des produits [20].

II.1.4. Taux de protéines

Selon le *Codex Alimentarius* (1995) [20], la semoule de blé dure doit avoir un minimum de protéines de 10,5 %

Les résultats obtenus montrent que toutes les semoules ont un taux en protéines supérieur au minimum (10,5%). Mais seules les semoules de Amor Benamor et Safina sont considérées comme semoules de bonne qualité. Puis que selon FEILLET (2000) [20], une semoule de bonne qualité a une teneur en protéines ente 12,5% et 13,5%.

Les résultats du taux de protéine des quatre échantillons sont regroupés dans la figure 20 (Box plots).

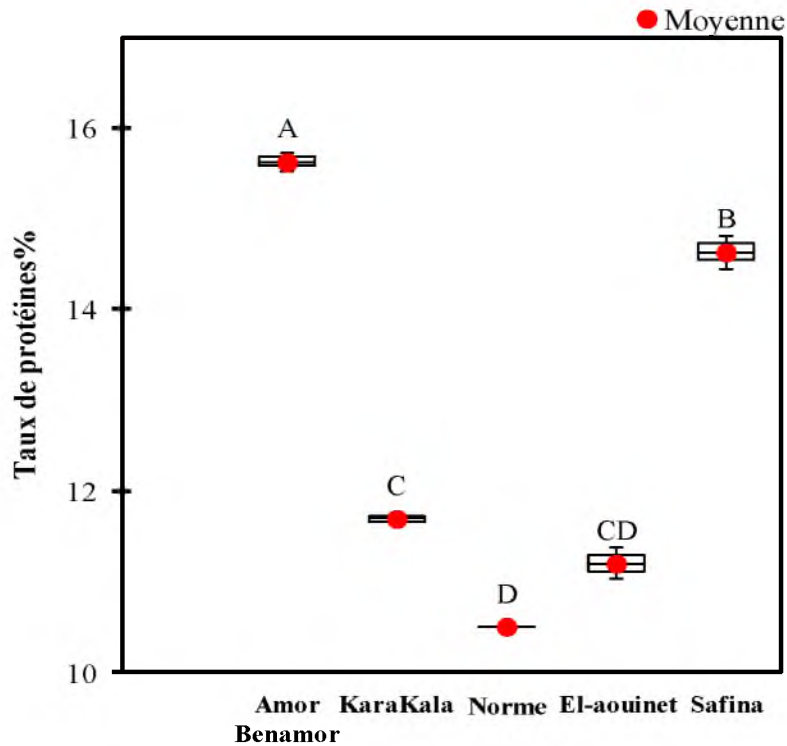


Figure 20 : Taux de protéines.

Tableau 06 : Analyse de la variance pour la teneur en protéines des 04 semoules

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	40,803	10,201	323,017	< 0.0001
Erreur	5	0,158	0,032		
Total corrigé	9	40,961			

Pour ce qui est des résultats de l'analyse statistique par l'ANOVA (Tableau 06), il existe des différences très hautement significative entre les deux semoules appréciées par les femmes questionnées qui sont considérées de « bonne qualité » : Amor Benamor (15,62% ± 0,14) et Safina (14,63% ± 0,25) et celles considérées de « mauvaise qualité »: Karakala (11,69% ± 0,09) et El-aouinet (11,19% ± 0,24).

Selon CHERIT (2000) [64], la teneur en protéines présente un double intérêt, l'un nutritionnel et l'autre technologique et elle est considérée comme un indice de qualité.

II.2. Résultats des paramètres technologiques et rhéologiques

II.2.1. Gluten humide

Les résultats du taux des glutens humides des différentes semoules sont représentés dans la figure 21 (Box plots).

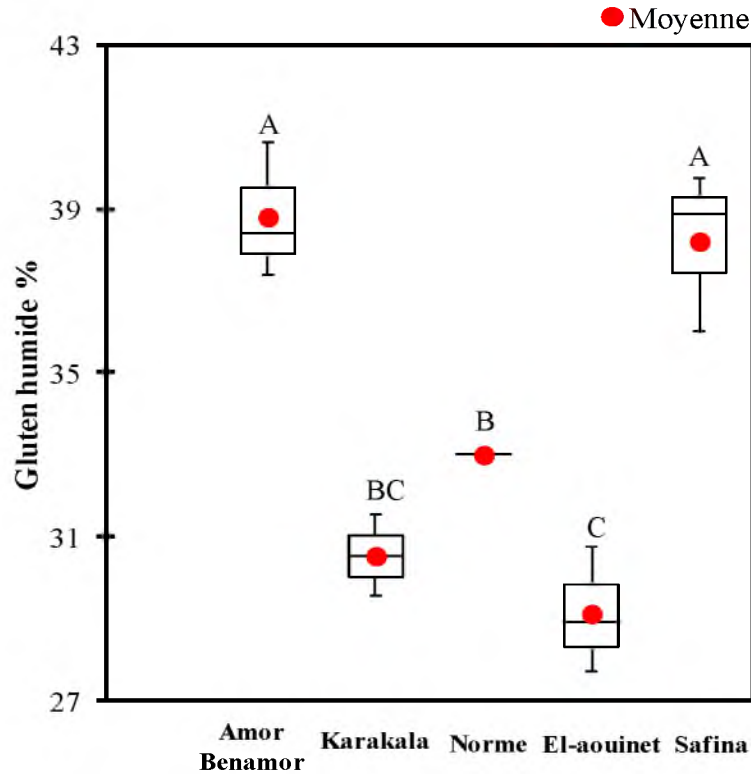


Figure 21 : Taux de gluten humide.

Du point de vue quantitatif, la teneur en gluten humide doit être comprise entre 33 et 34% [57]. En se référant à ces valeurs la teneur en gluten humide des semoules considérées de « bonne qualité » : Amor Benamor (38,81% ± 1,66) et Safina (38,21% ± 1,94) est au dessus du maximum (34%) par contre pour les semoules considérées de mauvaise qualité : Karakala (30,53% ± 1,00) et El-aouinet (29,11% ± 1,52) elle est au dessous du minimum (33%).

Tableau 07 : Analyse de la variance du taux de gluten humide des 04 semoules

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	233.263	58.316	29.477	< 0.0001
Erreur	10	19.784	1.978		
Total corrigé	14	253.047			

Par ailleurs, l'analyse de la variance a montré une différence très hautement significative (Pr < 0,0001) entre les semoules considérées de bonne qualité (Amor Benamor, Safina) avec les valeurs respectives de 38,81% ± 1,66 et 38,21% ± 1,94 et celles considérées de mauvaise qualité (Karakala, El-aouinet) les valeurs respectives 30,53% ± 1,00 et 29, 11% ± 1,52.

La teneur élevée en gluten humide pourrait être due à une forte absorption d'eau.

Le gluten joue un rôle multiple grâce à ses propriétés rhéologiques et son comportement lors du pétrissage, sa composition en permet de fixer à trois fois son poids en eau [57].

II.2.2. Gluten sec

Les résultats obtenus du taux de gluten sec des différents échantillons de semoules sont représentés dans la figure ci-dessous (Box plots).

