

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Saad Dahleb de Blida 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département Sciences alimentaires
Laboratoire Sciences, Technologies et Développement Durable

Mémoire de fin d'études en vue de
l'obtention **Du diplôme de master**
académique en Agro-alimentaire et
contrôle de qualité Filière : Science
Alimentaire
Domaine : Science de la nature et de la vie

Thème

**Étude comparative entre différents types de
couscous artisanal**

Présenté par :

GHETTAS KHADIDJA

ET

HENINI AMEL

Devant le jury :

Dr. REBZANI F.

MCB

Présidente

Dr. ZEGANE O.

MAA

Examinatrice

Dr. BENLEMENE S.

MCB

Promotrice

Année universitaire 2021/2022

Remerciements

Nous tenons en premier lieu à remercier le bon Dieu de nous avoir donné la chance d'exister, le courage et la patience pour réaliser ce mémoire.

La réalisation de ce travail n'est rendu possible que grâce au soutien et à la bonne volonté de certaines personnes à qui nous jugeons nécessaire de témoigner notre gratitude.

Nos sincères remerciements s'adressent particulièrement à Mme **BENLEMANE Samira** qui a bien voulu encadrer ce mémoire, pour tous ses efforts, ses idées, sa confiance, ses encouragements, et surtout sa simplicité, et aussi pour sa disponibilité et les conseils qu'elle nous a prodigués tout au long de ce travail, malgré les contraintes de ses responsabilités.

Nous tenons à remercier Dr **REBZANI F** Maître de conférences B au Département de Biologie, qui nous a accordé l'honneur d'accepter la présidence du jury.

Nous remercions aussi Dr **ZEGANE O** Maître assistant au Département de Biologie, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

A tous le personnel du GROUPE LABELLE implanté à OULED MOUSSA wilaya de BOUMERDES qui nous a aidé à réaliser ce mémoire.

On présente aussi nos remerciements à l'ensemble des enseignants pour l'effort qu'ils ont engagé pour nous transmettre le maximum de connaissance utiles.

Nous remercions tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin, nos vifs remerciements.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

A mes très chers parents, source de vie, d'amour et d'affection de bonheur et de fierté Qu'ALLAH les protège et les garde pour nous.

*A Mon Mari Boualem: qui m'a toujours soutenue
Merci à ton aide et à ta patience avec moi durant tout mon travail.. Qu'ALLAH te garde pour nous.*

A mes chers bourgeons, ma joie dans ce monde mes enfants ; Med Firas, Ines et Abdelmalek ; Qu'ALLAH les protège

A Mes chers sœurs et frères

A tous mes amies et Mon binôme

Khadîdja

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,
Merci d'être toujours là pour moi.*

AMEL

Liste des Tableaux	Pages
Tableau 1.1: Composition globale de 100 g de couscous sec.	6
Tableau 1.2: Caractéristiques physiques et nutritionnelles pour (100 g) de semoule	10
Tableau 1.3: Classification de la semoule de blé dur, et leur taux de cendres	11
Tableau 1.4 : Capacité de production de couscous industriel installée dans certains pays	12
Tableau 1.5: Valeur nutritionnelle moyenne de couscous (pour 100 g)	24
Tableau 3.1: Résultats la teneur en eau des variétés de couscous analysés.	55
Tableau 3.2: Résultats de la teneur de cendres de variétés de couscous analysées.	56
Tableau 3.3: Résultats de la teneur en protéines des variétés des couscous analysés	56
Tableau 3.4: Norme de la granulométrie	57
Tableau 3.5 : Proportions des refus des tamis des 07 types de couscous :	58
Tableau 3.6: l'indice de gonflement des types de couscous au bout de 30min.	60
Tableau 3.7: Résultats des essais de cuisson des échantillons de couscous analysés.	63
Tableau 3.8. Délitescence des couscous analysés.	65
Tableau 3.9: Résultats de test de dégustation.(appréciation par 20 dégustateurs)	68

