



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Amar Thelidji- Laghouat

FACULTE : SCIENCES

DEPARTEMENT : SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE MASTER

Présenté par : GUEDIME Chikha

DOMAINE : SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE (SNV)

FILIERE : SCIENCES AGRONOMIQUES

OPTION : AGROALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE

Thème

**ÉSSAIS DE FABRICATION ET CONTRÔLE DE LA QUALITÉ
PHYSICO-CHIMIQUE DE DIFFÉRENTES FORMULATIONS
DE COUSCOUS**

Jury de soutenance :

Nom et Prénom	Grade	qualité
OUAISSA N.	MAA	Président
GOUDJAL Y.	MCA	Examineur I
LOUNICI S.	MAA	Rapporteur
TURKI L.	Ingénieur de production	Co-rapporteur

Promotion : Juin - 2018

Remerciements

J'adresse mes remerciements, tout d'abord à Madame Lounici Safia et Monsieur Turki Lotfi pour l'encadrement et la proposition de ce travail, pour leur disponibilité et encouragements, pour leurs aides et leurs conseils et pour leurs grandes valeurs humaines.

Mes remerciements s'adressent aussi à Monsieur Benchatouh Ahmed, Chef de département pour sa disponibilité, aide et gentillesse

Je remercie également Madame Ouaisa Nadjat, Maitre-Assistant A. de l'université de Laghouat pour la présidence du jury et Monsieur Goudjal Yacine, Maitre de Conférences A., Université de Laghouat d'avoir accepté d'examiner ce travail Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma gratitude.

Je tiens à remercier chaleureusement toute l'équipe des moulins Laghouat, en spécialement Monsieur le Directeur des moulins de Laghouat, Monsieur Turki L. et le personnel du laboratoire pour leur aide et encadrement.

Je souhaite aussi saluer et remercier mes collègues étudiants (es), avec qui j'ai eu le plaisir d'étudier durant ces cinq dernières années.

Je tiens aussi à remercier tous les enseignants du département des sciences agronomiques.

Enfin, merci à tous ceux qui m'ont aidé de près ou loin durant ces années d'études et dans la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Notre seul espoir, notre patrie l'Algérie.

Ma mère et mon père qui ont été la lumière de ma vie.

*Ma grande mère : **KAHLALACH Chikha.***

*Mon mari: **BEN ALAI Mohamed .***

Ma chère fille Chahed

*Mes frères: **Hamza, Brahim, Mohamed, Lamine.***

*Mes sœur :**Inass, Fatima, Aya.***

*Et à toutes les familles: **GUEDIME, MAACHE et BEN ALA***

*A mes amies : **Wahiba G. ,Aicha G., Nesrine H., Faiza H., Zahira C., Amina B., Aicha N., Ayat D., Imane M., Wahiba C., Manal A., et surtout Naima D., Amal D., Bochra N. et Basma N.***

A tous le personnel du laboratoire «moulin de Laghouat » qui m'ont aidé dans la réalisation de ce stage.

Et à tout le groupe de l'option control de qualité et agroalimentaire, ainsi qu'à toute la promotion 2018



LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1. Composition de la semoule en vitamines	9
Tableau 2. Composition biochimique de la semoule de blé dur et du couscous industriel moyen	11
Tableau 3. Différentes formulations de couscous	20
Tableau 4. Interprétation des résultats	27
Tableau 5. Résultats de la caractérisation physico-chimique de la semoule supérieure utilisée.	31
Tableau 6. Granulométrie de la semoule supérieure utilisée pour la fabrication des couscous.	31
Tableau 7. Résultats de la caractérisation physico-chimique de la farine utilisée.	32
Tableau 8. Propriétés viscoélastiques de la farine	32
Tableau 9. La granulométrie de la farine.	32
Tableau 10. Masse volumique des échantillons de couscous	36
Tableau 11. Indice de jaune des couscous.	36
Tableau 12. Indice de gonflement des couscous moyens et gros.	37
Tableau 13. Temps de cuisson des différentes formulations de couscous moyen	40
Tableau 14. Temps de cuisson des différentes formulations de couscous gros	40

LISTE DES FIGURES

	page
Figure 1. Couscous	5
Figure 2. Matériel de fabrication artisanale de couscous	6
Figure 3. Mécanisme d'agglomération de la semoule de blé dur	8
Figure 4. <i>Glutomatic 2200</i>	23
figure 5. <i>Glutork 2020</i>	24
figure 6. Alvéographe de Chopin	26
figure 7. Falling Number 1500	27
figure 8. Couscoussier utilisé pour la détermination de temps de cuisson	29
figure 9. Détermination du taux de gonflement	30
Figure 10. Histogrammes des taux d'humidités des échantillons de couscous	33
Figure 11. Histogrammes de la teneur en cendres des échantillons de couscous	34
Figure 12. Histogrammes de la granulométrie des différentes formulations de couscous moyen	34
Figure 13. Histogrammes de la granulométrie des différentes formulations de couscous gros	35
Figure 14. Evolution du gonflement des différentes formulations de couscous « moyen » en fonction du temps	38
Figure 15. Hauteur des couscous « moyens » lors de la cuisson	39
Figure 16. Hauteur des couscous « gros » lors de la cuisson	39

Tableau de matière	page
Introduction	1
Partie bibliographique	
1. GÉNÉRALITÉS SUR LE COUSCOUS	3
1.1. Définition du couscous	3
1.2. Etymologie du mot couscous	3
1.3. Consommation	4
1.4. Dérivés du couscous	4
1.5. Technologie du couscous	4
1.5.1. Procédé artisanale de la fabrication du couscous	5
1.5.2. Procédé industriel de la fabrication du couscous	7
1.6. Matières premières utilisées dans la fabrication du couscous	8
1.6.1. La semoule	8
1.6.2. La farine	9
1.7. Composition du couscous	10
2. QUALITÉ DU COUSCOUS	12
2.1. Qualité nutritionnelle	12
2.2. Qualité microbiologique	12
2.3. Qualité organoleptique	13
2.3.1. Qualité commerciale du couscous	13
a) <i>Couleur du couscous</i>	13
b) <i>Granulométrie des particules</i>	13
c) <i>Forme des particules</i>	13
2.3.2. Valeurs couscoussières	13
a) <i>l'aspect du couscous sec</i>	14
b) <i>La qualité culinaire</i>	14
2.4. Facteurs influents sur la qualité du couscous	14
2.4.1. Effet de la matière première	15
2.4.2. Influence des conditions de fabrication	15
Partie expérimentale	
1. MATÉRIEL ET MÉTHODES	17
1.1. Présentation du site d'étude	17
1.2. Matériel utilisé	17

1.3. Fabrication de la semoule	17
1.4. Fabrication de Farine	18
1.5. Fabrication industrielle de couscous	19
1.6. Méthodes d'analyse de la semoule et la farine	22
1.7. Appréciation de la qualité physico-chimique et technologique du couscous sec industriel	28
1.8. Appréciation de la qualité culinaire du couscous industriel	29
2. RÉSULTATS	
2.1. Résultats de l'analyse de la semoule	31
2.2. Résultats de l'analyse de la farine	31
2.3. Résultats des analyses des couscous	33
2.3.1. Taux d'humidité	33
2.3.2. Taux de cendres	33
2.3.3. Granulométrie du couscous	34
2.3.4. Masse volumique	35
2.3.5. Couleur de couscous	36
2.3.6. Indice de gonflement	37
2.3.7. Temps de cuisson	38
3. Discussions	41
Conclusion	44
Références bibliographiques	

Introduction

Introduction

Les céréales et leurs dérivés constituent l'une des bases de l'agroalimentaire en Algérie. Le couscous est l'une des pâtes alimentaires les plus anciennes développées par les habitants indigènes (Berbères) de l'Afrique du Nord (Kaup et Walker, 1986). Cette importance est due au modèle et aux habitudes alimentaires de la population, notamment pour la semoule (pain, pâte, couscous, galette de pain) et la farine (pain) ; Le blé dur est la matière première idéale pour la fabrication des pâtes alimentaires et du couscous.

Le couscous représente pour les populations du Maghreb un aliment de base et un pilier identitaire. Malgré l'actuelle diversification de l'alimentation, ce plat est coutumier et plus apprécié par la population rurale et urbaine du Maghreb et reste le plat des occasions et des fêtes (Guezlane et *al.*, 1986). Du fait de sa qualité culinaire et sa technologie particulière, il reste jusqu'ici apprécié par toutes les générations (Yousfi, 2002).

Le couscous est fabriqué avec de la semoule du blé dur, de l'eau et éventuellement du sel et de la farine soit à la main selon une méthode qui demande beaucoup de travail et de temps, soit de plus en plus de manière industrielle. Un couscous de bonne qualité doit bien absorber la sauce, avoir des particules de granulométrie homogène, sans coller entre elles et conservées leur intégrités pendant la cuisson ou au moment de l'ajout de la sauce. La qualité du couscous dépend de la matière première mise en œuvre et des conditions de fabrications : mouture des blés, mise en forme (hydratation et roulage), percussion et séchage du couscous.

L'hydratation des semoules est une étape essentielle dans le processus de fabrication du couscous. Durant cette étape, la formation d'interaction entre les particules de semoule conduit à leur agglomération sous forme de granules de couscous. La connaissance et le contrôle des interactions entre l'eau et les constituants de la semoule de blé dur peuvent être considérés comme étant le facteur principal dans le procédé global de fabrication du couscous (Hebrard et *al.*, 2003).

L'aspect collant du couscous est fortement corrélé à la quantité des composants solubles de l'amidon et leur degré de ramification. D'autre part le taux d'amidon de farine et ($70 \pm 6,0$) le taux d'amidon de semoule et ($86,2 \pm 6,0$). Par ailleurs le prix de la semoule supérieure le prix de la farine.

L'objectif du présent travail est de fabriquer différentes formulations de couscous qui diffèrent par le taux de la farine et la semoule ajoutées au cours de la fabrication

industrielle du couscous « gros et moyen » puis de contrôler quelques paramètres de la qualité physico-chimique et organoleptique de ce dernier ; pour cela la farine a été introduite progressivement à différents taux tout en diminuant la quantité de semoule. Ainsi la farine et la semoule utilisés ont été analysés.

Ce mémoire est composé de deux parties : La première partie étude bibliographique qui comporte deux chapitres :

-Le premier chapitre est consacré à des généralités sur le couscous, tandis que le deuxième chapitre présente une description de la qualité de couscous.

-La deuxième partie étude expérimentale qui comporte deux chapitres : le premier chapitre est consacré aux méthodes et matériel et le deuxième chapitre présente les résultats et la discussion

partie expérimental

1. GÉNÉRALITÉS SUR LE COUSCOUS

1.1. Définition du couscous

Selon la norme 202-1995 du *codex alimentarius*, le couscous est le produit composé de la semoule de blé dur (*Triticum durum*) dont les éléments sont agglomérés en ajoutant de l'eau potable et qui a été soumis à des traitements physiques tels que la cuisson et le séchage. Le couscous est préparé à partir d'un mélange de semoule grosse et de semoule fine. Il peut aussi être préparé à partir de la semoule dite « grosse-moyenne ».

Le blé dur est exclusivement destiné à la consommation humaine après sa transformation. Il se transforme en semoule puis en pâte ou couscous. Dans certains pays (Italie, Grèce et France), la législation régit l'utilisation du blé dur pour la préparation des pâtes, cependant, dans d'autres pays de l'union européenne, la législation est plus permissive. Ces derniers admettent la possibilité de son utilisation comme blé panifiable (Morancho, 2000).

Largement franchi le continent africain, le plus courant est le couscous de blé dur à petit grain, mais les maghrébins, connaissent d'autres variantes comme le couscous à gros grains (*âiche* ou *mhamssa*), le couscous à base d'orge (*meghlouht* ou *boumeghlouth*) et le couscous fermenté (*machroub* ou *m'zeyet*).

En Afrique de l'Ouest, le couscous est fabriqué à partir de sorgho, de maïs, de mil ou de fonio (Galiba et al, 1987 ; N'dir et Gning, 1989).

Boudreau et al. (1992) décrivent le couscous comme une semoule de blé dur étuvée et agglomérée en granules de 1 à 2 millimètres de diamètre.

1.2. Etymologie du mot couscous

Le couscous ou K'sksou est un plat traditionnel populaire en Afrique du Nord et en Europe du Sud. Il est connu sous plusieurs noms : en Turquie : *Kuskus*, au Maroc : *Maftol*, au Liban : *Moghrabieh*, en Berbère: *Seksu*, en Libye : *Kusksi*, chez les Tuareg : *Keskesu* ; en grèce : *Kouskousaki* (Coskun, 2013). Cependant dans certains pays d'Afrique, on appelle *attiéké* un couscous à base de manioc (Coulin et al., 2006).

L'origine berbère du mot couscous ne fait pratiquement pas de doute, même si sa formation exacte présente quelques obscurités. En effet, le terme, sous la forme de base *seksu*, est attesté dans quasiment tous les dialectes berbères algéro-marocains : kabyle, chleuh, rifain. Les dialectes berbères sahariens (touareg, Ghadames) présentent une forme légèrement différente : *keskesu* (Chaker, 1995 ; Beji-Becheur, 2008).

1.3. Consommation

Le couscous est quelque chose de mystérieux par suite de la variété de ses préparations et de ses présentations (Moreau et Ardry, 1942). Du simple couscous au petit lait jusqu'au couscous royal, servi avec côtes de bœuf, les algériens ont recensé, une cinquantaine de façons d'apprêter le couscous, dont une dizaine sans sauce et une autre sans viande. Différentes appellations sont rencontrées en Afrique du nord pour désigner le couscous et sont liées au mode de préparation et aux ingrédients qui y sont ajoutés lors de la préparation (Feillet, 2000).

L'Algérie est leader en matière de production du couscous (environ 1 million de tonnes/an) y compris le couscous industriel et artisanal avec une consommation de 50kg par habitant/an (D'egidro et Pagani, 2010).

Selon Derouiche (2003), la consommation de couscous atteint 9.21 kg par an et par habitant à l'Est d'Algérie. De plus, le couscous est mangé au moins une fois par semaine à Constantine (est de l'Algérie) par plus de 50 % de la population (Benlacheheb, 2008). Par ailleurs, selon une enquête réalisée en France, le couscous constitue le troisième plat préféré des français. En effet, la France a une moyenne de consommation de 1.4 kg par habitant et par an (Sifpaf, 2012).

1.4. Dérivés du couscous

Selon Maata (2012), le terme générique de couscous englobe deux produits dérivés :

- *Le couscous humide* : tel qu'il résulte de l'agglomération de quelques grains de semoule de blé dur par un procédé industriel ou artisanal et que l'on emploie tel quel. Le couscous humide est préparé de la même manière que le couscous sec mais ne subit pas le séchage. Il est généralement préparé et consommé le même jour (Derouiche, 2003).
- Le couscous sec: résultant des mêmes procédés de fabrication mais qui a subi un séchage avant son utilisation (Salselet, 1991).

1.5. Technologie du couscous

La graine de couscous (figure 1) est faite avec de la semoule de blé dur, de l'eau et éventuellement du sel et de la farine soit à la main selon une méthode qui demande beaucoup de travail et de temps (préparation artisanale) soit de la manière industrielle (Yanis, 2007).



Yanis, 2007

Figure 1. Couscous

Sur le plan technologique, le couscous artisanal présente une bonne homogénéité, une surface beaucoup plus lisse et uniforme avec une prédominance des formes arrondies et ovales. Par contre le couscous industriel se caractérise par un état de surface rugueux et des formes hétérogènes (Guezlane et Senator, 2000).