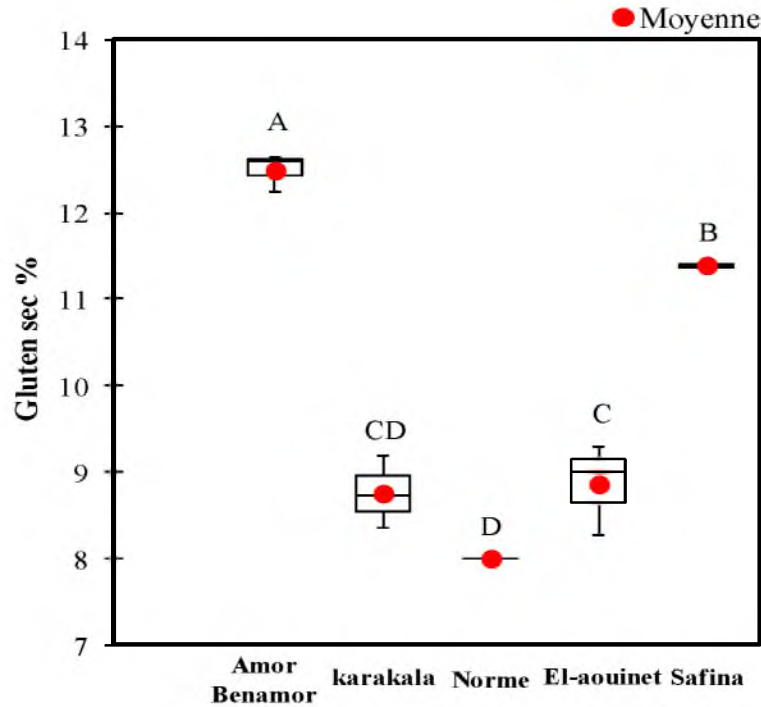


Figure 22 : Taux de gluten sec.

D'après les résultats obtenus, on constate que les teneurs en gluten sec des quatre échantillons de semoules sont acceptables ; car d'après LECOQ (1965) [65], la teneur en gluten sec des semoules varie entre 8 et 12 % ; avec un taux de $12,49\% \pm 0,20$ et $11,39 \pm 0,05$ % pour la semoule de Amor Benamor et Safina (semoule considérées de bonne qualité) et un taux de $8,75 \pm 0,41$ % et $8,86 \pm 0,53$ % pour KaraKala et El-aouinet celles considérés de mauvaise qualité.

Tableau 08 : Analyse de la variance du taux de gluten sec des 04 semoules

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	44.834	11.208	112.700	< 0.0001
Erreur	10	0.995	0.099		
Total corrigé	14	45.828			

Pour ce qui est des résultats de l'ANOVA (Tableau 08), il existe une différence très hautement significative ($Pr < 0,0001$) entre les semoules considérées de « bonne qualité » (Safina et Amor Benamor) et celles des semoules considérées de « mauvaise qualité » (Karakala et El-aouinet).

II.2.3. Capacité d'hydratation

Les résultats obtenus de la capacité d'hydratation des quatre échantillons de semoules sont regroupés dans la figure 23 (Box plots).

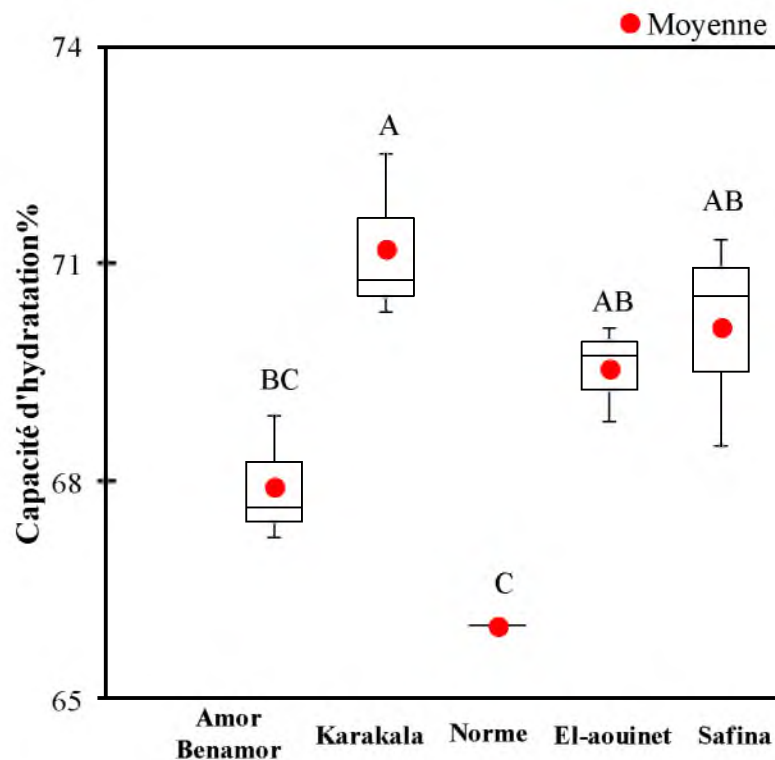


Figure 23 : Capacité d'hydratation.

Les résultats présentés dans la figure 24, montrent que la capacité d'hydratation des glutens des semoules considérées de « bonne qualité » (Ben Amor et Safina) est respectivement de $67,92 \pm 0,88\%$, $70,12 \pm 1,4\%$ et celles des semoules considérées de « mauvaise qualité » (Karakala et El-aouinet) est respectivement de $71,20 \pm 1,15\%$, $69,55 \pm 0,66\%$.

Selon KIGER et KIGER (1967) [42], la capacité d'hydratation est de 66%, mais peut augmenter jusqu'à 69% avec l'augmentation du taux d'extraction, ou diminuer jusqu'à 60% avec le vieillissement de la semoule.

Tableau 09 : Analyse de la variance de la capacité d'hydratation des 04 semoules.

Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Modèle	4	49,791	12,448	13,222	0,001
Erreur	10	9,414	0,941		
Total corrigé	14	59,205			

D'après le Tableau 09, l'analyse de la variance montre une différence hautement significative ($Pr < 0,0001$) entre les semoules Safina, Caracala, El-aouinet et la norme donnée par l'auteur (entre 66 et 69%)

La capacité d'hydratation du gluten varie non seulement en fonction du taux d'hydratation, mais aussi en fonction de la variété de blé et de son état de maturité [20].

II.2.4. Extensibilité du gluten

Les résultats obtenus des valeurs d'extensibilité du gluten des quatre échantillons de semoule sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 10 : extensibilité du gluten des quatre semoules.

Semoules	Amor Benamor	Safina	EL-aouinet	Karakala
Essai 01	1,5	1,7	Se casse après 80min	Se casse après 42min
Essai 02	1,6	1,5	Se casse après 60min	Se casse après 30min
Essai 03	1,5	1,5	Se casse après 75min	Se casse après 40 min
Extensibilité (cm)	$1,53 \pm 0,05$	$1,56 \pm 0,11$	Se casse après $71,66 \pm 10,40$ min	Se casse après $37,33 \pm 6,42$ min

Selon la méthode KOZMINA et KRANZ, permet de classer le gluten en 05 catégories :

- Gluten très bon : conservation de la longueur après 02h.
- Gluten bon : allongement jusqu'à 1,5 après 02h.
- Gluten doux : allongement rapide.
- Gluten faible : allongement considérable et se casse avant la fin de l'essai.
- Gluten court : s'allonge l'égerment mais se casse vite.

Suit aux résultats obtenus (tableau 10) et selon la norme donnée par KOZMINA et KRANZ cité par NAMOUN (1989) [58], l'extensibilité du gluten des semoules considérées de « bonne qualité » : benamor et safina est dans la catégorie de gluten bon tandis que l'extensibilité du gluten des semoules considérées comme « mauvaise qualité » : El-aouinet et Karaala est classés dans la catégorie du gluten faible.

L'élasticité du gluten de la semoule de Amor Bnamor et Safina serait probablement due à une grande quantité de la fraction gluténine (SG-HPM) [66]; sans oublier que la résistance des longues des chaînes des gluténines dépendent du nombre et du degré d'intensité des ponts disulfures [57].