Liste des Figures

	Pages
Figure 1.1 : Microstructure d'électron de balayage des grains du couscous industriel	7
Figure 1.2: Microstructure d'agglomérat humide après le roulage	8
Figure 1.3 : Couscous aux dattes, couscous au poisson, couscous à la viande	9
Figure 1.4 : Tamis actuel	14
Figure 1.5: Préparation traditionnelle du couscous.	14
Figure 1.6 : Séchage du couscous.	17
Figure 1.7: Diagramme de fabrication artisanal de couscous.	18
Figure 1.8: Diagramme industriel pour la fabrication du couscous.	20
Figure 1.9 : Diagramme de cuisson traditionnelle de couscous	27
Figure 1.10 : Plante de Gartoufa	32
Figure 1.11 : Couscous de hammoum	33
Figure 1.12 : Couscous rose	36
Figure 2.1 : Photos originales des échantillons analysés	38
Figure 2.2 : Etuve multicellulaires	42
Figure 2.3 : Dessiccateur	42
Figure 2.4 : Four à moufle électrique	43
Figure 2.5 : Un appareil de distillateur Unité KJELDAHL	44
Figure 2.6 : Appareil du tamisage	45
Figure 2.7: Analyse de l'indice de gonflement	47
Figure 2.8: Hydratation de couscous avec de l'eau	49
Figure 2.9: Premier cuisson du couscous	50
Figure 2.10: Emottage et hydratation de couscous	50
Figure 2.11: Deuxième cuisson à la vapeur	50
Figure 2.12: Addition de la matière grasse	51
Figure 2.13: Couscous cuit	51
Figure 2.14 : Diagramme de cuisson à la vapeur du couscous	52
Figure 3.1 : La représentation des résultats d'analyses physicochimiques en histogrammes	54
Figure 3.2 : Représentation en histogrammes des résultats des refus des tamis des couscous	58

Figure 3.3: Représentation des résultats de la somme de refus des tamis 1400-1600 μ m et tamis 4000-900 μ m.	59
Figure 3.4. Cinétique du gonflement des couscous	60
Figure 3.5: Les IG au bout de 30 min des couscous	61
Figure 3.6: Représentation en histogrammes la prise en masse des couscous cuits	63
Figure 3.7: Délitescence des couscous cuits étudiés	64
Figure 3.8 : Photos des couscous traditionnels cuits	67
Figure 3.9 : les résultats de la couleur des échantillons	70
Figure 3.10: les résultats du gout des échantillons	71
Figure 3.11: les résultats de la fermeté des échantillons	72
Figure 3.12: les résultats de collant des échantillons	72
Figure 3.13: les résultats de la délitescence des échantillons	73

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de normalisation

DD : degré de délitescence

ES: Extrait Sec

FAO: Food and Agriculture Organization

IG: Indice de Gonflement

ISO: international organization for standardization

M : Masse.

MS : Matière Sèche.

MTQ : matière telle quelle

NA: Norme Algérienne

NaCl : Chlorure de sodium

NaOH : hydroxyde de sodium

NF: Norme Française.

OMS : l'organisation mondiale de la santé

SSSE : Semoules Sassées Super-Extra

SSSF : Semoules Sassées Super Fines

UNESCO: united nation educational, scientific, and cultural organization

USDA: United States department of agriculture

V : Volume.

ملخص

في هذا البحث، قمنا بدراسة الجودة الفيزيائية الكيميائية، التكنولوجية والطبخية لأنواع مختلفة من الكسكسي التقليدي والمتمثلة في: كسكسي القمح الصلب الكامل، كسكسي الشعير، كسكسي الذرة، كسكسي البلوط، كسكسي الخروب، كسكسي المردقوش وكسكسي الحماسة والمقارنة بينها وبين الشاهد المتمثل في كسكس القمح الصلب .

في هذا الصدد قمنا بتحليلات فيزيائية كيميائية (الرطوبة، محتوى الرماد، المحتوى البروتيني)، تكنولوجية (حجم الحبيبات، مؤشر الانتفاخ، الانحلال) وكذا دراسة الخصائص الطبخية (اختبار الطبخ والاختبار الذوقي).

على المستوى الفيزيائي، رطوبة كسكس الشعير (10 %) أقل من رطوبة باقي الانواع مما يعطيه فترة صلاحية أكبر. بينما يتميز كل من كسكس البلوط وكسكس الخروب بمحتوى أكبر من الرماد (2.51 و 2.20 بالمئة على الترتيب) مقارنة بباقي الانواع. أما كسكس الخروب فهو الاغنى بالبروتين (14.5 بالمئة).

قياس حجم الحبيبات الذي تم اجراؤه يوضح أن أكبر أنواع الكسكس هي كسكس المردقوش، الشعير، البلوط ثم الخروب والتي تظهر حبيباتها تناسقا واضحا وسطحا أملسا على غرار كسكس الحماسة الذي تظهر حبيباته متباينة وذات سطح خشن.

مؤشرات الانتفاخ الخاصة بالكسكسي الشاهد، كسكسي الذرة وكسكس الخروب (2.75 ، 2.03 و 2 بالمئة على التوالي) هي الاعلى من بين كل الأنواع .