1.5.1. Procédé artisanale de la fabrication du couscous

La fabrication traditionnelle du couscous exigeait l'emploi d'une main d'œuvre importante. Dans les traditions, c'est un groupe de femmes qui se rassemblaient et fabriquaient pendant plusieurs jours les quantités nécessaires à leur besoin annuel. Le couscous est produit en petite quantité (Seiler, 1982).

La préparation du couscous demeure globalement identique. Les principales étapes de la fabrication sont :

- *Etape 1. Classification de la semoule* : La matière première est d'abord tamisée pour séparer les particules grosses ($\text{Ø} > 500\mu\text{m}$) appelés « *Fetla* » et les particules fines ($\text{Ø} \leq 500 \mu\text{m}$) de la semoule (Benatallah *et al.*, 2008). Cette opération se fait par l'intermédiaire de tamis, appelés « *Dekkak* » ($\text{Ø} = 525\mu\text{m}$) (Derouiche, 2003 ; Benatallah *et al.*, 2008) ou « *Reffad* » ($\text{Ø} = 600\mu\text{m}$) et *Semmad* ($\text{Ø} = 100 \mu\text{m}$) qui permet de séparer la semoulette très fine aussi ($\text{Ø} \leq 100\mu\text{m}$) (Bahchachi, 2002).
- *Etape 2. Hydratation et calibrage* : la semoule grosse ou *fetla* est hydratée par l'eau salée et roulée, de la farine peut être mélangée aussi (Yousfi, 2002). Dans certaines

régions, la semoule grosse est antérieurement traitée à la vapeur d'eau avant de la passer à l'étape de l'hydratation (Benatallah *et al.*, 2008).

Un tamisage est ensuite effectué à l'aide de « *Maaoudi* » ($\varnothing = 1280$ ou $1400\mu\text{m}$ de diamètre) ; de « *Raffad sud* » ($\varnothing = 1650\mu\text{m}$) ou de *sekkat* ($\varnothing = 1000\mu\text{m}$) et *Maaoudi* ($\varnothing = 800\mu\text{m}$) (Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003 ; Benatallah *et al.*, 2008).

- *Etape 3. Roulage, calibrage et tamisage* : Le produit de l'étape 2 est roulé à la main plusieurs fois, en ajoutant à chaque fois une quantité de la semoule fine et parfois de la farine de blé dur ($\varnothing \leq 280 \mu\text{m}$). L'agglomérat de la semoule est par la suite tamisé pour obtenir le couscous humide. Les tamis utilisés, un seul ou en combinaison : *Sekkat*, *Reffad*, *Maaoudi* de diamètres allant de 600 à 1400 μm (Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003 ; Benatallah *et al.*, 2008).
- *Etape 4. Roulage et tamisage* : comme le précédent mais se fait avec le refus issu des tamis de l'étape 3. Le tamisage se fait avec *Raffad* de 1000 μm ou autre tamis selon la grosseur souhaitée.
- *Etape 5. Précuisson à la vapeur, émottage et calibrage* : Le produit issu du *Raffad* et spécialement le « refus » constitue le couscous humide. Il est cuit à la vapeur d'eau, émotté, « *Raffad* » calibré et séché à l'air libre et au soleil (Dagher, 1991). Le couscous humide est préparé de la même manière que le couscous sec mais ne subit pas le séchage (Derouiche, 2003).

Les traitements artisanaux se distinguent uniquement par la nature du roulage et de précuisson par rapport aux traitements industriels. Ils sont mieux adaptés à la fabrication d'un couscous de qualité (Yousfi, 2002).



Source : Benatallah *et al.*, 2008

Figure 2. Matériel de fabrication artisanale de couscous

1.5.2. Procédé industriel de la fabrication du couscous

Dans l'industrie, le couscous est fabriqué avec des machines pour être vendu en grandes quantités dans les marchés comme toutes les autres pâtes alimentaires. La préparation industrielle du couscous est la transposition sur une vaste échelle des méthodes artisanales.

Le couscous industriel, appelé couscous rapide du fait qu'il est considéré comme étant précuit, est obtenu par roulage mécanique, pré-cuisson puis séchage. Industriellement, le couscous peut être produit en mode continu à 500 kilogrammes par heure (Seiler, 1982).

Les étapes de fabrication de couscous commercial sont identiques à celles de couscous traditionnel (Kaup et Walker, 1986).

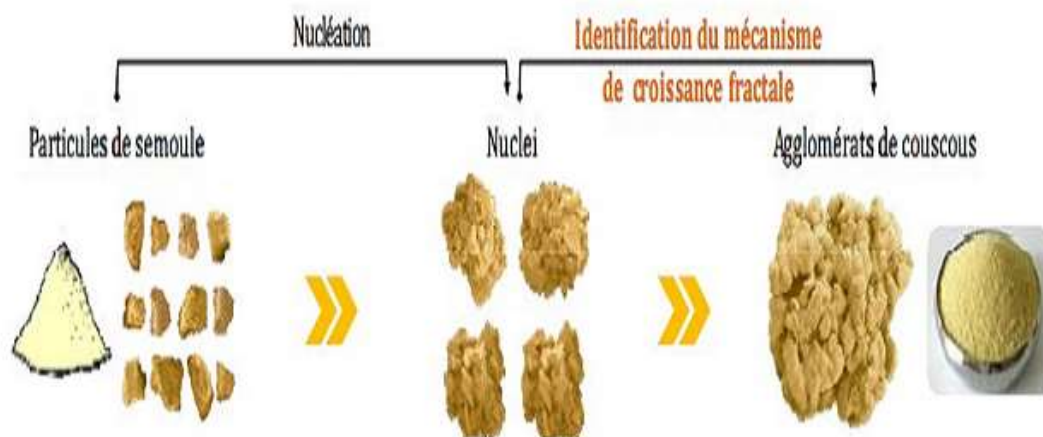
Le couscous industriel est préparé à partir d'un mélange d'un tiers de grosses semoules (630 à 800 μm) et deux tiers de fines semoules (250 à 630 μm). La fabrication du couscous industriel débute par l'hydratation en continu de la semoule et du sel (environ 30 litres d'eau pour 100 kilogrammes de semoule), suivie par les étapes du roulage et de cuisson à la vapeur (180°C pendant 8 minutes). Après cuisson, le couscous humide subit les étapes de séchage (en deux stades, le premier à 65°C pendant 120 minutes et le second à 55°C pendant 270 minutes), de refroidissement et de tamisage à l'aide d'un plansichter (Boudreau *et al.*, 1992).

L'agglomération humide est décrite comme la succession de trois étapes : mouillage et nucléation, consolidation et coalescence, et attrition et rupture (Iveson *et al.*, 2001). L'agglomération des poudres de blé (semoule et farine) n'a pas été vraiment étudiée (Landillon *et al.*, 2008).

Selon Mohamad Saad *et al.* (2011), différents stades d'agglomération de la semoule de blé dur au cours de la mise en forme du couscous peuvent être observés (figure 2) :

- Au niveau d'hydratation (w) compris entre 0,15 et 0,25 (g d'eau/ g de matière sèche) sont observées de petites particules qui représentent les particules natives de la semoule de blé dur qui ne sont pas encore en contact avec l'eau durant le stade d'hydratation et malaxage.
- Au niveau d'hydratation compris entre 0,25 et 0,40 (g d'eau/g de matière sèche) quelques grains de diamètre compris entre 0,6 et 1 mm sont observés. Ces grains sont considérés comme le nucléi (figure 2) qui est le résultat de la première association des particules de la semoule. Il est stable grâce aux ponts capillaires générés par la force de frottement entre les particules de la semoule. Beaucoup de nucléi peuvent être associés selon le mécanisme de coalescence en donnant des agglomérats.

- A hydratation comprise entre 0,40 et 0,55 (g d'eau/ g de matière sèche); Ce mécanisme de cohésion est accompagné par un changement dans la microstructure des particules de la semoule dû au comportement réactif de ces particules. La stabilité des agglomérats est assurée par les ponts capillaires comme le cas du nucléi et par les interactions biochimiques dues au large changement dans la microstructure des particules de la semoule. A hydratation supérieure à 0,55 (g d'eau/ g de matière sèche), de gros grains (4-6 mm) appelés pièces de pâte sont observés. La structure interne des pièces de pâte semble d'être formée d'une structure continue de pâte dont il est impossible d'identifier les particules natives de la semoule. Ceci peut être dû aux interactions biochimiques prolongées entre les composants de blé qui contribuent à la génération de la structure interne continue des pièces de pâte qui représentent la structure transitoire entre l'agglomérat et la pâte continue (Mohamad Saad et al., 2011).



Source : Mohamad Saad et al., 2010

Figure 3. Mécanisme d'agglomération de la semoule de blé dur

A la fin du modèle, le diamètre médian des agglomérats se rapproche de 3,5 mm (Mohamad Saad et al., 2011).

1.6. Matières premières utilisées dans la fabrication du couscous

En dehors de l'eau et du sel, la matière première dans la fabrication du couscous est principalement la semoule et dans certains cas la farine.

1.6.1. La semoule

La semoule est le produit obtenu par mouture grossière d'une céréale. Résultant du broyage de la partie centrale de l'amande du grain de blé. La qualité des semoules utilisées

n'est guère différente de celle requise pour fabriquer des pâtes alimentaires, si ce n'est une granulométrie souvent plus élevée (Abecassis, 1991 ; Feillet, 2000).

La semoule est définie par le *Codex Alimentarius* (1995) comme étant le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum*) par un procédé de mouture au cours duquel le son et le germe sont essentiellement éliminés et le reste est broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés.

La semoule est issue de l'endosperme amylicé (albumen) de grain de blé dur (Boudreau et Menard, 1992) donc sa composition chimique est étroitement liée à celle du blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction) (Christele-Icard, 2000).

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) qui représente la majeure partie des glucides de l'albumen. Le taux de cette dernière peut atteindre 82% de la matière sèche de la semoule du blé dont 2% des glucides sont sous forme de sucres réducteurs. Elles contiennent aussi des pentosanes avec un pourcentage de 1,5 à 3% (Boudreau et Menard, 1992 ; Bornet, 1993 ; Virling, 2003 ; Barkouti, 2012).

La teneur en protéines est la partie responsable de la qualité culinaire Feillet(1986) montre que l'augmentation du pourcentage des protéines induit une meilleure qualité des pâtes cuites.

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

Tableau1. Composition de la semoule en vitamines

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

La semoule contient 20% de matière minérale totale du blé à savoir : le potassium, le phosphore, le calcium, le magnésium et le soufre (Doumandji et *al.*, 2003). La mouture permet donc d'en éliminer une grande partie (2/3 environ) (Fredot, 2005).

1.6.2. La farine

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

Une farine contient moins de 16% d'humidité dans la farine est un facteur important de conservation et de stockage. La présence des matières grasses influe sur les propriétés mécaniques de la farine : plus une farine contient de matière grasse, moins sa force boulangère est importante. Un excès de matière grasse dans une farine peut avoir de sévères conséquences sur la conservation, car l'acidité produit par la matière grasse ranci et attaque le gluten on le dégradant (Bornet, 1992). Les matières minérales sont peu importantes (0.45 à 0.60 %): potassium, Phosphore, Magnésium, soufre.

L'amidon représente 60 à 72 % l'état naturel, dans l'amande, il se présente sous forme d'un poudre composée de granulés de tailles différentes. Les autres glucides représentent 1 à 2 %, en faible proportion, mais il joue un rôle important dans la fermentation.

Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain une farine dont le taux d'extraction est de 75 à 80 % contient environ 20 % de la vitamine (B6), 25 % de biotine, 30 % d'acide nicotinique (B1), 55 % de l'acide pantothénique (B12) et 70 % de la vitamine E (Bornet, 1992). La teneur en vitamine B décroît très rapidement à mesure que la farine devient plus blanche (Servive, 1984).

1.7. Composition du couscous

Le couscous est riche en glucides (70%) mais pauvre en protéines (13%) et en lipides (2%). Il présente aussi un large éventail de minéraux (Mg, P, K, Ca, Mn, Fer, Cu, Zn) et de vitamines (B1, B2, B3, B5, B6, B9).

D'autre part, Le couscous est caractérisé par des teneurs faibles en protéines solubles (2,2%) et des teneurs élevées en amidon gélatinisé (71,8 %), en comparaison avec la semoule de blé dur (12,7 % et 5,9%, respectivement), ces différences sont dues aux changements physico- chimiques induits par le processus de fabrication. (Hebrard, 2002).

La composition biochimique du couscous industriel est semblable à celle de la semoule de blé dur qui est utilisée comme matière première (tableau 2).

Tableau 2. Composition biochimique de la semoule de blé dur et du couscous industriel moyen

Composition	Semoule du blé dur	Fa-rine du blé tender	Couscous moyen
Teneur en eau (g / 100 g de produit)	14,5 ± 0,4	15,5 ± 0,3	9,8 ± 0,3
Teneur en amidon (g / 100 g de matière sèche)	86,2 ± 6,0	70 ± 6,0	85,6 ± 6,0
Teneur en amidon gélatinisée (g / 100 g de matière sèche)	5,9 ± 0,3	-	71,8 ± 3,6
Teneur en protéines totales (g / 100 g de matière sèche)	13,5 ± 0,5	13,5 ± 0,5	13,5 ± 0,5
Teneur en protéines solubles (g / 100 g de matière sèche)	12,7 ± 0,6	-	2,2 ± 0,1
Teneur en pentosanes totales (g / 100 g de matière sèche)	1,7 ± 0,2	1,6 ± 0,2	1,4 ± 0,1
Teneur en pentosanes solubles (g / 100 g de matière sèche)	0,1	0,1	0

Source : Hebrard, 2002

2. QUALITÉ DU COUSCOUS

Un couscous de qualité est défini par la majorité des consommateurs comme étant un produit fin, de granulométrie homogène et de couleur jaunâtre. A l'état hydraté et cuit, les grains de couscous doivent être intègres et individualisée. A sa consommation, le couscous ne doit pas apparaître asséché ni donner l'impression d'un produit manque de sauce ou de cuisson (Guezlane *et al.*, 1991 ; Yousfi, 2002; Derouiche, 2003).

Les critères retenus pour l'évaluation de la qualité sont : la granulométrie du couscous, sa couleur, sa texture, son gonflement, et sa prise en masse après réhydratation (Guezlane et Abecassis, 1991 ; Trentesaux, 1995).

Il n'existe pratiquement pas de valeurs indicatives permettant de procéder à l'évaluation de la qualité du couscous. Les résultats obtenus permettent seulement de comparer les produits entre eux.

Comme tout aliment, les composantes de la qualité du couscous sont : la qualité nutritionnelle, hygiénique, organoleptique et économique.

2.1. Qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle d'un aliment dépend de ses caractéristiques propres, c'est-à-dire de sa composition mais également des conditions dans lesquelles il est préparé et consommé (Derouiche, 2003). Par ailleurs, le couscous fournit une part importante de l'apport énergétique de la ration (350 kcal / 100g de ms) vue sa richesse en glucides (75g/100g) (Dagher, 1991).

2.2. Qualité microbiologique

Comme tous les aliments, le couscous industriel passe par une chaîne de fabrication, et dans chaque étape il y'a un risque de contamination. Les microorganismes à contrôler dans le cas du couscous sont :

- La flore Aérobie Mésophile <500 000 germes/g
- Coliformes totaux < 10 000 germes/g
- Levures <5 000 germes/g
- Moisissures <5 000 germes/g
- Salmonelles Absence dans 25g

Selon le *codex alimentarius* (N°. 202-1995), le couscous doit être exempt de microorganismes susceptibles de se développer dans le produit dans des conditions

normales d'entreposage et ne doit contenir aucune substance provenant de microorganismes en quantités pouvant présenter un risque pour la santé.