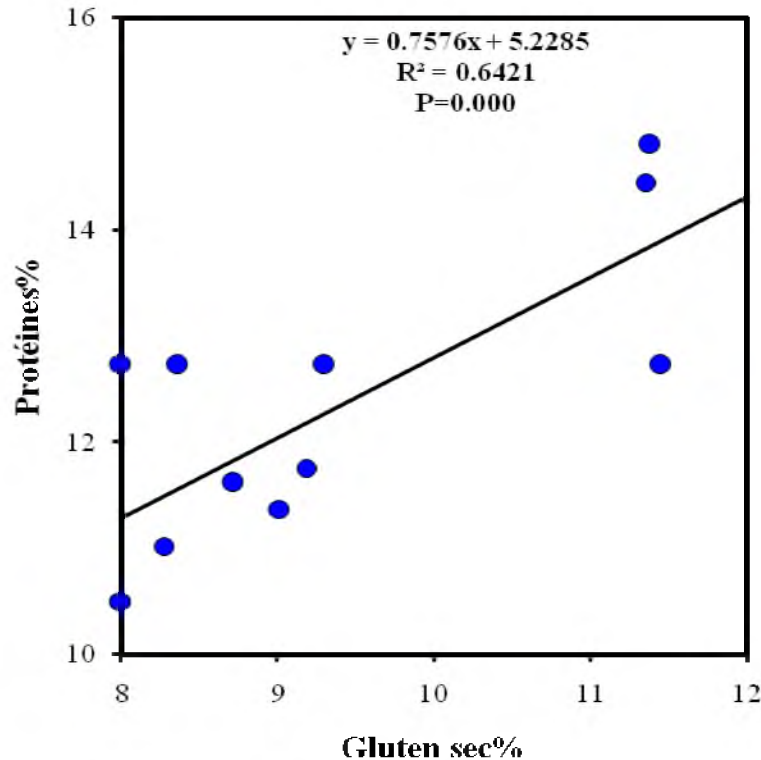
La cassure du gluten serait due probablement à un déséquilibre entre les proportions de gliadine (extensibilité) et de gluténine (élasticité) qui doit être égale à 0,3[25].

FEILLET (2000) [20]. a suggéré que la semoule qui contient une faible quantité de gluten s'hydrate facilement et devient moins élastique et plus visqueuse par rapport à la semoule qui a une grande quantité de gluten et que la teneur élevée en molécules à faible poids moléculaires (SG-FPM) rend le gluten moins élastique.

II.3. Corrélation entre le taux des protéines et le taux de gluten

D'après la figure 25, l'augmentation du taux de protéine et correspond à une augmentation du taux de gluten donc il existe une corrélation positive entre le taux de gluten sec et la teneur en protéines ($R > 0$).

D'après BOUDREAU(1992) [1], la teneur en gluten représente 80% des protéines. Ce qui est évident du fait qu'il existe une corrélation positive entre le taux de gluten sec et la teneur en protéines.



R : Coefficients de détermination.

Figure 24 : Corrélation entre le taux des protéines et le taux de gluten.

VI. Résultats des paramètres microbiologiques

D'après les résultats obtenus après l'ensemencement et incubation des quatre échantillons :

- Pour les semoules considérées de bonne qualité « benamor » et « Safina » :

Nous avons notés l'absence totale de moisissure.

- Pour les semoules considérées de mauvaise qualité « El-aouinet » et « Caracala » :

Nous avons isolés 09 souches de moisissures:

- L'échantillon de semoule « El-aouinet » a six (06) souches : MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6.

- L'échantillon de semoule « Caracala » a trois (03) souches : MC1, MC2, MC3,

Les résultats des caractères macroscopiques et microscopiques des isolats appartenant aux deux échantillons de semoule sont récapitulés dans les Tableaux 11 et 12.

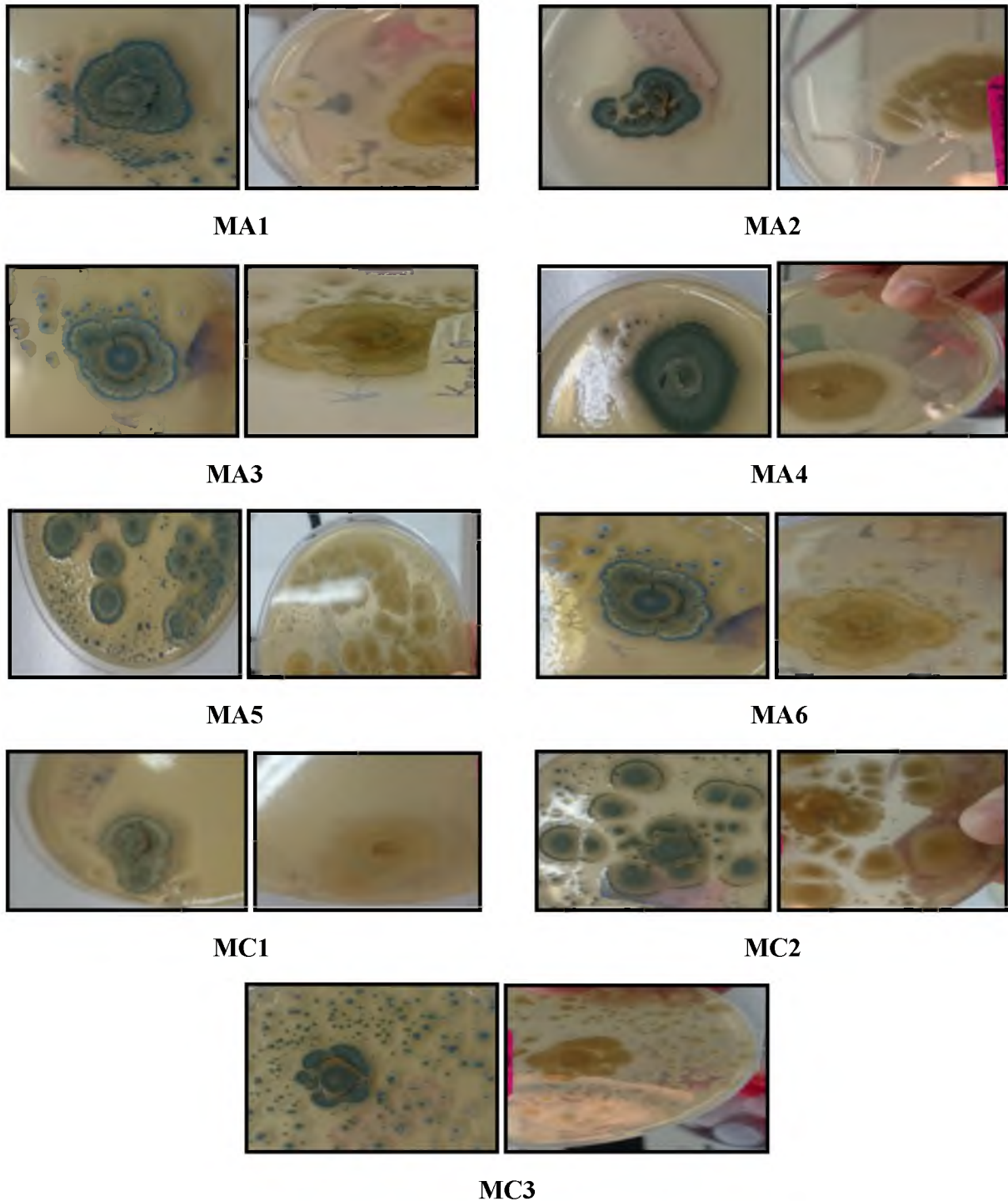
Les isolats obtenus sont rapprochés dans deux genres:

Les isolats MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6, MC1, MC2, MC3, appartiennent au genre *Penicillium*

Les semoules ne doivent pas dépasser 10^3 germes /gramme de semoule [59], donc les échantillons des semoules étudiées présente une très bonne qualité hygiénique surtout « **Amor Benamor** » et « **Safina** » qui présentent une absence totale.