دراسة الخصائص الطبخية تظهر تباين اللون بتباين المصدر، حيث يتميز كل نوع بلون مختلف والتي تكون داكنة مقارنة بالكسكس الشاهد مع وجود طعم فريد في كل من كسكس المردقوش وكسكس الذرة. وتجدر الاشارة إلى أن حبيبات هذين الاخيرين منفصلة تماما وغير متلاصقة.

اختبار الطعم لمختلف عينات الكسكس يقودنا الى الاستنتاج بأنه يمكن التفريق بين مختلف أنواع الكسكسي التقليدي اعتمادا على الذوق واللون والتي تكون مختلفة جدا عن الكسكسي الشاهد. اعتمادا على ما سبق يمكن القول بأن أنواع الكسكسي التقليدي التي تمت دراستها توافق معايير الجودة العالية .

الكلمات المفتاحية :

كسكس، خصائص فيزيائية كيميائية، جودة طبخية، صالبة، قياس حجم الحبيبات، مؤشر الانتفاخ.

Résumé

Dans ce travail, nous avons étudié la qualité physicochimique, technologique et culinaire de différents variétés de couscous traditionnels qui sont : de blé dur complet, d'orge, de maïs, de glands, de caroube, d'origan, de hamama et faire une comparaison par rapport a un témoin représenté par le couscous de blé dur.

Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques (teneur en eau, teneur en cendres, teneur en protéines), technologiques (granulométrie, indice de gonflement, délitescence) et culinaires (test de cuisson, analyse sensorielle).

Sur le plan physique, l'humidité du couscous d'orge (10%) est inférieure à celle des autres couscous et la teneur en eau faible va augmenter sa durée de vie par contre le couscous aux glands et de caroube sont plus riche en cendres (2,51% et 2.20%MS respectivement) par rapport aux autres variétés de couscous. En revanche, le couscous de caroube est le plus riche en protéines (14,5%MS) que les autres types.

Le test de la granulométrie effectué sur les variétés de couscous analysés a prouvé que les plus gros couscous sont celui de l'origan, d'orge, de gland et de caroube et qui présentent une homogénéité remarquable une surface lisse, à l'opposé du couscous de d'el hamama qui présentent une homogénéité réduite et est constitué de grains rugueux.

L'Indice de gonflement du couscous témoin, de maïs et de caroube (2.57%, 2.03%, 2.0% respectivement) est meilleur que celui des autres types. La qualité culinaire met en évidence les différentes couleurs du couscous caractéristiques pour chaque variétés (couleurs foncés) par rapport aux couscous témoin, avec un meilleur goût pour le couscous à base d'origan et aux glands, et présentent des grains bien individualisés et non collés.

Le test de dégustation effectué sur les différents échantillons du couscous nous a permis de conclure que l'appréciabilité de ces couscous traditionnels ne fait pas défaut par sa couleur ni de son goût qui est différent de celui du couscous témoin

Les résultats obtenus, avèrent que les couscous traditionnels étudiés sont de bonne qualité et répondent aux normes algériennes.

Mots-clés : Couscous, Caractéristiques physico-chimiques, Qualité culinaire, Fermeté, Granulométrie, Indice de gonflement.

Abstract

In this present work, we have studied the physicochemical, the technological and the culinary quality of different varieties of traditional couscous. This includes the types obtained from complete durum, barely, acorn, carob, oregano and the so-called hamama couscous. A comparison has been done by reporting the results to a witness, which is the durum couscous.

Thus, we have realized physicochemical analysis (water content, ash content, and protein content), technological quality analysis (granulometry, swelling index, slaughting) and culinary analysis (cooking test, sensorial analysis).

The physical analysis showed that the barely couscous has the lowest amount of moistness of all types (10%) which extends its shelf life. However, oregano couscous and carob couscous are richer in ash (2.51 and 2.2 MS respectively) than the other types. Moreover, caroube couscous has the highest amounts of proteins (14.5 %).

Granulometry essays showed that the biggest types are oregano, acorn and caroube thereof showing a remarkable homogeneity and a smooth surface whereas hamama couscous grains are rough and show a reduced homogeneity

The swelling index of the witness couscous, corn couscous and caroube couscous (2.57% ,2 ,03% and 2,0% respectively) are the best among all types.

The culinary quality analysis defines the typical color of each variety compared to the witness couscous (dark colors) with a better tasting for the oregano couscous and acorn couscous, the grains of the types thereof being more individualized and separate.