2.3. Qualité organoleptique

Selon Guezlane (1993), le couscous de "bonne qualité" est un produit jaune ambré, d'une capacité d'absorption d'eau élevée, dont ses grains restent individualisés et fermes une fois hydratés.

La qualité organoleptique du couscous regroupe la qualité commerciale qui concerne l'aspect du couscous (couleur, granulométrie, forme des particules, etc.) et la qualité couscoussière ou culinaire qui représente le comportement des grains du couscous au cours de la cuisson (gonflement, prise en masse, délitescence, fermeté, etc.).

2.3.1. Qualité commerciale du couscous

a) Couleur du couscous

Les grains de couscous sont caractérisés par une couleur jaune-claire (Guezlane, 1993).

La couleur jaune des pâtes alimentaires, faites à partir de la semoule de blé dur, est due à la présence de la lutéine de caroténoïdes principalement les xanthophylles (Lepage et Sims, 1968 cité in Trono *et al.* 1999 ; Hentschel *et al.* 2002 ; Guarda *et al.* 2004).

Idir (2000), a noté que l'augmentation du taux d'extraction de la semoule conduit à une augmentation de l'indice de brun.

Par ailleurs, l'indice de jaune augmente au cours de la précuisson du couscous (Bekradouma, 1992 ; Boudreau *et al.*, 1992 ; Guezlane, 1993 ; Belaid *et al.*, 1994).

b) Granulométrie des particules

Le *codex alimentarius* (N°. 202-1995) indique que la granulométrie de couscous doit être comprise entre 630 et 2000 μm . Le couscous industriel est habituellement vendu sous trois types différents selon la taille de grain (fin, moyen et gros).

c) Forme des particules

La qualité du couscous sec est présentée dans la granulométrie homogène, la forme arrondie et la couleur jaune claire (Derouiche, 2003).

2.3.2. Valeurs couscoussières

Pour le consommateur, bien que l'importance qu'il leur accorde soit différente selon les pays, deux critères sont essentiels.

a) *l'aspect du couscous sec*

Pour l'aspect du couscous sec, on peut étudier les paramètres suivant:

- *Granulométrie*: elle doit être uniforme, que ce soit pour le couscous gros ou le fin, car le consommateur accorde une grande importance à la régularité et à l'homogénéité de la taille du grain du couscous (Doumandji.A *et al*, 2003).
- *La couleur* : la couleur du couscous est uniforme, variant du jaune ambré au brun clair, l'aspect de la couleur est un critère qui attire l'attention du consommateur (Doumandji *et al*, 2003).
- *L'état de surface*: le consommateur algérien préfère un couscous rond et lisse. La rugosité des granules et la présence de particules de semoules témoignent d'un roulage très mal effectué (Maarouf et Merzoughi, 2002).

b) *La qualité culinaire*

Elle correspond au comportement de couscous au cours de la cuisson

- *Indice de gonflement* : Des comportements à la cuisson caractérisés par un indice de gonflement dans un bain-marie à 25 et à 100°C (Guezlane et Abccassis,1991) comparable et une tendance à l'agglutination des particules de couscous entre elle (collant) et à leur désagrégation partielle (perte d'intégrité des particules, Délitescence « le degré de délitescence des couscous c'est le degré de désagrégation des grains de couscous cuits ») plus marquée pour le couscous industriel (Feillet, 2000).
- *Le temps de cuisson* : Le temps optimum de cuisson du couscous est le temps nécessaire pour que les grains soient tendres sans qu'ils soient collants ou pâteux selon les enquêtes de Yousfi(2002) et Derouiche(2003). La méthode la plus utilisée pour définir un temps optimum de cuisson pour le couscous est d'enregistrer le temps nécessaire pour l'apparition d'un flux de vapeur à la surface du lit de couscous pour la première et la deuxième cuisson.

2.4. Facteurs influents sur la qualité du couscous

La qualité du couscous dépend d'une part, de la matière première mise en œuvre et d'autre part de la technologie de fabrication utilisée.

2.4.1. Effet de la matière première

La teneur en protéines, en gluten et la granulométrie des grains de semoule jouent un rôle important dans la qualité du couscous (Elias, 1995).

En effet, les protéines du blé et malgré leurs taux relativement faible seraient responsables de 30 – 40% de la variabilité de la qualité culinaire (Dexter et Matsuo, 1980). Par ailleurs, Debbouz *et al.* (1994) ont observé que les rendements en couscous chez les variétés de blé à gluten de force, sont plus élevés que chez leurs homologues à gluten faible.

Aboubacar et Hamaker (1999) ont trouvé qu'une farine de sorgho avec une faible teneur en cendres et une teneur élevée en amidon endommagé donne une grande proportion de gains de couscous de bonne qualité. Alors que, la fermeté du couscous cuit est positivement corrélée avec la teneur de la farine en amylose et négativement corrélée avec le degré de viscosité de la farine.

L'aspect collant du couscous est fortement corrélé à la quantité des composants solubles de l'amidon et leur degré de ramification. Ces composants doivent être le produit d'une dégradation enzymatique de l'amylopectine native lors de la fabrication du couscous (Aboubacar et Hamaker, 2000).

Les lipides qui sont des composés mineurs de la semoule ont cependant un effet important sur la qualité du couscous. La fabrication d'un couscous à partir des semoules délipidées entraîne d'une part l'altération de la couleur et la diminution du rendement en couscous et d'autre part l'augmentation du collant, de la délitescence et de la capacité d'hydratation (Ounane *et al.*, 2006).

les couscous fabriqués à partir des semoules fines ont un meilleur aspect, les grains obtenus étant plus uniformément lisses et ronds (Aluka *et al.*, 1985).

L'eau doit être potable, limpide, incolore et inodore et de pH neutre, possédant une faible dureté.

L'addition d'une quantité moyenne de 0,14% de sel dans l'eau de préparation améliore la qualité plastique du gluten et joue un rôle important dans les propriétés rhéologiques du couscous.

2.4.2. Influence des conditions de fabrication

Généralement la qualité du couscous artisanal est toujours jugée supérieure à celle de son homologue d'origine industrielle (Guazlene *et al.*, 1986 ; Guezlane, 1993 ; Yettou *et al.*, 2000).

Les conditions de fabrication contribuent dans une large mesure à déterminer les propriétés culinaires du couscous (Yettou *et al.*, 1997). Ainsi, l'indice de gonflement augmente nettement avec le taux d'hydratation des semoules. La délitescence par contre diminue (Aluka *et al.*, 1985).

Il a été constaté aussi, que la taille des grains de couscous augmente avec l'augmentation du taux d'hydratation (Guezlane, 1993 ; Yettou *et al.*, 2000).

L'augmentation de la durée de malaxage se révèle extrêmement bénéfique pour le rendement en couscous (Guezlane, 1993). D'autre part l'augmentation du temps de malaxage fait augmenter la délitescence et le volume spécifique par contre l'indice de gonflement diminue (Aluka *et al.*, 1985).

Une dégradation des pigments caroténoïdes notamment lors de la phase hydratation roulage est observée. Cette dégradation est plus marquée dans le cas du couscous industriel (Guazlene *et al.*, 1986 ; Boudreau et Menard, 1992).

Matériel et méthodes

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Présentation d'une étude

Cette étude a été réalisée au niveau du laboratoire de la filiale céréales-Laghouat (Moulins de Laghouat) sise à la zone Industrielle Bouchakeur, pour une étude comparative du couscous à différents taux de composition semoules et farine : différentes formulations. Tout en vérifiant la qualité de la matière première, à savoir la semoule et la farine.

L'entreprise moulins de Laghouat occupe une superficie totale de 10 hectares.

Moulins de Laghouat acteur incontournable dans le secteur de la transformation des céréales (produits agro-alimentaire) dans le sud de l'Algérie. Actuellement, l'entreprise propose de nouveaux produits en l'occurrence du couscous. Ces produits répondent aux besoins du consommateur : des produits de qualité, bon prix.

1.2. Matériel utilisé

Le présent travail a porté essentiellement sur :

- La fabrication de couscous : une préparation de 5 formulations de couscous en double. Pour chaque formulation, une production de couscous moyen et gros a été effectuée.
- Un suivi de la fabrication de la semoule et de la farine puis la réalisation de quelques analyses physico-chimiques sur ces deux matières premières.

Il est à noter que la fabrication des couscous a été faite à partir des mêmes lots de la semoule et la farine analysés.

1.3. Fabrication de la semoule

Pour obtenir une semoule bien calibrée et parfaitement pure, le blé dur subit divers traitements industriels (étapes), Les techniques utilisées comprennent les phases suivantes :

1.3.1. Nettoyage et le conditionnement du blé dur

Le blé est avant tout trié nettoyé par brossage et aspiration de toutes les impuretés : poussière, cailloux, paille, graines étrangères, etc.

Ensuite une certaine quantité d'eau, bien définie (par des formules) a été ajoutée au blé. Ce dernier est dirigé directement vers des cellules de repos afin que le blé puisse absorber l'eau pendant un temps bien déterminé.

Par la suite Le blé passe par une deuxième étape de nettoyage, brossage et aspiration.

1.3.2. Broyage

Le blé passe ensuite, après une période de repos, dans des appareils à cylindres qui séparent l'amande des enveloppes et réalisent le broyage.

1.3.3. Blutage

Les produits de la mouture sont ensuite classés selon leur grosseur par un plansichter.

En fonction de la pureté des semoules, certaines sont renvoyées vers les sasseurs directement d'autres retournent aux appareils à cylindre pour une autre séparation de la amande de ses enveloppe existant ou un éventuel broyage.

1.3.4. Sassage

Les produits arrivent au niveau des sasseurs, sous l'effet de vibrations et d'un courant d'air ascendant, ils sont débarrassés de leurs impuretés. Les différents types de semoules sont aussi classés selon la granulométrie voulue (les mailles des tamis).

Les morceaux d'amande sont ensuite tamisés, ce qui permet de trier les semoules et de les calibrer en atteignant un degré de pureté très élevé. Et ainsi obtenu un produit de haute qualité, d'une grenaison régulière, débarrassé de toute trace de son.

1.3.5. Stockage du produit finis

Les différents types de semoules issues de la mouture de blé dur, seront envoyés vers les cellules de stockage en vue de leur conditionnement.

Selon la demande, une cellule est prévue pour le stockage de la semoule destinée à la fabrication de couscous.

1.4. Fabrication de Farine

Un grain de blé tendre a un long chemin à parcourir avant d'être transformé en une farine de qualité. Ce processus comporte un certain nombre d'étapes importantes :

1.4.1. Nettoyage et conditionnement

Les grains de blé tendre sont pesés, puis on élimine la majeure partie des plus grosses impuretés : les cailloux, et les petites impuretés qu'ont la taille inférieure que celle des grains : poussières,....

Un deuxième nettoyage qui consiste en un brossage et une aspiration afin d'éliminer les grains et de les séparer de corps étrangers comme des semences de adventices et de grains maigre.

Enfin, les grains sont entreposés dans des silos après avoir ajouté un certain taux d'eau selon l'humidité du blé tendre (le repos dure 20 heures en moyennes).

1.4.2. Broyage

Pendant le processus de broyage, sont séparés l'un de l'autre : le son, l'amande farineuse et le germe. Pour conserver la souplesse du son, le grain de blé tendre est humidifié, il faut éviter ainsi que le son ne se casse pas pendant le broyage.

Le blé est délicatement broyé entre des cylindres en acier. Puis, il est moulu en différentes étapes, à différents types de cylindres (cannelés, et lisses) afin d'en extraire le maximum de farines par l'étape suivante (blutage).

1.4.3. Blutage

Les grains de blé tendre broyé seront transportés par pneumatique au plansichter (appareil qui assure le blutage) afin de classer le produit selon ses dimensions, en passant par des tamis de différentes largeurs de mailles, pour obtenir des fractions de mouture de différentes tailles. Toutes ces manipulations sont répétées à un certain nombre de fois pour séparer la farine des germes et du son. Jusqu'à épuisement des refus.

Pendant le processus de blutage, le choix de la farine peut être fait à partir des différentes fractions de mouture. La farine est continuellement renvoyée dans des silos de stockage.

1.4.4. Stockage du produit fini

La farine issue de la mouture de blé tendre, est envoyée vers les cellules de stockage en vue de leur conditionnement (01 kg, 05kg, 10kg, 25 kg et 50kg) selon la commande.

1.5. Fabrication industrielle de couscous

1.5.1. Différentes formulations du couscous

Pour la réalisation de notre travail, différentes formulations de couscous ont été fabriquées à raison de 5 Kg pour chaque formulation.

La différence entre les formulations de couscous est basée sur la substitution progressive de la semoule au profil de la farine.

Les différentes formulations préparées sont regroupées dans le tableau 3.

Tableau 3. Différentes formulations de couscous

	Taux de la semoule	Taux de la farine
Formulation (1)	100%	0%
Formulation (2)	90%	10%
Formulation (3)	85%	15%
Formulation (4)	80%	20%
Formulation (5)	75%	25%

Les différentes étapes de la fabrication du couscous sont :

1.5.2. Hydratation et malaxage

Cette étape permet l'addition d'eau (température d'eau 33°C) et le malaxage du complexe semoule-eau ce qui rend la matière première apte à la mise en forme, on utilise pour l'hydratation de la semoule une quantité d'eau bien déterminée (70% semoule + 30% eau) en cela par une simple commande automatique dans un appareil de dosage d'eau combiné à celui de dosage de semoule.

Le procédé est muni d'une centrifugeuse (650 tr/min) au-dessous du doseur, cette dernière facilite l'hydratation uniforme de la matière première. La cuve du mélangeur qui favorise l'hydratation et le malaxage du complexe semoule-eau pour l'obtention d'un mélange qui est intimement homogène grâce à des palettes placés sur deux axes et tournant en sens inverse par une vitesse de 55 tr/min.

1.5.3. Roulage et tamisage

C'est l'opération de la mise en forme de couscous grâce à l'agglomération des particules hydratées de la matière première sous l'effet du mouvement de la rouleuse. Cette dernière est constituée d'un tambour cylindrique légèrement incliné muni des palettes tournant en sens inverse et à une vitesse différente de celle de tambour.

Ce dernier est divisé en deux parties dont la première favorise l'agglomération et la mise en forme des grains de couscous par le frottement des palettes sur la toile du tambour et la deuxième est perforée et assure le tamisage des particules en donnant trois produits.

Les particules fines et les particules grosses subissent un recyclage vers la cuve mélangeuse via une centrifugeuse. Les grains de granulométrie désirée poursuivent la ligne de procédé vers le cuiseur à la vapeur.

1.5.4. Pré-cuisson

Cette opération est faite grâce à un traitement hygrothermique (pré-cuisson à la vapeur d'eau). C'est une étape utile pour maintenir la forme des grains de couscous (amidon gélatinisé) et éviter l'agglomération de couscous au cours de sa réhydratation d'une part et afin d'assurer la préservation de couscous contre les altérations microbiologiques par la diminution de la charge microbienne d'autre part.

Le couscous traverse un tunnel saturé de vapeur d'eau sur un tapis transporteur à mailles en inox, pour un temps de passage de 8-12 minutes en procédé.

Les grains de couscous sont totalement précuits grâce à la vapeur d'eau qui traverse les mailles du tapis.