Tableau 11 : Caractères cultureux des isolats de moisissures.

Echantillons de semoule	Codes d'isolats	Mycéliums Aériens	Revers des boîtes	Exsudations	Pigmentations
El-aouinet	MA1	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	cultures brun	Absence	Absence
	MA2	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
	MA3	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
	MA4	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
	MA5	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
	MA6	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
Karakala	MC1	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
	MC2	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence
	MC3	Bleu vert, duveteux à croissance lente non homogène (72h)	brun	Absence	Absence



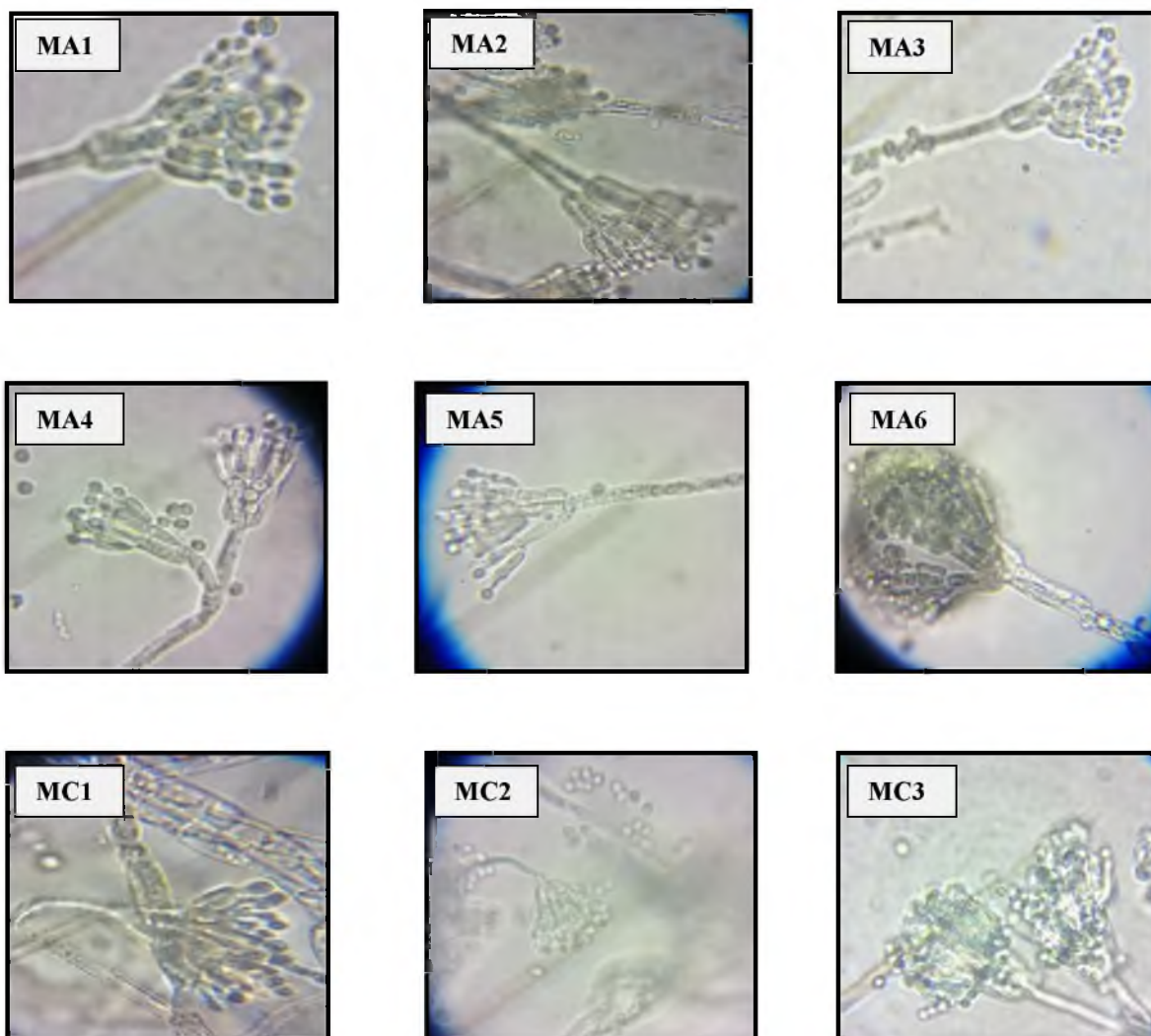
Semoule El-aouinet : MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6.

Semoile Karacala : MC1, MC2, MC3.

Figure 25 : Observations macroscopiques des isolats de moisissures.

Tableau 12: caractères microscopique des isolats.

Echantillons de semoule	Codes d'isolats	Caractères microscopiques	Identifications des genres
El-aouinet	MA1	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore: verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MA2	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore: verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MA3	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore: verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MA4	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore : verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MA5	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore : verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MA6	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore :verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
Karakala	MC1	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore : verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MC2	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore : verticillée asymétrique Conidiospores: ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>
	MC3	Septomycete : thalle cloisonné Conidiophore: verticillée asymétrique Conidiospores : ovoïde en chainettes	<i>Penicillium</i>



Semoule El-aouinet : MA1, MA2, MA3, MA4, MA5, MA6.

Semoile Karacala : MC1, MC2, MC3.

Figure 26 : Observations microscopiques des souches de moisissures.

Conclusion

Notre étude porte essentiellement sur la qualité des différentes marques des semoules commercialisées dans la commune de TEBESSA, que nous avons choisi sur la base d'une enquête au près de 60 femmes.

Les résultats de l'enquête nous a permis de choisir quatre semoules : deux considérées de bonne qualité « Amor Benamor et Safina » et deux considérées de mauvaise qualité « Karakala et El-aouinet », et de connaître les critères sur lesquelles les femmes se basent pour dire qu'une semoule est de bonne qualité comme la couleur jaune de la semoule, une pâte non collante au cours du pétrissage...etc.

Les résultats de l'étude montrent que le taux d'humidité des semoules, Karakala ($14,96\% \pm 0,52$) et El-aouinet ($14,70\% \pm 0,23$) sont non conforme à la norme ; sauf pour la semoule de Safina ($13,97\% \pm 0,52$).

L'acidité grasse des quatre semoules est conforme à la norme, elle se situe entre $0,029\% \pm 0,00$ et $0,033\% \pm 0,004$.

Pour le taux de cendre de toutes les semoules il est au-dessous du maximum avec des valeurs entre $0,558\% \pm 0,3$ et $0,673\% \pm 0,14$.

Concernant le taux des protéines qui est le critère le plus important, les semoules considérées de bonne qualité ont des teneurs de $15,62\% \pm 0,14$ pour Amor Benamor et de $14,63\% \pm 0,25$ pour Safina et les semoules considérées de mauvaise qualité elle est de $11,69\% \pm 0,09$ Karakala et de $11,19\% \pm 0,24$ pour El-aouinet. Il apparaît clairement que les semoules « Amor Benamor et Safina » sont les meilleurs du point de vue teneur en protéine (quantité) avec une teneur respectivement de 15,62 et 14,63% alors que « Karakala et El-aouinet » ont une teneur respectivement de 11,19 % et 11,69%.