The tasting trials of the different samples showed that each type has its specific color and taste that are different from the witness couscous and distinguishing them using these two features is undefinable.

The final results lead to conclude that the studied types of traditional couscous are of a good quality and meet the standards.

Key words : couscous, physico-chemical features, culinary quality, granulometry, hardness, swelling index.

LISTE DES TABLEAUX**LISTE DES FIGURES****LISTE DES ABREVIATIONS****INTRODUCTION** 1**PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

CHAPITRE 1 : LE COUSCOUS	4
1.1.1.Généralités sur le couscous	4
1.1.2.Historique et étymologie	4
1.1.3.Définition de couscous	5
1.1.4.Composition du couscous	6
1.1.5.Microstructure des particules	7
1.1.6.Types de couscous consommé.....	8
1.1.7.Place du couscous dans le régime alimentaire	8
1.8. 1.Processus de fabrication du couscous	9
1.1.8.1.Matière première : semoule de blé dur	9
1.1.8.2. Types de semoule de blé dur	10
1.1.8.4. Qualité de semoule destinée à la fabrication de couscous	11
1.1.9.Fabrication du couscous	12
1.1.9.1. Fabrication artisanale	13
1.1.9.2 Fabrication industrielle.....	19
1.1.10.Rôle des constituants de la semoule dans la fabrication du couscous	21
1.1.11. Consommation du couscous	22
CHAPITRE II : QUALITE DU COUSCOUS	23
1.2.1.Notion de la qualité du couscous.....	23
1.2.1.1.Qualité nutritionnelle	23
1.2.1.2. Qualité hygiénique.....	24
1.2.1.3.Qualité organoleptique	24
1.2.1.4.Qualité culinaire.....	26
1.2.2.Influence des conditions de fabrication sur la qualité du couscous	28
1.2.2.1. Effet du procédé.....	28

Sommaire

1.2.2.2. Influence des conditions mécaniques et hydro-thermiques	29
1.2.2.3. Effet du séchage	29
1.2.2.4. Influence d'adjonction de matière grasse sur la qualité culinaire de couscous	30
1.2.3. Consommation du couscous enrichi	30
1.2.3.1. Modes de consommation du couscous enrichi	30
1.2.3.2. Raisons de consommation du couscous enrichi	31

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET LES METHODES

2.1. Objectif de l'étude pratique	37
2.2. Matières premières	37
2.3. Méthodes d'analyses	40
2.3.1. Analyse des paramètres physico-chimiques	40
2.3.2. Appréciation de la qualité technologique	46
2.4. Evaluations sensorielles	54

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Analyses physico-chimiques du couscous	54
3.1.1. Teneur en eau	54
3.1.2. Teneur en cendres des couscous analysés	55
3.1.3. Teneur en protéines de couscous	56
3.1.4. Granulométrie	57
3.2. Analyses technologiques	60
3.2.1. Indice de gonflement	60
3.2.2. Appréciation de la qualité culinaire du couscous	62
3.2.3. Degré de délitescence	64
3.3. Résultats d'analyse sensorielle des couscous analysés	65

CONCLUSION	75
-------------------------	----

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	77
--	----

ANNEXES

Introduction

Parmi les céréales, le blé dur est à la base des préparations traditionnelles très variées. Ses formes de consommation sont différentes selon les régions et les populations et se prête à une gamme de produits alimentaires uniques et divers (Elias, 1995). Le couscous revêt une grande importance sur le plan socioculturel en Afrique du Nord et en est un bon exemple (Guezlane, 1993).

Le blé dur demeure la matière première pour la fabrication des pâtes alimentaires et du couscous, en raison de ses qualités technologiques (vitrosité de l'albumen, finesse des enveloppes, teneur élevée en protéines et en pigments caroténoïdes et ténacité du gluten après traitement) (Anonyme, 2000).

Selon USDA, La production algérienne de blé au cours de la campagne 2019/2020 est estimée à 3,95 millions de tonnes, l'Algérie, qui n'est en mesure de satisfaire qu'entre 34% et 36% de ses besoins en blé, devrait en importer entre 5 et 8 millions de tonnes en 2020/2021. La consommation de blé de l'Algérie est entre 10,7 et 11 millions de tonnes durant la saison 2020/2021, alors que la production locale de blé diminue de 5,1% à 3,75 millions de tonnes au cours de la même période.

L'évolution de la consommation de pâtes alimentaires en Algérie provient de la diversification de leurs formes, de leurs couleurs, de leurs facilités de préparation, mais aussi et surtout de leurs couts qui restent très raisonnables. Cette augmentation dans la consommation, montre en effet, l'intérêt de produire des variétés alliant à la fois les critères technologiques (Petitot et al., 2009).