1.5.5. Séchage

Le séchage est réalisé dans le but de prolonger la durée de conservation de couscous. Il faut bien le sécher jusqu'à une teneur en eau d'environ 12 %. Le couscous cuit est transféré par un transporteur pneumatique vers le séchoir à tambour perforé dont le passage de couscous à travers le séchoir nécessite 54 minutes dans les conditions de température de 90°C.

1.5.6. Refroidissement et calibrage

Cette étape complète le séchage et remet le couscous à la température ambiante. Puis le couscous sec est transporté vers le plansichter par un système pneumatique. Il est constitué de 16 tamis superposés qui permettent de classer les grains de couscous en :

- Couscous gros
- Couscous moyen
- Couscous fin

Les différentes catégories de couscous sont stockées dans les silos avant de les conditionner.

Les particules fines sont recyclées vers la cuve mélangeuse. Tandis que les particules grosses sont cassées puis reviennent au plansichter.

1.6. Méthodes d'analyse de la semoule et la farine

1.6.1. Taux d'humidité

Elle est déterminée selon la norme (JORA, N° 35-2013) sur la semoule et la norme (AFNOR N.F.V03-707, 1991a) sur la farine.

- *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 semoule exprimée en pourcentage.
- *Mode opératoire*:
 - Peser le creuset vide.
 - Mettre 5 grammes a 0.01 % près de semoule dans le creuset.
 - Placer les creusets dans une étuve réglée préalablement a 130- 133 °C pendant 2h.
- *Expression des résultats*: Le pourcentage d'humidité est calculé par la formule suivante :

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

Avec :

H : taux d'humidité.

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

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

1.6.2. Taux de cendres

S'effectue sur la semoule selon la norme (JORA, N° 35-2013) et sur la farine en suivant la norme (AFNOR NF-03-720,1991 b).

- *Principe* : Incinération d'une prise d'essai d'échantillons des semoules jusqu'à combustion complète des matières organiques a 900 °C pendant deux heures puis pesée du résidu obtenu.
- *Mode opératoire*:
 - Introduire dans la capsule 5g de semoule.
 - Mettre la capsule à l'intérieur du four.

- Poursuivre l'incinération jusqu'à la combustion complète du produit, y compris des particules charbonneuses contenues dans le résidu, soit 1 heure 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.
 - Peser à 0,1 mg près et rapidement en raison du caractère hygroscopique des cendres.
- *Expression des résultats* : Le taux de cendre, en fraction massique par rapport à la matière sèche exprime en pourcentage, est donné par l'équation :

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

Avec :

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.

1.6.3. Teneur en gluten humide (ICC n° 155 et 158)

- *Principe* : Le gluten humide est préparé à partir de farines ou semoule avec l'extracteur de gluten *Glutomatic 2200* (figure 4). Le *Gluten Index Centrifuge 2015* est utilisé afin de faire passer le gluten humide à travers un tamis spécialement conçu à cet effet. La quantité relative du gluten tamisé indique les caractéristiques du gluten.



figure 4. *Glutomatic 2200*

Le séchage du gluten se poursuit dans le *Glutork 2020* (figure 5) qui calcule la teneur en gluten sec et la capacité de fixation de l'eau.



Figure 5. Glutork 2020

➤ *Mode opératoire* :(AACC n° 38-12, ISO 21415)

1. Peser $10.0 \text{ g} \pm 0.01 \text{ g}$ de farine ou de semoule placés les dans la chambre de lavage du *Glutomatic* doté d'un tamis en polyester de 88 microns. Lorsque le gluten vital est mesuré, $1.5 \pm 0.01 \text{ g}$ est pesé.
2. La distribution : 4.8 ml d'une solution salée sont ajoutés aux échantillons de farines ou semoule. Aucune solution salée n'est ajoutée aux échantillons de gluten vital.
3. Le mélange : Les farines et la solution salée sont mélangés pendant 20 secondes de manière à former une pâte.
4. Le lavage : Après la phase de mélange, le lavage débute automatiquement et se poursuit pendant 5 minutes. L'échantillon de farine de blé est transféré vers la chambre équipée d'un tamis grossier de 840 microns permettant aux particules de son d'être lavées.
5. La centrifugation : 30 secondes précisément après la fin du lavage, le morceau entier de gluten humide est transféré vers le tamis spécial et centrifugé pendant une minute dans le Centrifuge 2015 à $6000 \pm 5 \text{ rpm}$.
6. La pesée : La fraction qui est passée à travers le tamis est graté avec une spatule puis pesée. La fraction restée dans le tamis est recueillie et ajoutée à la balance. On obtient le poids total du gluten humide.
7. Le séchage : La totalité du gluten humide est séchée à 150°C minimum pendant 4 minutes dans le *Glutork 2020*. Après le séchage, on pèse le gluten.

- *Expression des résultats* : Le Gluten Index est la quantité de gluten qui reste dans le tamis de la centrifugeuse par rapport au poids total du gluten humide.

1.6.4. Capacité d'hydratation du gluten

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

Capacité d'hydratation du gluten

$$= (\text{Gluten humide} - \text{Gluten sec}) \times 100 / \text{Gluten humide}$$

1.6.5. Granulométrie ou taux d'affleurement: (AFNOR, NF 11-501)

Le taux d'affleurement est la quantité de refus obtenus après tamisage de 100g de farine ou de semoule à travers une série de tamis avec une ouverture de mailles décroissantes, ensuite les refus de chaque tamis sont pesés.

Le tamisage est réalisé par un plansichter de laboratoire type *RHOTEX* pendant 10 minutes.

Les ouvertures des mailles des tamis utilisés sont :

- Pour la semoule : 32(600 μ m); 34(560 μ m); 42(450 μ m); 8xx (180 μ m); Ramasseur.
- Pour la farine : 7xx (200 μ m); Ramasseur.

La masse des refus obtenus est pesée et exprimée en pourcentage.

$$\text{Taux d'affleurement (\%)} = (m/M) * 100$$

Avec :

m : Masse du refus en gramme

M: Masse de l'échantillon en gramme.

1.6.6. Masse volumique

Le poids spécifique appelé aussi masse à l'hectolitre ou la masse volumique et densité apparente c'est la masse d'un hectolitre de grains exprimé en kilogrammes. On se propose de déterminer le poids spécifique (PS) de la semoule et de la farine par le biais d'un Nilma litre et en mesurant à la balance.

- *Principe* : La manipulation consiste à remplir le Nilma litre avec l'échantillon à analyser convenablement et avec un couteau d'arasage on enlève l'excès. Ensuite,

on procède à la mesure avec une balance. Pour chaque échantillon on effectue 2 mesures pour prendre par la suite la moyenne.

- *Expression de résultat:* Soit : M1 : la première mesure retenue ; M2 : la deuxième mesure retenue ; M: la masse à l'hectolitre exprimé en kg à l'hectolitre. On utilise la Formule suivante :

$$P_s = ((M1+M2)/2)*0.1\text{kg/hl}$$

1.6.7. Essai à l'alvéographe Chopin (NF/ ISO 27971 Août 2015)

L'alvéographe Chopin (figure 6) est un appareil utilisé pour la mesure de la valeur boulangère (rhéologique) d'une farine.



Figure 6. Alvéographe de Chopin

- *Principe :* La méthode consiste à faire passer progressivement sous l'influence d'un courant d'air, un fragment de pâte de masse sous forme de disque de l'état compte à celui d'une membrane mince, jusqu'à la limite naturelle de l'extension de la pâte où se produit un orifice de rupture. L'enregistrement d'une courbe sur un écran enregistreur, permet d'apprécier la caractéristique boulangère de la farine, d'après la grandeur, la forme des courbes et le volume de la bulle au moment de la rupture.
- Le rapport *P/L* est une mesure de l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité.

1.6.8. Test de détermination de temps de chute

- *Principe :* L'indice de chute a pour objectif d'évaluer l'activité amylasique d'un échantillon. Les amylases sont des enzymes qui dégradent l'amidon, rendant la céréale inutilisable par les industries agroalimentaires. On rencontre ces enzymes dans des lots dont le processus de germination est entamé (verse, variété sensibles, conditions climatiques défavorables ...).

➤ *Mode opératoire :*

- Peser 6,82 g de farine et les verser dans un tube viscosimétrique (figure 7) ;
- Pipeter 25 ml d'eau distillée et les verser dans le tube avec la farine ;
- Agiter vigoureusement à la main, afin d'obtenir une suspension uniforme ;
- Racler les bords et les parois du tube, de façon à entraîner la mouture adhérente ;
- Placer le tube et l'agitateur à l'intérieur du bain-marie à eau bouillante ;
- Déclencher le mesureur automatique.



figure 7. Falling Number 1500

➤ L'expression des résultats se fait en se référant au tableau suivant.

Tableau 4. Interprétation des résultats

Indice de chute	Interprétation pour la panification
Inférieur à 100	Activité alpha amylasique élevée, grains germés, mie collante.
Supérieur à 220	Activité alpha amylasique optimale, grains non germés, mie correcte.
Supérieur à 300	Défaut d'activité alpha amylasique, mie sèche, Volume de pain faible

1.7. Appréciation de la qualité physico-chimique et technologique du couscous sec industriel

Les échantillons de couscous sec sont broyés afin de faciliter les différents dosages physico-chimiques.

1.7.1. Taux d'humidité (AFNOR N.F.V03-707, 1991a).

Déterminé par un séchage dans une étuve à 130°C pendant 2 heures sur 05 ± 10^{-4} grammes de produit en présence d'un agent desséchant

1.7.2. Taux de cendres (AFNOR NF-03-720, 1991 b)

Il est déterminé par l'incinération jusqu'à combustion complète de la matière organique de $5 (\pm 10^{-4})$ grammes de produit dans un four à moufle à 900 °C, pendant 90 minutes

1.7.3. Granulométrie

Elle est réalisée par le tamisage de $100 \pm 0,1g$ de couscous sec par un plansichter de laboratoire type RHOTEX (amplitude = 30 mm) pendant 10 minutes. Selon (Guezlane, 1993).

Les ouvertures des mailles des tamis utilisés sont :

- Pour couscous moyen : 1,6mm.1,4mm.1,25mm.1mm, 800µm et 500 µm.
- Pour couscous gros: N° 12 (1800 µm) et N° 16 (1320 µm).

1.7.4. Masse volumique

Même méthode que celles appliquer sur la farine et la semoule (voir 1.6.6.)

1.7.5. Indice de jaune

Effectuer cette analyse en utilisant le chromamètre. La cellule en verre remplie du produit à analyser est placée au-dessus le tube de projection de lumière, en suite placer la tête de mesure à la verticale au-dessus de ce tube et appuyer sur la touche mesure (il ne faut pas bouger la tête au cours de la mesure).

Une fois la mesure est terminée, les résultats s'affichent et les données mesurées sont automatiquement mises en mémoire (Yettou et *al.*, 2000).

1.8. Appréciation de la qualité culinaire du couscous industriel

1.8.1. Temps de cuisson

Des essais préliminaires ont été faits afin de bien adopter le diagramme de la cuisson de couscous en déterminant la prise d'essai de couscous, la quantité de l'eau utilisée à l'hydratation et le temps de repos nécessaire.

Le récipient inférieur du couscoussier utilisé pour la réalisation des tests déterminant la qualité culinaire de couscous ayant la capacité de 3 litres (figure 8) et les dimensions du récipient supérieur sont : Diamètre du fond : 21 cm ; Diamètre du haut : 18 cm ; Hauteur : 16 cm



Figure 8. Couscoussier utilisé pour la détermination de temps de cuisson

Un chronomètre est utilisé pour la détermination du temps de cuisson, ce dernier est comptabilisé à partir de l'apparition de la vapeur d'eau à la surface de couscous selon l'enquête réalisée par Derouiche (2003). Les temps de cuisson de couscous selon le même auteur sont :

- a) Temps minimal : est déterminé visuellement, quand le flux de vapeur apparaît à la surface du couscous.
- b) Temps optimal : est compté en additionnant les 2 temps de cuisson (première et deuxième cuisson). A ce temps, les grains de couscous sont individualisés et présentent une certaine tendreté.

- c) Temps de surcuisson (maximal) : c'est le temps pour lequel le produit forme des mottes importantes, ce qui donne un aspect déplaisant.

1.8.2. Indice gonflement

Un échantillon de $20 \pm 0,01$ g de couscous sec est versé dans une éprouvette graduée de 200 ml contenant 50 ml d'eau (figure 9). L'éprouvette est bouchée. On effectue 10 retournements successifs de manière à bien hydrater l'ensemble des particules. On ajoute 50 ml d'eau pour faire descendre les particules restées collés le long de la paroi. Celle-ci est bouchée et mise debout dans un bain Marie à température de 95°C , puis on note le volume du couscous après 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 55 et 60 mn (Guezlane et Abecassis, 1991) citée par Derouiche (2003).

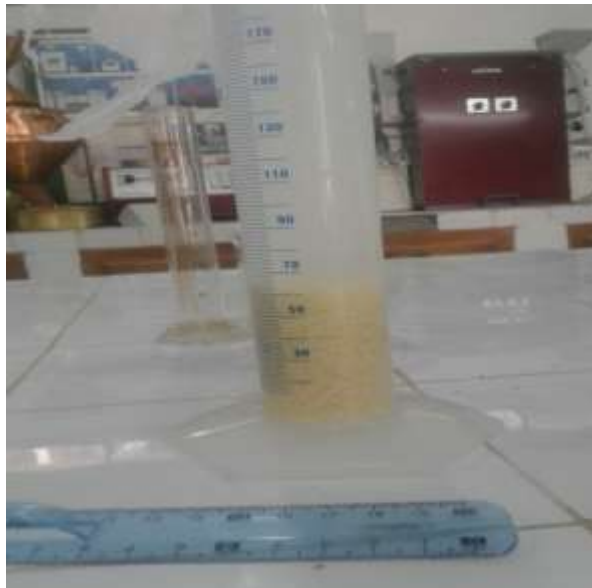


Figure 9. Détermination du taux de gonflement

- *Expression de résultats* : On détermine le gonflement (G) selon la relation:

$$\text{IG (\%)} = 100 \times (\text{Vf} - \text{Vi}) / \text{Vi}$$

Vf : volume final du couscous lu sur l'éprouvette

Vi : volume initial du couscous sec sur l'éprouvette

Résultats et discussion

2. RÉSULTATS

2.1. Résultats de l'analyse de la semoule

Les résultats de l'analyse physico-chimique de la semoule utilisée pour la fabrication des différentes formulations de couscous sont regroupés dans le tableau 5.

Tableau 5. Résultats de la caractérisation physico-chimique de la semoule supérieure utilisée.

Paramètre	Taux
Teneur en eau %	15.03
Teneur en cendre %	0.86
Taux de gluten humide %	36.38
Taux de gluten sec %	13.05
Masse volumique kg/hl	69.7

Les résultats de la granulométrie de la semoule, reportés dans le tableau 6, montrent que la semoule analysée présente un refus de 64.7 % au tamis 8xx donc présente une granulométrie entre 180 μm et 450 μm ; et un refus de 31.30 % au tamis 42 : granulométrie de la semoule comprise entre 450 μm et 560 μm .

Tableau 6. Granulométrie de la semoule supérieure utilisée pour la fabrication des couscous.

Tamis	28	32	34	42	8xx	Ramasseur
Taux de refus (%)	00	1	1.7	31.30	64.7	1.31

2.2. Résultats de l'analyse de la farine

Les résultats de la caractérisation de la farine utilisée dans la fabrication des différentes formulations de couscous sont présentés dans le tableau 7.

Tableau 7. Résultats de la caractérisation physico-chimique de la farine utilisée.