Pour le gluten humide, les semoules considérées de bonne qualité sont conformes à la norme avec une valeur de $38,81\% \pm 1,66$ pour Amor Benamor et de $21\% \pm 1,94$ pour Safina 38 et les semoules considérées de mauvaise qualité «Karakala et El-aouinet » ont des teneurs de $30,53\% \pm 1,00$ et $29,11\% \pm 1,52$ respectivement qui sont inférieure au minimum.

Tandis que, le taux de gluten sec des quatre semoules est conforme à la norme avec des valeurs entre $8,75 \pm 0,41$ % et $12,49\% \pm 0,20$.

Le gluten donne une indication globale sur la qualité des protéines, et comme nous l'avons souligné auparavant, la qualité d'une semoule (qualité technologique) ne dépend pas uniquement de la teneur en protéines mais aussi de leur qualité et cela est justifié par l'extensibilité, puisque le gluten de « Amor Benamor et safina » est classé dans la catégorie

du bon gluten, tandis que celui de « Karakala et El-aouinet » est classé dans la catégorie du gluten faible et il y-a une corrélation positive entre le taux de protéines et le taux de gluten.

Concernant l'analyse microbiologique, tous les échantillons des semoules présentent une bonne qualité microbiologique surtout les semoules : Amor Benamor et Safina

Par ailleurs, l'analyse de la variance (ANOVA) a confirmé les résultats de l'enquête et elle a montré qu'il existe une différence hautement significative entre les semoules considérées de bonne qualité « Amor Benamor et Safina» et les semoules considérées de mauvaise qualité « Karakala et El-aouinet ».

En effet, les marques de « Amor Benamor et Safina » sont vraiment des semoules de bonne qualité, puisqu'elles répondent à la fois aux aspirations des femmes questionnées et aux normes

Donc, le consommateur peut faire la différence entre une semoule de bonne qualité et une semoule de mauvaise qualité et que la marque a un grand rôle dans le choix du produit.

Pour avoir un travail plus complet, on propose de renforcer l'étude par d'autres analyses :

- Organoleptiques (couleur, odeur,...) ;
- Indice de chute ;
- Teneur en matière grasse ;
- Evaluation du caractère collant ;
- Dosage des mycotoxine ;
- Dosage des traces des pesticides.

Université Tébessa
Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie
Département de Biologie appliquée

Enquête sur l'étude de la qualité des semoules mis sur le marché de wilaya de Tébessa

Questionnaire N° :.....

Date de l'enquête :.....

Veillez mettre une croix dans la ou (les) case (s) correspondante(s) ou répondre à la question.

Volet 1. Identification et renseignements personnels

1. Age : [25-35] [35-45] >45

2. Zone d'habitation :

3. Niveau d'instruction : illettré ayant étudié dans une école coranique
primaire moyen secondaire supérieure

4. Profession :

Volet 2. Renseignements sur la Qualité de la semoule

1-Est-ce-que vous consommez la galette ?

Oui Non

2- Si oui, vous la consommez sous quelles formes ou type ?

.....

3 - Quelle est la fréquence de consommation de galette ?

Souvent moyen rarement

4- Est-ce-que vous utiliser la semoule supérieure ou normale ?

.....

5 -Est-ce-que vous maitrisez la préparation de la galette?

Oui Non

6 - Si oui, Est-ce-que la qualité de la galette dépend la qualité de la semoule utilisée?

Oui non

7- Si oui, comment ?

.....

8- Si oui, Vous connaissez la semoule de bonne qualité ?

Oui non

9- Si oui, Comment vous déterminez la qualité de la semoule ?

Aspect visuel au cours pétrissage pointage apprêt Après cuisson

10- Si par l'aspect visuel, quelles sont les caractéristiques ?

.....
.....

11- Si au cours du pétrissage, quelles sont les caractéristiques ?

.....
.....

12- Si au cours de pointage, quelles sont les caractéristiques ?

.....
.....

13- Si au cours de l'apprêt, quelles sont les caractéristiques ?

.....
.....

14- Si après cuisson, quelles sont les caractéristiques ?

.....
.....

15- Quelle est la ou les semoules que vous préférez?

.....
.....
.....

16-Quelle est la ou les semoules que vous trouvez de mauvaise qualité ?

.....
.....
.....

17- Quelles sont les critères de la semoule utilisée pour la galette et la semoule utilisée pour le couscous ou autre pates alimentaire ?

.....
.....
.....

Milieux et réactifs

Gélose au malt

- extrait de malt.....30g/l.
- d'agar15g/l.

Lactophéno

- Acide lactique.....100ml
- Phénol.....100g
- Gycérpl.....100 ml
- Eau distillée.....100ml



Figure 01 : les semoules considérées de bonne qualité.



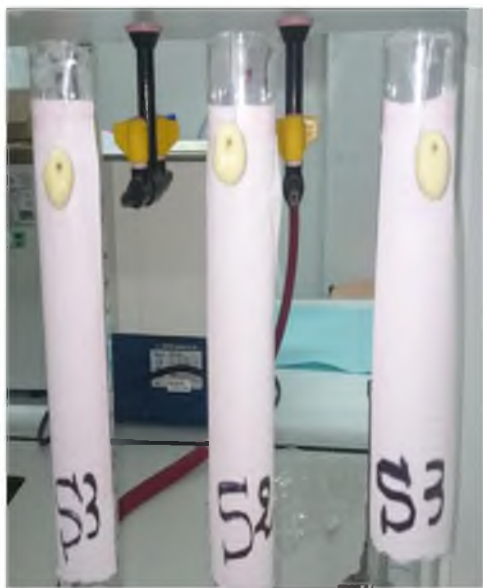
Figure 02 : les semoules considérées de mauvaise qualité.



Figure 03 : Etapes de détermination de l'acidité grasse.



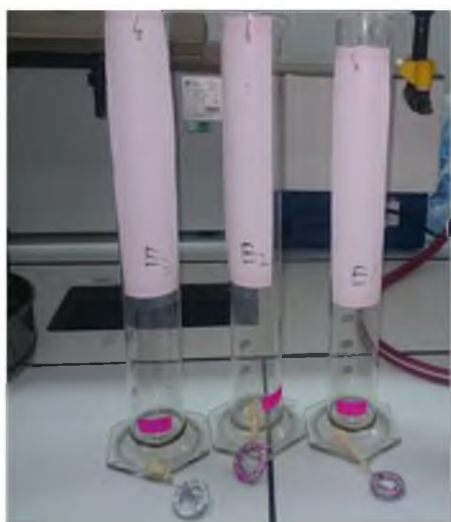
Figure 04 : Détermination du taux de gluten sec.



S : Safina

B : Amor Benamor

Figure 04 : Détermination de l'extensibilité des semoules considérées de bonne qualité.



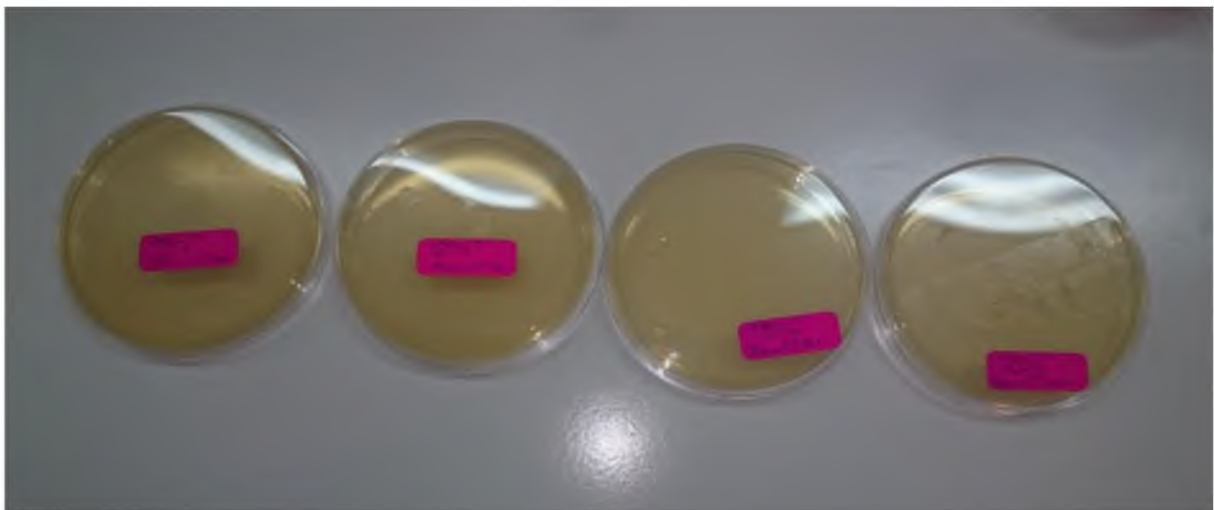
E: El-aouinet

K: Karakala

Figure 05 : Détermination de l'extensibilité des semoules considérées de mauvaise qualité.