Paramètre	Taux
Teneur en eau%	13.7
Teneur en cendre (%)	0.67
Taux de gluten humide (%)	23.34
Taux de gluten sec (%)	8
Indice de chute (secondes)	449
Masse volumique (kg /hl)	68.5

L'Alvéographe de Chopin, qui mesure les caractéristiques rhéologiques essentielles de la pâte, a permis la mesure des propriétés viscoélastiques d'une bulle de pâte de farine pendant son gonflement (tableau 8).

Tableau 8. Propriétés viscoélastiques de la farine

Paramètre	Taux
W : extensibilité de la pâte (volume maximum d'air que peut contenir la bulle).	208
P : ténacité de la pâte (aptitude à résister à la déformation).	98
G ou W : force boulangère de la pâte (surface sous la courbe).	16.6
le : indice d'élasticité, $le = P200/P$ (P200 : pression à 4 cm du début de la courbe).	52.70
p/l : rapport de configuration de la courbe.	1.75

Le temps de chute de la farine est de 449 secondes. Alors que sa masse volumique est de 68.5 kg/hl.

Les résultats de la granulométrie de la farine (tableau 9), montrent un refus au tamis 7 xx (200µm) qui est de 4.6 %.

Tableau 9. La granulométrie de la farine.

Tamis	7 xx	Ramasseur
Farine (%)	4.60	95

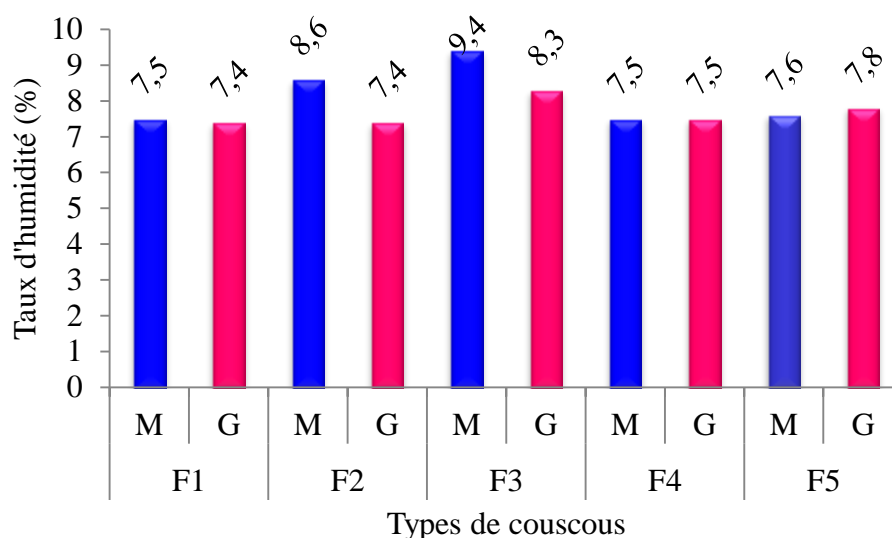
2.3. Résultats des analyses des couscous

Dans cette partie, nous allons exposer les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les différentes formulations de couscous moyen et de couscous gros.

2.3.1. Taux d'humidité

Les teneurs en humidité des différents échantillons de couscous semblent être proches (figure 10). La teneur. Les teneurs maximales sont enregistrées dans les couscous moyens avec 10 et 15% de farine respectivement (F2 et F3) avec des taux d'humidité de 8,6 et 9,4%.

La teneur en humidité minimale est de 7.4% enregistrée dans le couscous gros à 0% et 10% de farine dans l'ordre.



F : Formulation ; M : Couscous moyen ; G : Couscous gros

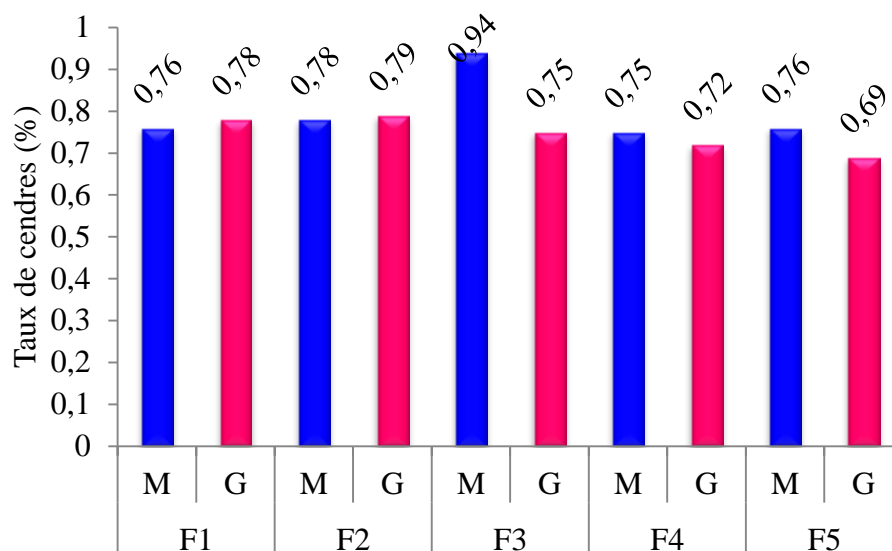
Figure 10. Histogrammes des taux d'humidités des échantillons de couscous

2.3.2. Taux de cendres

La teneur en cendres (figure 11) varie légèrement à 0,15%) d'un échantillon de couscous à l'autre.

La valeur maximale est enregistrée dans le couscous de formulation 3 (15% de farine), moyen, avec un taux de cendres de l'ordre de 0,94% sur extrait sec.

Les autres couscous présentent des taux voisins allant de 0,69% pour le couscous gros, formulation 5, à 0,79% pour le couscous gros formulation 2 ; soit des taux de variation de 0,01% à 0,1%.



F : Formulation ; M : Couscous moyen ; G : Couscous gros

Figure 11. Histogrammes de la teneur en cendres des échantillons de couscous

2.3.3. Granulométrie du couscous

Les résultats de la granulométrie des différentes formulations de couscous moyen sont illustrés par la figure 12.(tableau 1, annexe 3)

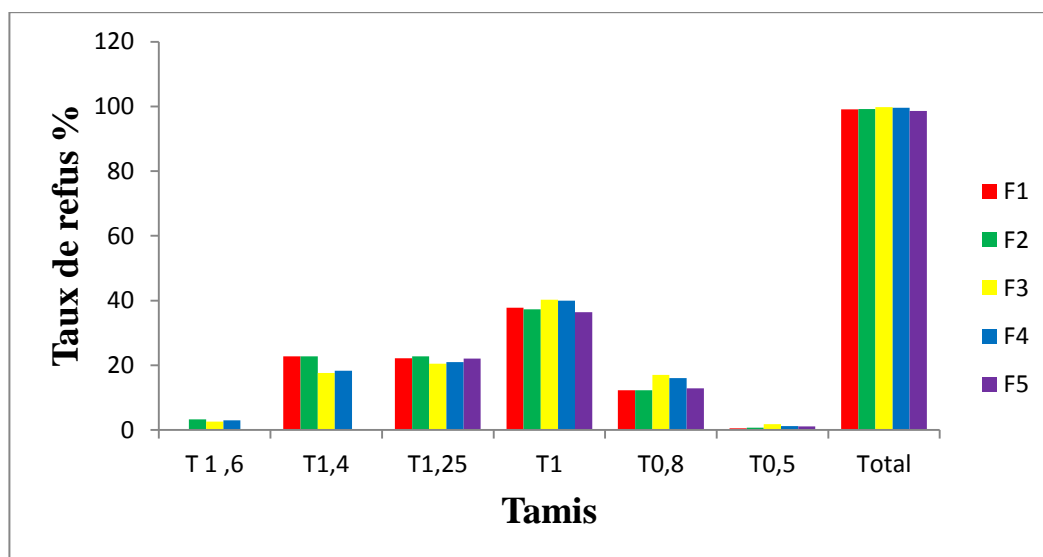


Figure 12. Histogrammes de la granulométrie des différentes formulations de couscous moyen

Les résultats obtenus montrent que le taux de refus est élevé dans le tamis T1 (1 mm) avec des taux de refus allant de 36,70 à 40,31%.

Ainsi, des taux de refus proches se présentent, pour toutes les formulations de couscous, dans le cas où les tamis T1.4 et T1.25 ont été utilisés.

Dans le cas du couscous gros figure 13(tableau2 annex3), On remarque, que inversement au couscous moyen, le taux de refus dans les tamis T1 et T1.25 est très faible, voire négligeable. Ce taux augmente au fur et à mesure que le diamètre des mailles de tamis augmente. En effet il semble que ce taux se répartie de façon équitable entre les 3 tamis T1.6 ; T1.8 et T 2.

On remarque aussi, que le refus du couscous de la formulation 5 : produit avec 25% de farine, présente un taux de refus au T2 supérieur aux autres couscous.

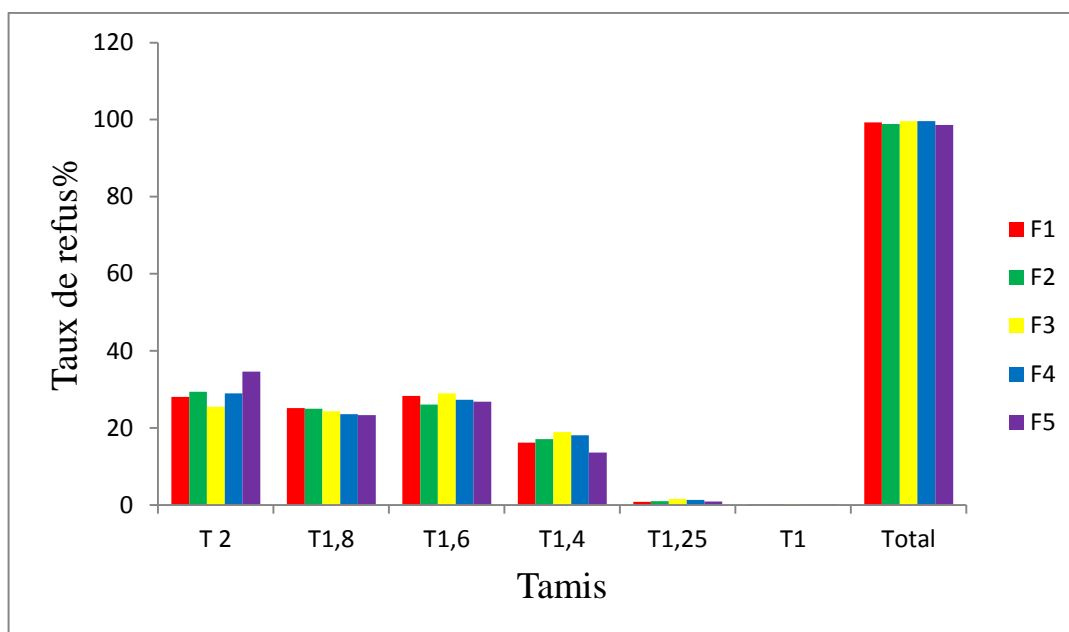


Figure 13.Histogrammes de la granulométrie des différentes formulations de couscous gros

2.3.4. Masse volumique

Les résultats de la masse volumique des différents couscous sont regroupés dans le tableau 10.

Il en ressort que la masse volumique des différents couscous moyens est toujours supérieure à celle des couscous gros.

Ainsi, On remarque que les formulations 3 (15% de farine) et F5 (25% de farine), présente dans les deux cas de couscous gros et moyen des masses volumiques supérieures aux autres.

Tableau 10. Masse volumique des échantillons de couscous

Couscous	Masse volumique (Kg/hl)	
	Couscous moyen	Couscous gros
Formulation 1	70,6	67,9
Formulation 2	70,6	67,7
Formulation 3	71,6	68,8
Formulation 4	70,8	67,2
Formulation 5	71,3	68,8

2.3.5. Couleur de couscous

Les résultats de l'indice de jaune sont regroupés dans le tableau 11.

Tableau 11. Indice de jaune des couscous.

Couscous	Indice de jaune	
	Couscous moyen	Couscous gros
Formulation 1	0,4165	0,4181
Formulation 2	0,4178	0,4181
Formulation 3	0,4161	0,4145
Formulation 4	0,4173	0,4185
Formulation 5	0,4141	0,4161

Les résultats obtenus montrent que l'indice de jaune au niveau du couscous gros est supérieur à celui du couscous moyen.

Les teneurs maximales en indice de jaune, sont observés dans le couscous gros 100% semoule, gros 90% semoule et gros 80% semoule.

2.3.6. Indice de gonflement

Suite aux résultats obtenus (tableau 12), le gonflement du couscous moyen semble être meilleur que le couscous gros. En outre, le couscous avec 100 de semoule semble avoir une meilleure absorption et donc gonflement.

Tableau 12. Indice de gonflement des couscous moyens et gros.

Couscous	Indice de gonflement	
	Couscous moyen	Couscous gros
Formulation 1	263%	233%
Formulation 2	230%	246%
Formulation 3	201%	202%
Formulation 4	223%	200%
Formulation 5	233%	197%

Les figures 13 et 14, montrent l'évolution du taux de gonflement des différentes formulations de couscous, moyen et gros respectivement, en fonction du temps.

Il en ressort que le gonflement augmente rapidement pendant les premières 5 minutes dans le cas du couscous moyen et les premières 10 min dans le cas du couscous gros et cela pour toutes les formulations.

Par la suite le gonflement prend une progression moins rapide dans l'intervalle de temps allant de 5 à 20 minutes pour le couscous moyen (figure 14) et dans l'intervalle de 10 à 45 minutes pour le couscous gros.

Au-delà de ces deux intervalles de temps, on observe une dernière phase où le gonflement du couscous se stabilise.