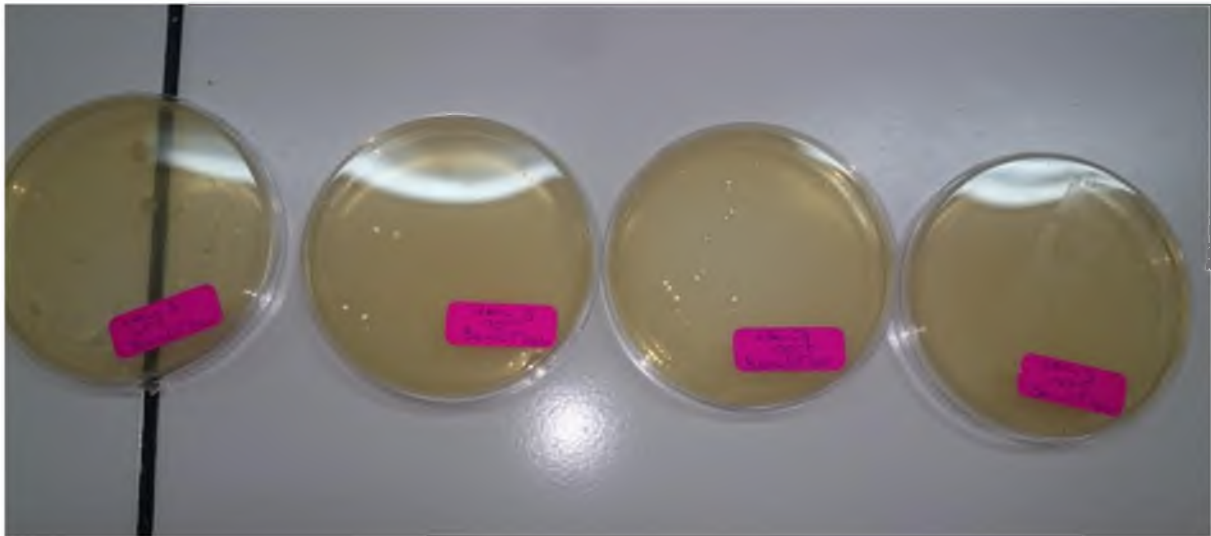
Boîte de Pétri témoin



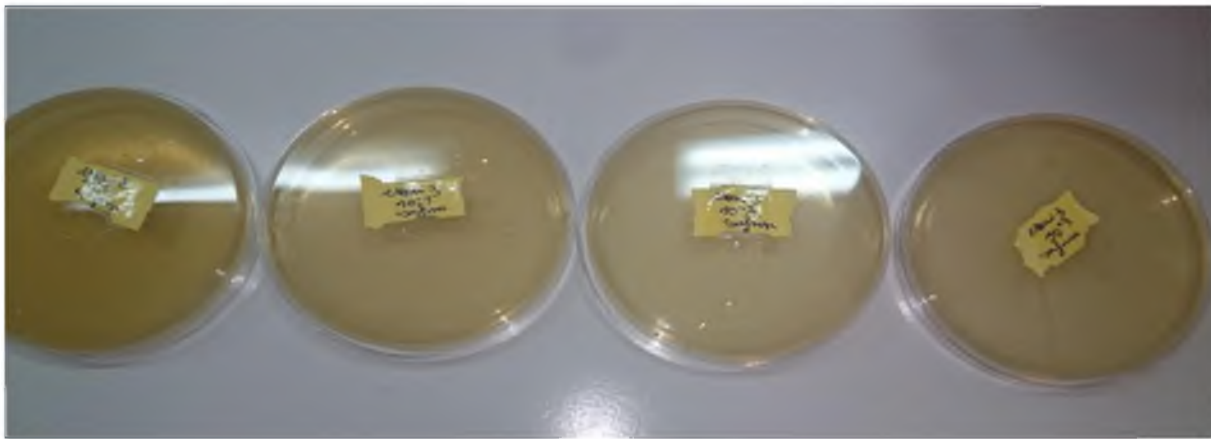
Amor Benamor essai 01



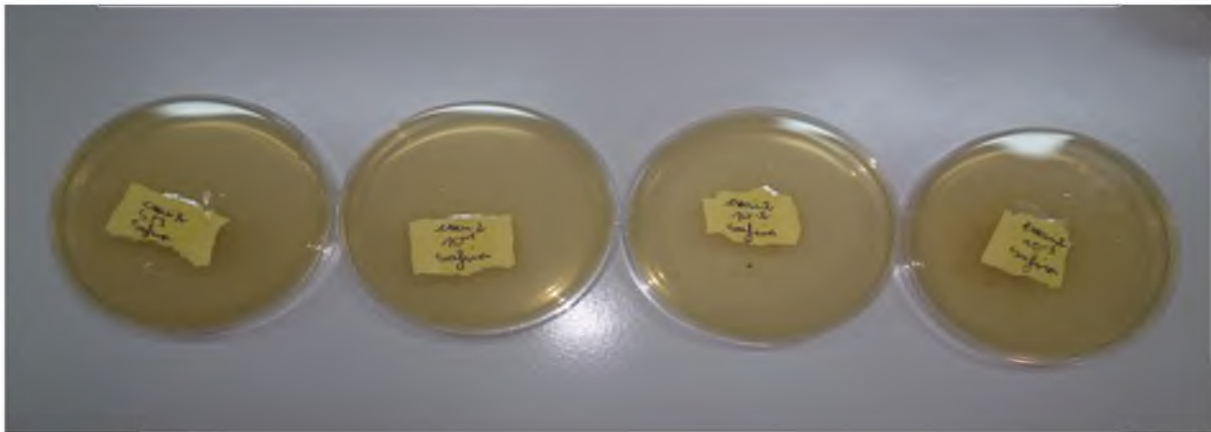
Amor Benamor essai 02



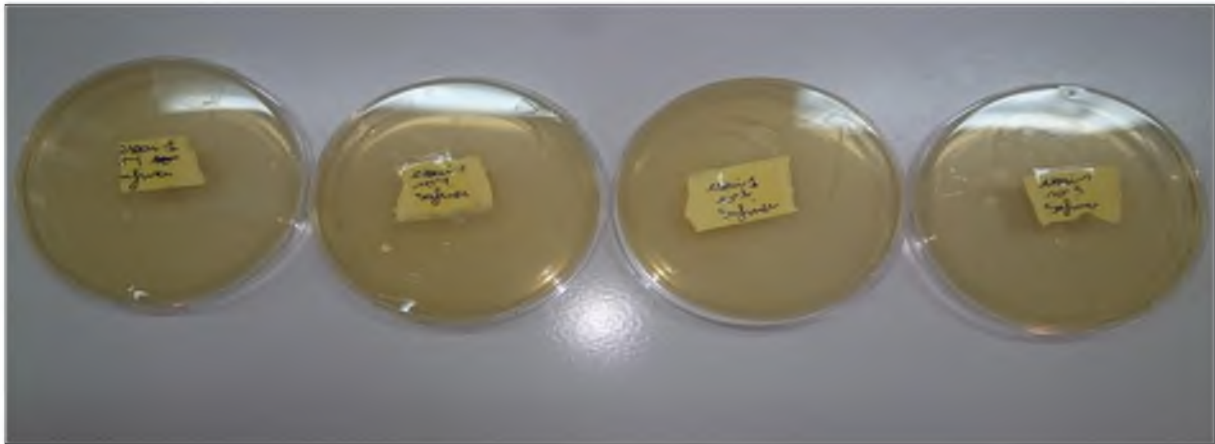
Amor Benamor essai 03



Safina essai : 01



Safina essai 02

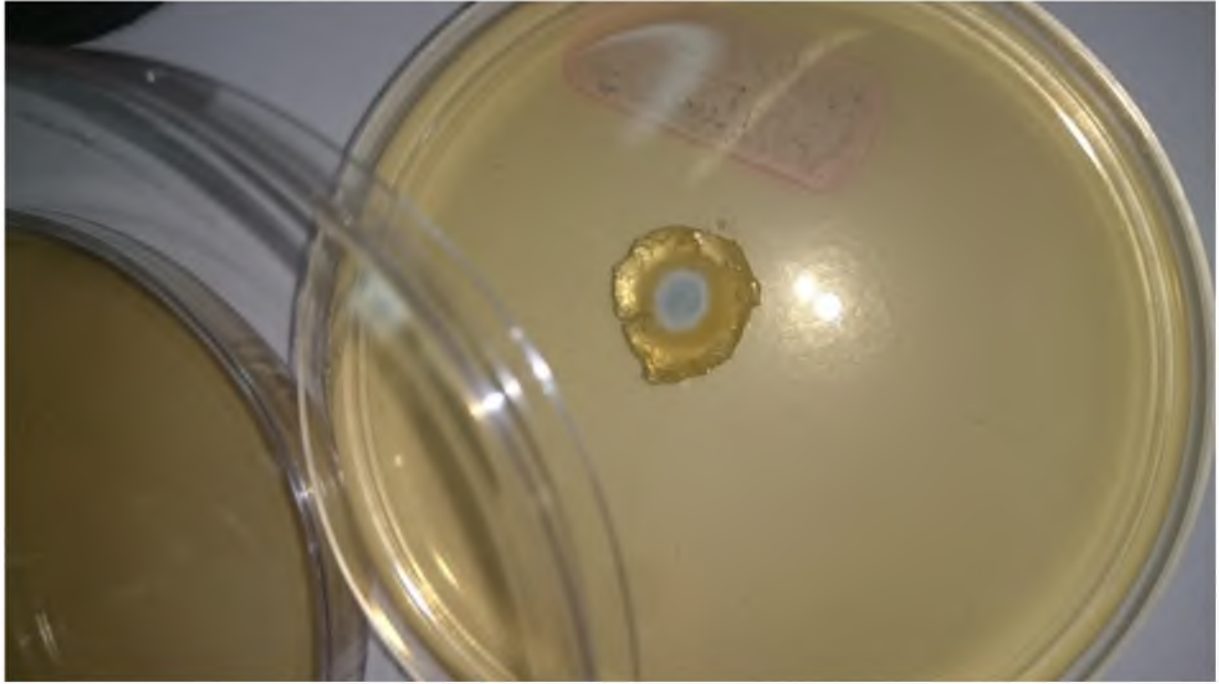


Safina essai 03

Figure 06 : Résultats obtenus pour les semoules considérées de bonne qualité.



Figure 07 : isolement des moisissures des semoules considérées de mauvaise qualité.



- [1] **BOUDREAU.A, MENARD.G**, Le blé. Eléments fondamentaux et transformation ». Coordonnateurs, ed : Les presses de l'Université Laval, Canada, 1992, 439 p.
- [2] **GODON.B**, Valeur meunière et boulangère des blés tendre et de leurs farines, Conservation et stockage des grains et produits dérivés céréales, protéagineux, aliment pour animaux, ed : tec et doc, Paris, 1982, p 65.
- [3] **KELLOU.R**, Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité qualité-méditerranéen le cas coopérative sud céréales, groupe coopératif accitan et Auecoop, Thèse de master en science IAAMM .université de Montpellier, 2008, 160 p.
- [4] **BENBELKACEM.A, BRINIS.L, SADLI.F**, La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. (Options Méditerranéennes CIHEAM, Série A, Séminaires Méditerranéen, 1995, p 61 -65.
- [5] **MEBTOUCHE.K**, Caractérisation technologique de quelques lignées de blé dur In : Céréaliculture N°32. Revue technique et scientifique de l'ITGC, Alger, 1998, p 27-33.
- [6] **TRENTESAUX.E**, Evaluation de la qualité du blé dur, Séminaire Méditerranéen N° 22,1995.
- [7] **ALLAYA.M., RUCHETON.G**, Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région méditerranéenne. Agri. Med. Rapport annuel du CIHEAM, Paris, 2006, pp 446.
- [8] **BENCHARIA, TOZANLIS, LEMEILLIEUR.S**, Dynamique des acteurs dans les filières agronomiques et agroalimentaires. Options Méditerranéennes, Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord, 2009, P 94-142.
- [9] **TROCCOLIA, BORRELLI.G.M, DE VITA.P, FARES.C, DI FONZK.N**, Durum wheat quality, a multidisciplinary concept.J. Cereal. Sci (32), 2000 , pp 99-113.
- [10] **DERBAL.N**, Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie. Mémoire de Magistère en biologie végétale. Option : Biotechnologie Végétale, Université de constantine, 2009, 113p.
- [11] **FAO STAT**, Statistical database of the food and agriculture organization of the United Nations. 2007.
- [12] **CIC**, bulletin bimensuel, Blé dur: situation en 2007-2008 et Perspectives , vol. 20, N°18, 05 décembre, 2007 p1- 4.
- [13] **DJERMOUN.A**, La Production céréalière en Algérie: les principales caractéristiques. Nature et Technologie 2009, p 45-53.

- [14] **BOUSSARD.J.M, CHABANE.M**, La problématique des céréales en Algérie Défis, enjeux et perspectives. Communication dans le cadre de la 5èmes Journées de recherches en sciences sociales à AgroSup Dijon, 2011, P 16.
- [15] **CHEHAT.F**, Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM, Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation, Alger, 2007, p 8-11.
- [16] **MADR**, Statistiques Agricoles Série B 09, 2009,65P.
- [17] **ITGC**, Bulletin des grandes cultures N°3 mai-juin 2012 ,5p.
- [18] **SURGET.A, BARRON.C**, Histologie du grain de blé : Industrie des céréales, 2005,145 p.
- [19] **MACKEY.J**, Species relations in Triticum, Proc.2nd International wheat genetic. Symposium. Herditas, 1968, 237P.
- [20]**FEILLET.P**, Le grain de blé, composition et utilisation, ed : INRA, Paris, 2000, 303 P.
- [21] **HAMEL.L**, Appréciation de la variabilité génétique des blés durs et des blés apparentés par les marqueurs biochimiques. Thèse de magister en Biologie végétale et d'écologie. Université Mentouri Constantine. 2010, 83 p.
- [22] **CALVEL.R**, La boulangerie moderne, ed : EYROLLES, Paris, 1984,460 p.
- [23] **EMILLIE**, Connaissance des aliments, bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique ; ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 2007, 613 p.
- [24] **GODON.B, WILLM.C**, Les industries de première transformation des céréales. .ed : tec et doc Lavoisier. 1998, 656 p.
- [25] **JINTET.R, CROGUENNEC.T, SCHUCK.P, BRULE.G**, science des aliments, ed : tec et doc Lavoisier Paris, 2007, 383 p.
- [26] **PAUL.C**, Céréales et alimentation : une approche globale Agriculture Environnement Alimentation et Céréales, ed : INRA, 2007, p 1-4.
- [27] **VIRLING.V**, aliments et boissons, filières et produits, ed : doin, 2008 , 277 p.
- [28] **PATRICK.J.F**, 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, option : sciences et Technologie des Aliments, Université Laval-Québec. 2006, 293 p.
- [29] **ROUDAUT.H, LEFRANCQ.E**, Alimentation théorique , Série science des aliments, centre régional de documentation pédagogique d'Aquitane. 2005,305 p.
- [30] **FREDOT E., 2005** : Connaissance des aliments. TEC & DOC, Paris, 397p.

- [31] **DEÀK.T**, Handbook of food spoilage yeasts, ed: CRC Press, 2008, 325 P.
- [32] **BOURGEOIS.C, MESCLE.J-F, ZUCCA.J**, microbiologie alimentaire, aspect microbiologique de la sécurité des aliments, ed : tec et doc, Lavoisier, Paris 2008, 672 p.
- [33] **ROBERTS.T.A**, Microorganisms in foods, Microbial Ecology of food Commodities. Second Edition : Springer, 2005, 776 P.
- [34] **GODON.B, LOISEL.W**, Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales, Ed : Tec et Doc Lavoisier, Paris, 1997, 819 P.
- [35] **PITT JOHN.I, HOCKING AILSA.D**, Fungi and food spoilage. Third edition. Springer Science, 2009, 519 P.
- [36] *Codex Alimentarius 178-1991*, Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur, CODEX STAN (Rév. 1-1995), Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, 1991, 3 p
- [37] **FORTIN.F**, L'encyclopédie visuelle des aliments. Les éditions Québec Amérique inc, 1996, 689 P.
- [38] **CHRISTELE-ICARD.V**, De la semoule du blé dur aux pâtes alimentaires : événements physiques et biochimiques. Industires Agricoles et Alimentaires, 2000, 117 p.
- [39] **BARKOUTI.A**, Agglomération humide de poudres à réactivité de surface, Approche mécanistique de la morphogénèse de structures alimentaires agglomérées, Thèse de docteur de l'université Montpellier, 2012, 185 p.
- [40] **VIRLING.E**, Aliment et boisson, Filières et produits, 2^{ème} Edition Doin , 2003, 270 p.
- [41] **BORNET.F**, Technologies des amidon, digestibilité et effets métabolique, ed : Nut, Diét 1993, 1620 p.
- [42] **KIGER J.L, KIGER J.G**, Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de régime, ed : DUNO, Paris.1967, 676 p.
- [43] **FEILLET.P**, L'industrie des pâtes alimentaires : Technologies de fabrication, Qualité des produits finis et des matières premières. Ind. Agric. Aliment. N°103. 1986, p 979 – 989
- [44] **CHERDOUH.A**, Caractérisation biochimique et génétique des protéines de réserve des blés durs Algériens (*Triticum durum* Desf.) : relation avec la qualité, thèse de magistère, Université de Constantine, Algérie, 1999, 73 p.
- [45] **DOUMANDJI.A, DOUMANDJI.B, DOUMANDJI.S**, Technologie de transformation de blé et problèmes dus aux stocks, ed : ophice des publications universitaires. Alger. 2003, 65p
- [46] **ANONIME**, Composition de la semoule. [http// www.e-santé.fr](http://www.e-santé.fr), 2016.

- [47] **APFELBAU.M, APERTMULER.L, FORAT.G, BEGON.M, NILLUS.P**, Dictionnaire pratique de diététique et de nutrition, ed : Masson, Paris, 1981, 615 p.
- [48] **MADANI.M**, qualité technologique de quelques céréales (blé tendre, blé dur, orge et triticale) C/S du laboratoire de technologie de l'ITGC, 2009, 20 p.
- [49] **MATVEEF.M**, Etude granulométrique et physicochimique des semoules industrielles, Burll, ENSMIC, 1969, 230 p.
- [50] **AIT-SLIMANE-AIT-KAKI.S**, Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie, thèse de doctorat Option : Biologie végétale et Amélioration des Plantes, Université de Annaba, 2008, 151 p.
- [51] **LEGRAS.B, KOHLER.F**, Eléments de statistique à l'usage des étudiants en médecine et en biologie, ed : ellips, Paris 2007, P21.
- [52] **BERTRAND.F, MAUMY-BERTRAND.M**, Statistiques pour les scientifiques, Ed : DOUNOD, Paris, 2011, p195.
- [53] **BAR**, Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Guide pratique, ed :ITCF, Paris, 2001, 268 p.
- [54] **COORD GROSCLAUDE.G**, Un point sur l'eau, Tome 1, Milieu naturel et maîtrise, ed : INRA, Paris, 1999, 204 p.
- [55] **JOURNAL OFFICIEL ALGERIENNE N° 35**, Arrêts, décision et avis, 7 juillet 2013
- [56] **BENCHIKH.C**, Valorisation de la qualité de 3 variétés locales de blé dur (*Triticum durum Desf.*) cultivées en région semi-aride, Thèse de magister, option : Valorisation et amélioration de l'agro biodiversité végétale, Université de Batna. 2015. 97 p.
- [57] **GODON.B**, Biotransformation des produits céréaliers, Ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 1991, 221 p.
- [58] **NAMOUNE.H**, Détermination des aptitudes technologiques des principales variétés de blé tendre cultivées en Algérie. Thèse de magister, option : Génie industrie alimentaire, Université de Constantine, 1989, 269 p.
- [59] **GUIRAUD J-P**, Microbiologie Alimentaire, ed :Dunod, Paris, 2003, 550 p.
- [60] **ABECASSIS.J**, Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés, Industries des céréales N° 81, 1993, 35 p.
- [61] **F.A.O**, Codex Alimentarius, Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales, FAO. Vol 7. 2ème édition. Rome. 1996, 164 p.
- [62] **SELSELET.A**, Technologie des céréales et produits céréaliers. Institut de technologie agricole de Mostaganem, 1991,147 p.

[63] *Codex Alimentarius 178-1995*, Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur, Céréales, légumes secs, légumineuses et matières protéiques végétales, 1995, 3 p

[64] **CHERIET.G**, étude de la galette : différents types, recette et mode de préparation Thèse de magister. Option : science alimentaire. INATAA. Université de Constantine, 2000, 99 P.

[65] **LECOQ.R**, Manuel des analyses alimentaires et d'expertise usuelle, ed : DOIN, Paris, 1965, 938 p.

[66] **CHEFTEL.J-C, CHEFTEL.A**, introduction à la biochimie et à la technologie des aliments, ed : Tec et Doc, Lavoisier, Paris 1984, 318 p.