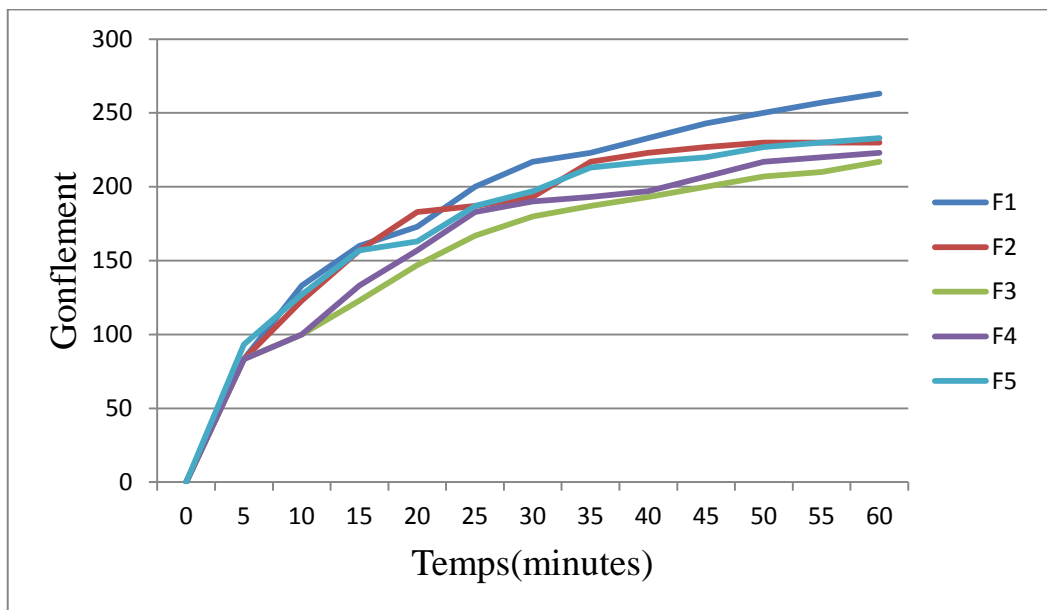


Figure 14. Evolution du gonflement des différentes formulations de couscous « moyen » en fonction du temps

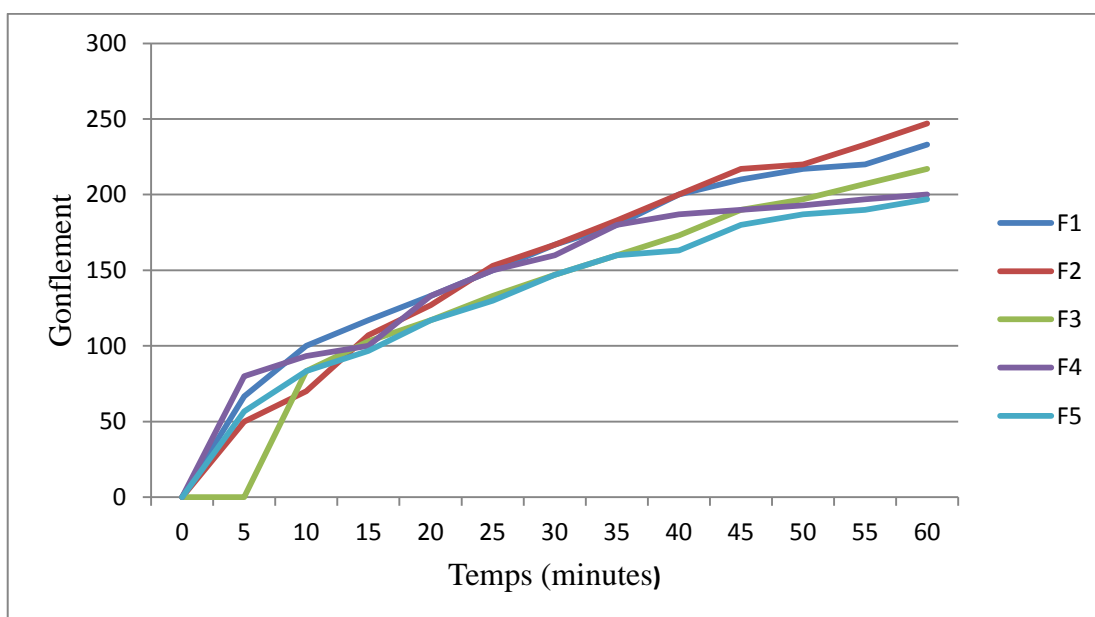


Figure 15. Evolution du gonflement des différentes formulations de couscous « gros » en fonction du temps

2.3.7. Temps de cuisson

Cette expérience a été réalisée selon un mode de préparation domestique : la cuisson passe par trois étapes.

Il résulte de ce test que la hauteur du couscous dans le couscoussier augmente après chaque cuisson (figure 15 et 16), pour le couscous gros et moyens et dans le cas de toute formulation.

On remarque aussi, que dans le cas du couscous moyen (figure 15), les formulations 3 et 4, soit celles contenant 15 et 20 % de farine présentent une bonne augmentation de la hauteur dans le couscoussier.

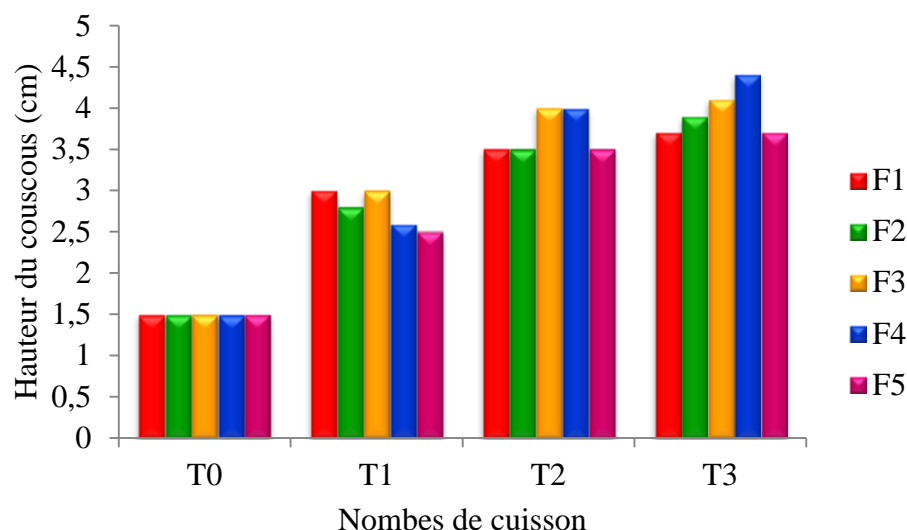


Figure 15. Hauteur des couscous « moyens » lors de la cuisson

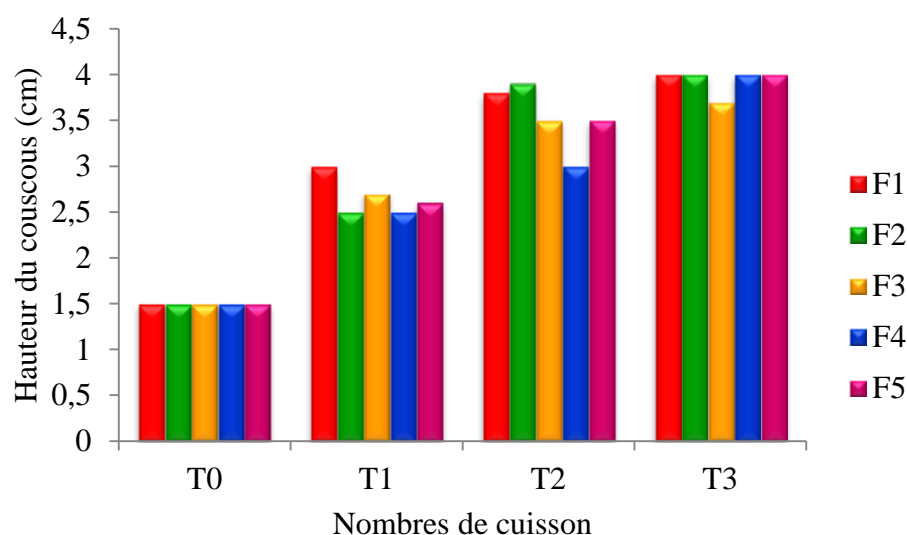


Figure 16. Hauteur des couscous « gros » lors de la cuisson

Dans le cas de couscous gros, on remarque l'inverse. Ce sont les mêmes formules, soient F3 et F4 qui présentent les hauteurs les plus faibles.

En terme de temps de cuisson, dans le cas de couscous moyen, la première cuisson prend peu de temps comparativement à la seconde (tableau 13).

Tableau 13. Temps de cuisson des différentes formulations de couscous moyen

Couscous Moyen	Temps ₁	Temps ₂	Temps ₃
F1	1,56	2,49	7,01
F2	2,50	2,41	6,50
F3	1,36	2,13	3,00
F4	2,11	2,01	3,46
F5	2,11	2,32	5,17

La troisième cuisson par contre prend plus de temps (jusqu'à 7 min 01 sec. Pour la F1). Ainsi, on remarque que le temps de la 2^{ème} et la 3^{ème} cuisson augmente avec l'augmentation du taux de la semoule dans le couscous.

La hauteur, par contre, n'augmente pas beaucoup après la 3^{ème} cuisson, même si le temps est supérieur aux autres temps de cuisson.

Dans le cas du couscous gros (tableau 14), son comportement est presque identique à son précédent. A la différence que la 1^{ère} et la 2^{ème} cuisson semblent être identiques et la 3^{ème} cuisson prend moins de temps que celui pris dans le cas de couscous moyen.

Tableau 14. Temps de cuisson des différentes formulations de couscous gros

Couscous Moyen	Temps ₁	Temps ₂	Temps ₃
F1	2,30	2,15	5,04
F2	3,30	2,05	5,17
F3	2,57	2,17	5,34
F4	2,07	2,30	4,03
F5	2,03	2,05	5,01

Il n'y a pas de formation de mottes. Les grains de couscous sont bien individuels. Les grains sont fermes non collants.

3. Discussions

Les résultats de la teneur en eau de la semoule semble être supérieur à la valeur maximale indiqué par la norme du *codex alimentarius* 202-1995 (FAO, 1996), de l'ordre de 14.5%, par contre nos résultats sont proches de ceux trouvé par

La teneur en cendre par contre semble être inférieure à celle indiqué dans le *codex alimentarius*. Le taux de cendres est un critère d'appréciation de la pureté des semoules, il doit avoir une teneur en cendres dans la matière sèche inférieur a 1 % pour un taux d'extraction de 70 % (Idir, 2000). Dans le cas de notre semoule, le taux d'extraction est de 70 % et le taux de cendres dans la matière sèche est égal à 0.86%.

La semoule utilisée présente une teneur en gluten humide de 36.38 %. Cette teneur est supérieure à l'intervalle indiqué par Godon (1991) de l'ordre de 33 - 34 %. La teneur en gluten sec égale à 13.05 % semble être supérieure à 12.5 %, ce qui signifie que la semoule contient un taux correct de gluten (Godon, 1991).

La granulométrie de la semoule utilisée pour la fabrication du couscous joue un rôle très important. Notre semoule est considérée comme une semoule légèrement fine.

La farine produite et analysée va être à son tour utiliser a différent taux pour la fabrication des différentes formules de couscous et on veut savoir l'influencer de cette dernière sur le couscous et son comportement au moment de cuisson.

Le taux d'humidité de la farine de 13.7 % qu'est inférieur à la norme *codex* : entre 14,5 et 15 %. En effet ce sont des produits en forme de poudre le meilleur est une humidité inférieure à 15%.

Son taux de cendre de 0.67 % est un taux acceptable par rapport aux exigences de la filière d'une moyenne de 0.65%, Ce taux est égale aussi à la teneur en cendres exigé par l'entreprise ERIAD, de l'ordre de 0.56 et à 0.67 % sur extrait sec (ERIAD, 1984). Il faut noter que le taux de cendre est un critère qui peut indiquer la pureté d'une farine. Les matières minérales de la farine sont le potassium, le phosphore, le magnésium et soufre. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les Matières minérales de la farine apparaissent lorsqu'on calcine de la farine : après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres. Comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé, on conclut que moins qu'il y a de cendres, plus que la farine est pure.

Par ailleurs, et comparativement aux normes du *codex alimentarius*, le taux de gluten humide 23.34% et taux du gluten sec 8 % de la farine utilisés semblent être inférieur aux taux indiqués pour le gluten humide : 30% - 33 % et le gluten sec 11 %- 12.5%.

Les résultats obtenus, montrent aussi que notre farine au moment de pétrissage présente une certaine tenacité ($p= 98$) supérieur aux valeurs idéales de 70. Idem pour l'indice d'élasticité de 1.75. Notre farine possède une force boulangère plus élevée.

En ce qui concerne le test de temps de chute très élevé 449 seconde, on peut dire que notre farine présente une activité alpha-amylasique relativement faible. Les enzymes sont présentes en petites quantités dans la farine les plus courantes sont Les protéases, les lipases, les lipodases, les amylases, les peroxydases et les catalases (ChefteL,1977).

Finalement, le refus du tamis 7 xx (200 μ m) est de 4.6 %. Ce taux est inférieur au taux maximale accepter 5 %. La granulométrie de la farine elle doit être dans sa totalité inférieur a 200 μ m.

La teneur en eau obtenue de toutes les formulations de couscous gros et moyens a différents taux sont tous inférieurs au taux fixés par la norme algérienne N.A. 6396 adopté pour le couscous industriel (Anonyme, 1996) qu'est de 11.5 à 12.5 %. Nos résultats n'excèdent pas 13,5%, valeur notée par la norme de *codex alimentarius* (202-1995). Par contre, en comparant nos résultats avec la norme algérienne N.A. 6396 adopté pour le couscous industriel. Ce faible taux en humidité est dû à réglage du séchoir, l'appareil responsable du séchage du couscous. Nos résultats sont très proches de ceux trouvés par Hebrard, (2002) de l'ordre de 9,8%.

Le taux de cendres dans toutes les formules de couscous gros et moyen sont conformes aux normes du le codex alimentaires (202-1995) qui sont de 1,1 %. Les matières minérales sont peu importantes (0.45 à 0.60 %) et sont essentiellement représentées par : potassium, Phosphore, Magnésium, soufre (Bornet, 1992).

La masse volumique est influencée par l'espace inter granulaire qui est influé par la forme des particules et leur hétérogénéité. Les échantillons de faible granulométrie qui sont les plus denses c'est-à-dire les échantillons les plus homogènes, les plus uniformément arrondis. Remarque : la masse volumique de la semoule est de 69.7 kg / hl et celle de la farine est de 68.5 kg / hl.

La composition biochimique du couscous industriel est semblable à celle de la semoule de blé dur qui est utilisée comme matière première (Hebrard, 2002).

Les grains de couscous sont caractérisés par une couleur jaune-claire La couleur des grains de couscous dépend en grande partie de la couleur initiale de la semoule de blé dur.

La couleur du couscous est influencée par le roulage : les propriétés physico-chimiques du couscous industriel se différencient de celles de la semoule par une perte de la viscoélasticité du gluten (consécutives aux traitements thermiques subis par les protéines au cours du séchage) et une oxydation des pigments caroténoïdes au cours du roulage (Feillet, 2000). Selon les études de (Debbouz *et al.* 1994), l'augmentation des dimensions des particules de semoule conduit à une légère diminution de l'éclat de couscous ce qui explique l'indice de jaune élevé chez les formulations du gros couscous. La granulométrie du couscous affecte considérablement sa couleur (Boudreau *et al.*, 1992 ; Debbouz *et al.*, 1994).

Le gonflement est due à une absorption de l'eau. Le gonflement se stabilise à un certain temps, cela est dû à la saturation de la graine de couscous

Le temps de cuisson est le temps à partir duquel l'amidon est gélatinisé, le temps nécessaire pour donner à la pâte cuite la texture recherchée. Un couscous de bonne qualité culinaire doit présenter un bon gonflement, une consistance qui n'est pas trop ferme, un aspect moelleux, une facilité à la mastication.

La cuisson du couscous dure le temps nécessaire au dégagement de la vapeur à la surface du couscous qui peut être jugé différemment d'un sujet à un autre.

La farine ne semble pas affecter la qualité du couscous.

Conclusions

CONCLUSION

L'analyse de la matière première : semoule et farine, a révélé qu'ils ont des caractéristiques conformes aux normes.

Les caractéristiques physico-chimiques du couscous avec différent taux et ses deux calibres gros et moyens .

- L'humidité des produits été légèrement faible est ceci est dû au processus de fabrication.
- Les taux de cendre enregistré dans les normes.
- La granulométrie a été influencé par le taux de la farine.
- La masse volumique est fonction de la granulométrie du couscous.
- L'indice de jaune de toutes les variétés a une valeur stable avec un gradient minime , donc la farine na pas modifier la couleur jaune de couscous.
- L'indice de gonflement est nettement influer par la farine vu la qualité du gluten , qui donne une certaine rigidité a la grain de couscous composé de semoule et farine, et indice de gonflement du couscous Moyen de 100 %semoule plus élevée que le couscous gros 90% semoule.
- Le temps de cuisson du couscous, le comportement du ce dernier, ont présenté un processus de cuisson stable : il n'y a pas de formation de Mottes, c'est un couscous de bonne qualité un bon gonflement, une consistance qui n'est pas trop ferme, un aspect moelleux, une facilité à la mastication et non collant pour toute les variétés.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Aboubacar A., Hamaker B. R. 1999. Physicochemical properties of flours that relate to sorghum couscous quality. *Cereal Chem.* 76(2): 308-313.
- Aboubacar A., Hamaker B. R. 2000. Low molecular weight soluble starch and its relationship with sorghum couscous stickiness. *J. Cereal. Science* 31: 119-126.
- AFNOR (1991). Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers. AFNOR/DGCCRF. 3ème édition. Paris. 360 p.
- AFNOR, 1991 b. Norme AFNOR NF-V03-720. Céréales et produits céréaliers : détermination des cendres, méthode par incinération à 900 °C, pp : 8-12. In « Recueil de normes AFNOR contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers ». 3ème édition, Paris, 360 pages.
- Aluka K., Miche J. C. Faure J. 1985. Conditions d'une fabrication mécanique du couscous de maïs en Afrique de l'ouest. *IAA. Mai* : 457-461.
- Anonyme, 1996. Norme Algérienne N.A. 6396. Norme pour le couscous industriel. 1ère édition. INAPI. 5 pages.
- Anonyme, 1998. Method of Determining and Expressing Fineness of Feed Materials by Sieving. *Standars ANSI/ASAE S3193*. American National Standards Institute. P: 547-550..
- Anonyme, 2004. Etude de positionnement stratégique de la branche « Pâtes alimentaires et couscous ». Coordination Européenne des Producteurs Indépendants (C.E.P.I), cahier du C.E.P.I. N° 23.
- Bahchachi N., 2002. Incorporation du gluten de maïs dans la fabrication de deux produits céréaliers traditionnels : trida et couscous. Thèse de Magister. DNATAA. Université Mentouri de Constantine. 134 pages.
- Barkouti.A, 2012, Agglomération humide de poudres a reactivite de surface, Approche mecanistique de la morphogenese de structures alimentaires agglomerees, These de docteur de l'universite Montpellier, 185 p.
- Beji-Becheur A., 2008. Couscous connexion: l'histoire d'un plat migrant. Session 2. P : 1-17.

- Bekradouma D., 1992. Influence des traitements hydrothermiques de précuisson et de séchage sur la valeur nutritionnelle du couscous de blé dur. Mémoire DESS. Montpellier.
- Belaid M.R, Belarbi A. et Khendek D., 1994. Rôle des monoglycérides dans l'expression de la qualité du couscous de blé dur. Mémoire d'Ingénieur. INA, El-Harrach, Alger. 90 pages.
- Benatallah L., Agli A. et Zidoune M.N., 2008. Gluten-free couscous preparation: traditional diagram description and technological feasibility for three rice leguminous supplemented formulae. Journal of Food, Agriculture et Environment. Vol. 6. P : 105-112.
- Benlacheheb R. 2008. Scores lipidiques de certains plats traditionnels consommés à Constantine. Thèse de Magister. INATAA. Université de Constantine. 175 p.
- Bornet., (1992), Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines Edition , ESF. Paris . P.1533.
- Bornet.F. 1993. Technologies des amidon, digestibilité et effets métabolique, ed : Nut, Diet, 1620 p.
- Boudreau.A, Menard.G, 1992, Le ble. Elements fondamentaux et transformation >>. Coordonnateurs, ed : Les presses de l'Université Laval, Canada, 439 p.
- Bouleghie R.; Ouabed K., (2002). Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état, département de nutrition de l'alimentation et des technologies agro alimentaires, D.N.A.T.A.A, P .19- 34.
- Calrel R. (1975)., fabrication de produits alimentaire .
- Chaker S., 1995. Linguistique berbère. Etudes de syntaxe et de diachronie, Paris/Louvain, Peeters.
- Cheftel (J.C.)., Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments.
- Cherdouh.A, 1999, 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, 73 p.
- Cheriet G, (2000), Étude de la galette différents types recettes et mode de préparation, P . 99.
- Christele-Icard.V, 2000, De la semoule du blé dur aux pâtes alimentaires : événements physiques et biochimiques. Industries Agricoles et Alimentaires, 117 p.
- *Codex Alimentarius* 178-1991, Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur,

- *Codex Stan* (Rev. 1-1995), Cereales, legumes secs, legumineuses et matieres proteiques vegetales, 1991, 3 p
- *Codex Standard 202-1995* NORME codex pour le couscous. Codex alimentarius 202-1995.
- Coskun F. 2013. Production of couscous using the traditional method in Turkey and couscous in the world. *Afr. J. Agric. Res.* 8 (22), 2609-2615,
- Coulin P., Farah Z., Assanvo J., Spillmann H. and Puhon, Z. 2006. Characterisation of the microflora of attieke, a fermented cassava product, during traditional smallscale preparation. *Int. J. Food Microbiol.* 106, 131-136.
- D'egidio M.G. and Pagani M.A. 2010. Pasta and couscous : basic food of Mediterranean tradition. *Technica Motiloria International.* 61, 104-115.
- Dagher S.M., 1991. Traditional food in the Near East, FAO, food and nutrition paper 50, Rome, 161 pages.
- Debbouz A. et Donnelly B.J., 1996. Process effect on couscous quality. Engineering and processing. *Cereal chem.* Vol. 73. P : 668-671.
- Debbouz A., Dick, J.W., et Donnelly, B.J., 1994. Influence of raw material on couscous quality. *Cereal Foods World.* Vol. 39. P : 231-236..
- Derouiche M., 2003. Couscous : enquête de consommation à Constantine, fabrication artisanale et qualité. Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine, Algérie. 125 pages.
- Dexter J. W., Matsuo R. R. 1980. Relation between durum wheat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *J. Agric. Food. Chem.* 26: 899.
- Doumandji A, Doumandji S, Doumandji B, 2003. Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Office des publications universitaires. P 11,22.
- Elias E. M. (1995). Durum wheat products. In di Fonzo N. di (ed.), Kaan F. (ed.), Nachit M. (ed.) Durum wheat quality in the Mediterranean region = La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995. 284 p. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 22). Seminar on Durum Wheat Quality in the Mediterranean Region, 17-19 Nov 1993, Zaragoza (Spain) Seminar on durum wheat quality in the mediterranean region. C.I.H.E.A.M./I.C.A.R.D.A./C.I.M.M.Y.T. Zaragoza.

- FAO, 1996. Codex alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales. FAO. Vol. 7. 2ème édition. Rome. 164 pages.
- Feillet P. 2000. Le grain de blé, composition et utilisation. INRA. Paris. 308p.
- Feillet p., autran j. C., icard-verniere C. (2000).Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires. Seminar on Durum Wheat Improvement in the Mediterranean Region: New Challenges, 2000/04/12-14, Zaragoza (Spain). Zaragoza. 431-438.
- Feillet P., Jeanjean M.F., Kobrehel K. et Laignelet B., 1974. Le brunissement des pâtes alimentaires. Bull. E.N.S.M.I.C. Vol. 262. P : 190-194.
- Feillet.P, 1986, L'industrie des pâtes alimentaires : Technologies de fabrication, Qualité des produits finis et des matières premières. Ind. Agric. Aliment. N°103. p 979 - 989
- Fredot E., 2005 : Connaissance des aliments. TEC & DOC, Paris, 397p.
- Galiba m., Rooney l. W., Waniska r. D., miller f. R.1987. The preparation of sorghum and millet couscous in West africa. Cereal foods world. 30(12): 878-884.
- Godon B., 1991. Composition biochimique des céréales, pp: 77-94. In « les industries de première transformation des céréales ». Godon B. et Will M.C. Lavoisier Tec et Doc. Apria. Paris. 221 pages.
- Grandvionnet P ; Praix B. ., Les ingrédients des pâtes , Farines mixtes, (1994), P. 100-131 .
- Guarda G., Padovan S. et Delogu G., 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Eur. J. Agron. Vol 21. P : 181–192.
- Guezlane L et Senator A.,1991. Etude physico-chimique et technologique de deux types de couscous (artisanal et industriel) Vol 9, N 1, P 47-62 .
- Guezlane L. et Abecassis J., 1991. Méthodes d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. Industrie Alimentaire et Agricole, Vol. 11. P : 966-971.
- Guezlane L., 1993. Mise au point de méthodes de caractérisation et étude des modifications physico-chimiques sous l'effet des traitements hydrothermiques en vue d'optimiser la qualité du couscous de blé dur. Thèse de Doctorat d'Etat. INA, El Harrach, Algérie. 89 pages.
- Guezlane L., Selselet-Attou G. Senator A. 1986. Etude comparée de couscous de fabrication industrielle et artisanale. Industrie des céréales 43 :25-29.

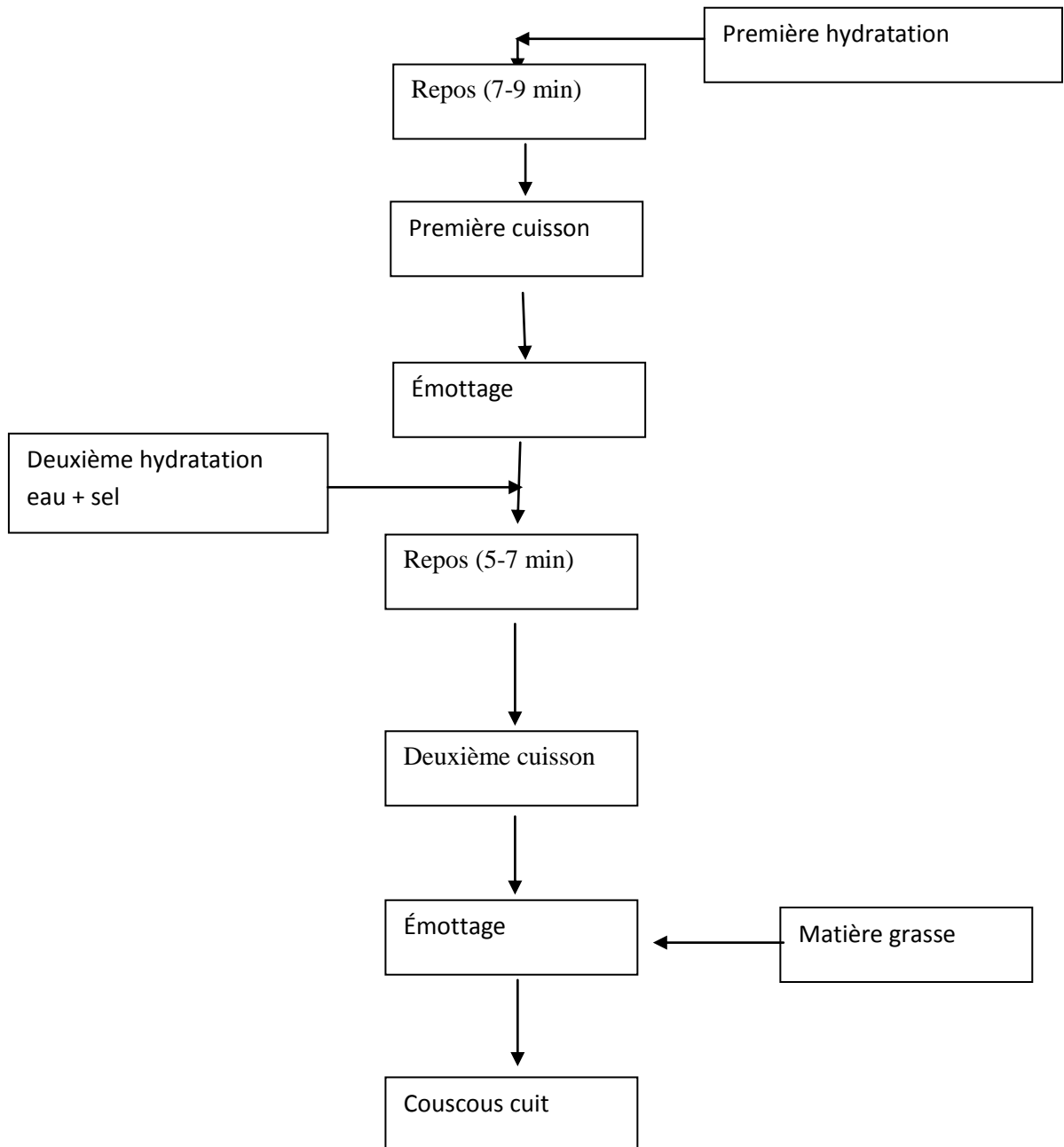
- Hebrard A., 2002. Granulation de semoules de blé dur. PhD thesis, ENSA Montpellier 101page.
- Hentschel V., Kranl K., Hollmann J., Lindhauer M.G., Bohmand V. et Bitsch R.,2002. Spectrophotometric determination of yellow pigment content and evaluation of carotenoids by high-performance liquid chromatography in durum wheat grain. Journal Agriculture et Food Chem. Vol. 50. P: 6663–6668.
- Idir D., 2000. Influence du taux d'extraction et de la granulométrie de semoule sur la qualité technologique du couscous de blé dur. Mémoire de Magister. INA, El Harrach, Alger. 84 pages.
- Jintet.R, Croguennec.t, schuck.p, brule.G, science des aliments, ed : tec et doc Lavoisier Paris, 2007, 383 p.
- Journal Officiel Algerienne N° 35, Arrêts, decision et avis, 7 juillet 2013
- Khendek L., Guezlane L. 1994. Rôle des monoglycerides dans l'expression de la qualité technologique du couscous industriel de blé dur. Céréaliculture 32 : 10-14.
- Kherrif A., 1996. Effet de la variabilité protéique sur l'expression de la qualité technologique du couscous. Mémoire d'Igénieur. INA, El-Harrach, Alger. 61 pages.
- Kiger J.L, Kiger J.G, 1967, Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale et les produits de regime, ed : DUNO, Paris. 676 p.
- Kim H., Sieb P., Deyde G. et Yang H., 1986. Milling hard red winter wheat to farina :Comparison of cooking quality and color of farina and semolina spaghetti. Cereal Food World. Vol. 31. P : 810-819.
- Kobrehel K., Laignelet B. et Peillet P., 1972. Relation entre les activités peroxydasiques et polyphénol oxydasiques des blés durs et le brunissement des pâtes alimentaires. C.R Acad. Afric. Fr. Vol. 58. P : 1099-1106.
- Lahbabi A, Abdel Ilah A. Jib, Moussa MY., guide pratique de la fortification de la farine.(2004).
- Lavoisier, Paris, (1977), P. 105-142.
- Lepage M. et Sims R.P.A., 1968. Carotenoids of wheat flour: their identification and composition. Cereal chem. Vol 45. P : 600–604.
- Maarouf, Merzoughi, 2002. Etude de la variabilité physico-chimique de quelque variété de blées durs cultivées dans la région de S.B.A. thèse d'ingénieur d'état en biologie, Mascara.

- Maata M. 2012. Etude de la thermorésistance chez la flore dominante de contamination de trois variétés de couscous commercialisés dans la région de Tlemcen. Mémoire de master : université de Tlemcen. 34p.
- Manser J., 1985. Degré de finesse des produits de mouture de blé dur dans l'optique de l'industrie des pâtes alimentaires. Industrie des céréales. Vol. 36. P : 19-29.
- Matsuo R.R et Irvine G.N., 1970. Effect of gluten on the cooking quality of spaghetti. Cereal chem. Vol. 47. P : 173-180.
- Mohamad Saad M., Barkouti A., Rondet E., Ruiz T. et Cuq B., 2010. Réactivité et mécanisme d'agglomération de la semoule de blé dur : description de la croissance et de la texture des agglomérats. Industrie de céréales. N° 169. P : 30-31.
- Mohamad Saad M., Barkouti A., Rondet E., Ruiz T. et Cuq B., 2011 . Study of agglomeration mechanisms of food powders: Application to durum wheat semolina. Powder Technology. Vol. 208. P : 399-408.
- Morancho J. 2000. Production et commercialisation du blé dur dans le monde. In: Araus JL Durum wheat improvement in the Mediterranean region: new challenges. Zaragoza, 12–14 April 2000, pp 29–34.
- Moreau j., ardry R. 1942. Un aliment nord africain : le couscous, composition, fabrication, préparation. Archive de l'institut Pasteur. Tunis. T 31, 302-310.
- N'dir B., Gning R.D.1989.Étude de deux procédés de fermentation traditionnelle de couscous de mil (*Pennisetum typhoides*). Céréales en région chaudes. AUPELF-UREF. Eds John libbey Eurotext. Paris. 265-272.
- نامون ه.,خوسي ر.,فيلياشي ك.,وحمزة ن.,2004.,أثر إستعمال بعض الدهون خلال عملية الطهي على نوعية الكسكسي .
- Ounane G., Cuq B., Abecassis J., Yesli A., Ounane S. M., 2006. Effects of physicochemical characteristics and lipid distribution in algerian durum wheat semolinas on the technological quality of couscous. Cereal Chem. 83(4): 377-384.
- Seiler W., 1982. Couscous. Molini Ital. Vol. 33. PP : 417-421.
- Selselt.Attou, 1990. Technologie des céréales et des produits dérivés. Mostaganem.
- SERVIUE . 1984, Valeur alimentaire et al, Manuel d'alimentaire humaines . Les aliments tome 2. Edition : technique et documentation , la voisin, paris P. 516.
- SIFPAF H ;2012. La filière semoule, pate et couscous. Comité française de la semoulerie industrielle.
- Taha S.A. et Sagi F., 1987. Relationships between chemical composition of durum wheat semolina and macaroni quality. II Ash, carotenoid pigments and oxidation enzymes, cereal, Res. Com. Vol. 15. P : 123-129.

- Trono D., Pastore D. et Difonzo N., 1999. Carotenoid Dependent Inhibition of Durum Wheat Lipoxygenase. Journal of Cereal Science. Vol. 29. P : 99-102.
- Virling.E, 2003,Aliment et boisson, Filières et produits, 2eme Edition Doin , 270 p.
- Virling.V. 2008. Aliments et boissons, filières et produits, ed : doin, 2008 , 277 p.
- Yanis A. 2007. Art culinaire, Le couscous ou l'histoire ancestrale d'un grain magique. Algérie.
- Yettou N., Ait Kaci M., Guezlane L., Ait Amar H. 1997. Détermination des caractéristiques viscoélastiques du couscous cuit au moyen du viscoelastographe CHOPIN. IAA, 12 : 844-848.
- Yettou n., guezlane l. Ounane G. 2000. Mise au point d'une méthode instrumentale d'évaluation de la délitescence du couscous de blé dur. Symposium blé 2000, enjeux et stratégies. Alger 7-9 : 271-276.
- Yousfi L., 2002. Influence des conditions de fabrication et des modes de préparation sur la qualité du couscous industriel et artisanal. Thèse de magister. Université Mentouri Constantine, Algérie. 140 pages.
- <https://www.2020lifestyles.com/resources-tools/recipes/a-f/basic-whole-wheat-couscous.aspx>

Annexe

ANNEXES 1 : Diagramme de la cuisson traditionnelle du couscous.



ANNEXES 2



1 : Mélangeuse ; 2 : Rouleuse ; 3 : Cuiseur à la vapeur d'eau ; 4 : Sécheur (rotante)

Chaine AFREM pour la fabrication du couscous



1 : Palettes du tambour de rouleuse
2 : Semoule hydratée prête à l'agglomération

Roulage industriel du couscous

8.10 de produit fin + 25 ml (H₂O) → Falling number Taux de chute(s)

INDICE DE CHUTES

Correction du poids de la prise d'essai: Sur la base d'une teneur en eau de 14% $\left(\frac{100}{100-14}\right)$

Température	Poids (g)	Teneur en eau	Poids (g)	Teneur en eau %	Poids (g)
8.0	6.54	11.8	6.80	14.8	7.07
8.2	6.56	11.6	6.81	15.0	7.08
8.4	6.57	11.8	6.83	15.2	7.10
8.6	6.58	12.0	6.84	15.4	7.12
8.8	6.60	12.2	6.86	15.6	7.13
9.0	6.62	12.4	6.87	15.8	7.15
9.2	6.63	12.6	6.89	16.0	7.17
9.4	6.64	12.8	6.90	16.2	7.18
9.6	6.66	13.0	6.92	16.4	7.20
9.8	6.67	13.2	6.94	16.6	7.22
10.0	6.69	13.4	6.95	16.8	7.24
10.2	6.70	13.6	6.97	17.0	7.25
10.4	6.72	13.8	6.98	17.2	7.27
10.6	6.73	14.0	7.00	17.4	7.29
10.8	6.75	14.2	7.02	17.6	7.31
11.0	6.76	14.4	7.03	17.8	7.32

denzitätabelle / Table pour nombre de fils
 tabla de numero de hilos / Table of the number of threads

Stahrdrahtgewebe Toiles métalliq. en acier étamé				Nylon				Seidengewebe Soies et gazes					
dünn/jeugo ligero				Normalqualität Qualité normal				Qualität Doppel E- 1a Qualité double extra 1					
Nr. No.	mm	pro/cm	mm	Nr. No.	mm	pro/cm	mm	Nr. No.	mm	pro/cm	mm	%	%
180	0,10	66,8	0,05	44,3	14	0,095		38	25 P	0,062	77		21
170	0,109	62,9	0,05	47,0	13	0,100		39	26 T1	0,035	92		9
160	0,114	59,2	0,055	45,4	12	0,112		41		0,063	75		22
150	0,125	55,5	0,055	48,1	11	0,118		43		0,077	64		22
140	0,133	51,8	0,06	47,4	10	0,132		45		0,081	62	0,095	23
130	0,143	48,3	0,065	47,2	9	0,150		46		0,085	59	0,095	25
120	0,15	44,7	0,07	47,2	8	0,160		47		0,092	55	0,095	25
110	0,17	40,7	0,075	47,8	7	0,200		48		0,106	51	0,095	28
100	0,19	37,0	0,08	49,4	6	0,212		49		0,112	49,5	0,095	29
					5	0,250		51		0,117	46	0,100	29
					4	0,280		53		0,129	43	0,105	31
95	0,206	35,1	0,08	51,5									
90	0,21	33,3	0,09	48,9									
85	0,227	31,4	0,10	50,9									
80	0,237	29,6	0,10	49,2									
75	0,26	27,7	0,10	52,0									
70	0,29	26,0	0,10	56,4									
65	0,31	24,0	0,11	55,5									
60	0,34	22,0	0,11	57,0									
55	0,37	20,07	0,12	56,7									
50	0,41	18,5	0,13	58,7									

				Griessgaze GG Gazes à gros fil				Normalqualität - Nylon GG qual. normal - Nylon					
Nr. No.	mm	pro/cm	mm	Nr. No.	mm	pro/cm	mm	Nr. No.	mm	pro/cm	mm	%	%
74	0,212	31	0,110	43,5	9	0,155	28,5	0,110	35				
72	0,224	29	0,120	43,5	8	0,183	24	0,110	36				
70	0,236	28	0,120	44	7	0,193	22,5	0,110	39				
68	0,243	27,5	0,120	44,5	6	0,219	20	0,110	41				
66	0,250	27	0,120	44,5	5	0,255	18	0,120	44				
64	0,265	25,5	0,130	45	4	0,278	14,5	0,130	46				
62	0,275	24,5	0,130	45,5									
60	0,290	24	0,130	45,5									
58	0,300	22,25	0,140	45,5									
56	0,306	21,0	0,150	45,5									
54	0,315	21,5	0,150	46									
52	0,325	20,25	0,160	46									
50	0,355	19,4	0,160	46,5									
48	0,363	18,75	0,160	46,5									
47	0,375	18	0,160	46,5									
46	0,390	17,5	0,160	47									
45	0,400	17	0,160	47									
44	0,425	16	0,160	47									
42	0,450	15,5	0,200	48									
40	0,475	14,75	0,200	49									
38	0,500	14	0,200	49,5									
36	0,530	13,25	0,220	50									
34	0,560	12,5	0,220	50									
32	0,600	12	0,240	51									
30	0,630	11,5	0,240	52									
28	0,670	10,75	0,240	53									
26	0,710	10,25	0,260	53,5									
24	0,750	9,75	0,280	54									
22	0,800	9,25	0,280	55									
20	0,850	8,75	0,290	56									
18	0,900	8,3	0,300	57									
16	0,950	8	0,300	57,5									
14	1,000	7,5	0,320	58									
12	1,100	6,8	0,350	58,5									
10	1,180	6,5	0,350	59									
8	1,250	6	0,350	59									
6	1,350	5,8	0,400	59									
4	1,400	5,5	0,400	59									
3	1,600	4,8	0,450	60									
2	1,800	4,3	0,500	61									

				Griessgaze GG extra schwer - Seide Gazes à gros fil GG renforcés - Soie			
Nr. No.	mm	pro/cm	mm	Nr. No.	mm	pro/cm	mm
72	0,220	25,6	0,145	39			
70	0,239	25,0	0,145	40			
68	0,242	25,1	0,150	39			
66	0,253	24,4	0,155	40			
64	0,262	23,6	0,155	40			
62	0,275	22,9	0,155	42			
60	0,282	22,2	0,160	41			
58	0,291	21,4	0,160	41			
56	0,307	20,7	0,160	41			
54	0,325	19,9	0,160	44			
52	0,339	19,2	0,160	45			
50	0,354	18,5	0,170	45			
48	0,369	17,7	0,170	45			
46	0,390	17,0	0,180	46			
44	0,414	16,3	0,180	48			
42	0,439	15,5	0,185	49			
40	0,468	14,8	0,185	50			
38	0,494	14,0	0,200	51			
36	0,520	13,3	0,200	50			
34	0,563	12,6	0,200	52			
32	0,611	11,8	0,200	55			
30	0,660	11,1	0,200	57			
28	0,719	10,3	0,200	58			
26	0,778	9,6	0,220	59			
24	0,850	8,9	0,240	60			
22	0,938	8,1	0,260	61			
20	1,046	7,4	0,280	65			
18	1,169	6,64	0,300	64			
16	1,302	5,91	0,300	66			
14	1,685	5,17	0,300	70			

ANNEXES 3:

Tableau 1. La granulométrie des différentes formulations de couscous moyen

	T 1,6	T1,4	T1,25	T1	T0,8	T0,5	Total
F1	3,50	22,80	22,20	37,80	12,30	0,5	99,10
F2	3,30	22,80	22,80	37,30	12,30	0,7	99,20
F3	2,60	17,60	20,50	40,31	17,00	1,8	99,81
F4	3	18,30	21,00	40,00	16,00	1,2	99,60
F5	3 ;80	22 ;00	22,10	36,37	12,90	1,1	98,60

Tableau 2. La granulométrie des différentes formulations de couscous gros

	T 2	T1,8	T1,6	T1,4	T1,25	T1	Total
F1	28,06	25,16	28,31	16,20	0,85	0,20	99,28
F2	29,43	25,01	26,08	17,10	1,04	0,25	98,91
F3	25,54	24,31	28,97	18,96	1,60	0,25	99,63
F4	29	23,57	27,33	18,12	1,39	0,20	99,61
F5	34,63	23,35	26,87	13,66	0,90	0,22	98,63

Tableau 3. gonflement des différentes formulations de couscous moyen en fonction du temps

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
F1	0	83,3	133	160	173	200	217	223	233	243	250	257	263
F2	0	83,3	123	157	183	187	193	217	223	227	230	230	230
F3	0	83,3	100	123	147	167	180	187	193	200	207	210	217
F4	0	83,3	100	133	157	183	190	193	197	207	217	220	223
F5	0	93,3	127	157	163	187	197	213	217	220	227	230	233

Tableau 4.gonflement des différentes formulation de couscous gros en fonction du temps

	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
F1	0	66,7	100	117	133	150	167	180	200	210	217	220	233
F2	0	50	70	107	127	153	167	183	200	217	220	233	247
F3	0	0	83,3	103	117	133	147	160	173	190	197	207	217
F4	0	80	93,3	100	133	150	160	180	187	190	193	197	200
F5	0	56,7	83,3	96,7	117	130	147	160	163	180	187	190	197

عنوان المذكرة : اختبارات التصنيع والتحكم في الجودة الفيزيائية الكيميائية لتركيبات الكسكس المختلفة

اللقب: GUEDIME الإسم: Chikha المؤطر: LOUNICI S. et TURKI L.

ملخص الغرض من هذا العمل هو تجربة إنتاج الكسكس المصنوع من السميد والدقيق ومعرفة إن كان الطحين يؤثر على جودة الكسكس. أظهر تحليل السميد والدقيق المستخدمة أنها ذات نوعية جيدة.

لهذا قمنا بعمل 10 عينات من الكسكس الصناعي المتوسط والكبير في مطاحن الأغواط بمستويات سميد: 100% ، 90 ، 85 ، 80 و 75%.

أظهرت النتائج أن الكسكس المنتج من نوعية جيدة وأن الطحين لا يؤثر على جودة الكسكس.

من ناحية أخرى ، يتأثر مؤشر التورم بشكل واضح بالدقيق نظراً لجودة الغلوتين ، مما يعطي صلابة معينة لحبوب الكسكس المكونة من السميد والدقيق.

كلمات مفتاحية: الكسكس .الطحين .السميد .الخصائص الفيزيائية والخصائص التكنولوجية.

Memory title : Tests of Manufacture and Control of the Physicochemical Quality of Different Couscous Formulations

Name : GUEDIME **First name :** Chikha **Directed by :** LOUNICI S. et TURKI L.

Abstract : The purpose of this work is to experiment with the production of couscous made from semolina and flour and to see if the flour affects the quality of the couscous.

The analysis of the semolina and the flour used showed that they are of good quality.

For this we made 10 samples of medium and large industrial couscous in Laghouat mills at semolina levels of: 100%, 90, 85, 80 and 75%.

The results showed that the couscous produced are all of good quality and that the flour does not influence the quality of the couscous

On the other hand, the swelling index is clearly influenced by the flour given the quality of the gluten, which gives a certain rigidity to the grain of couscous composed of semolina and flour.

Key words: couscous. flour. Semolina. Physical properties and technological characteristics

Titre du mémoire : Essais De Fabrication Et Contrôle De La Qualité Physico-Chimique De Différentes Formulations De Couscous

Nom: GUEDIME **Prénom:** Chikha **Encadreur:** LOUNICI S. et TURKI L.

Résumé : Le but de ce travail vise à faire des essais de production de couscous à base de semoule et farine et voir si la farine affecte la qualité du couscous.

L'analyse de la semoule et la farine utilisés a montré qu'ils sont de bonne qualité.

Pour cela nous avons fabriqué 10 échantillons de couscous industriel moyen et gros dans les moulins de Laghouat, à des taux de semoules de : 100% , 90, 85, 80 et 75%.

Les résultats ont montrés que les couscous fabriqués sont tous de bonne qualité et que la farine n'a pas influencer la qualité des couscous

Par contre, l'indice de gonflement est nettement influer par la farine vu la qualité du gluten , qui donne une certaine rigidité a la grain de couscous composé de semoule et farine.

Mots clés : couscous. farine. Semoule. Propriétés physiques et caractéristiques technologiques.