Parmi les pâtes traditionnelles, le couscous vient en tête des pâtes consommées par la famille algérienne. Une enquête sur la population algérienne a révélé une consommation moyenne du couscous fin de l'ordre de 9.21 kg/an/hab (Doukani, 2015).

Le couscous a été inscrit officiellement au Patrimoine Culturel Immatériel de l'Unesco. Un mets maghrébin dont le dossier sous le thème du "savoir-faire et pratiques liées à la production et à la consommation du couscous", a été porté par quatre Etats du Maghreb; l'Algérie, le Maroc, la Mauritanie et la Tunisie. Ce qui a permis de reconnaître la valeur exceptionnelle du Couscous et les compétences, l'expérience et les pratiques liées à sa préparation.

Le couscous reste le plat préféré des familles algériennes lors de différentes occasions telles que les week-ends (surtout le vendredi), les mariages, les circoncisions, les fêtes

religieuses (Eid al-Fitr, Eid al-Adha, etc.), les réunions de famille, les invitations et les funérailles (**Chemache et al., 2018**).

Fabriqué à l'origine par des femmes en communautés, et transmis de mère en fille, entouré de traditions et de rituels, le plat du couscous commence à se produire de façon industrielle, par différents acteurs dans le monde entier.

La fabrication du couscous se fait au moyen d'un roulage suivi d'une phase de pré-cuisson à la vapeur puis d'une phase de séchage, il est fabriqué à base de semoule de blé par un procédé industriel ou artisanal (**Guezlane, 1993**).

Ce plat traditionnel varie selon les régions et peut comprendre des légumes, de la viande ou du poisson. Les préparations sucrées sont aussi très appréciées. Au début des années 90, on assiste à un développement important, des salades fraîches à base de grains de couscous et des couscous dits (aromatisés), le fameux (salade de couscous) est devenu un plat très populaire (**Rabany, 2010**).

A base de blé, d'orge, de maïs, ou de glands, achalandé ou dépourvu de viande, en sauce et accompagné de tous les légumes secs ou de saison, ou encore présenté avec ces derniers cuits à la vapeur (Mesfouf, Afourou, etc) et arrosé d'huile d'olive, le registre du couscous algérien est, tout bonnement, inépuisable et souvent inspirant.

Le couscous de la wilaya de Blida, à l'ouest d'Alger prépare sa spécialité, le "couscous noir". La spécificité de ce couscous, c'est qu'il est fait à base d'une centaine d'herbes, et il est très bon pour la santé. Les gens de cette région ont l'habitude de le manger trois fois par semaine au printemps. Ce plat purifie le sang, c'est comme une cure, il est servi avec de l'huile d'olives et du miel.

Un couscous est considéré de bonne qualité lorsque la taille de ses particules est uniforme et lorsqu'il ne présente pas d'odeurs inhabituelles. Après cuisson, il doit être ferme et non collant (**Aboubakar et Hamaker, 2000**), avec une grande capacité d'absorption d'eau, et doit avoir un bon rendement (**Aboubakar et Hamaker, 1999**).

La qualité du couscous dépend des matières premières utilisées et leur composition biochimique de la taille des particules de semoule ainsi que du processus de fabrication (**Guezlane, 1993; Debbouz et al., 1994; Debbouz et Donelly, 1996 Hebrard et al., 2003**).

Les objectifs de notre étude c'est de définir certains paramètres de qualités nutritionnels et culinaires de sept types de couscous traditionnels qui sont : le couscous a base de blé complet, d'orge, de maïs, de gland, de caroube, d'origan et hamama et de les comparer avec le couscous de blé dur commercialisés au niveau de la wilaya de Blida.

A cet effet, pour notre travail nous avons adopté le plan suivant qui comprend:

- Une première partie relative à l'étude bibliographique du couscous et du processus de fabrication et sa qualité,
- une deuxième partie présentant le matériel et les méthodes utilisées,
- la troisième partie présente les résultats obtenus et leurs discussions.
- Le mémoire est achevé, par une conclusion et des perspectives.

CHAPITRE 1 : LE COUSCOUS

1.1.1. Généralités sur le couscous

Le couscous est un plat d'Afrique du Nord, d'origine berbère, populaire dans de nombreux pays. L'origine du mot couscous est moins sûre. Il vient de l'arabe classique KOUSKOUS et du berbère K'SEKSU, qui désigne à la fois la semoule de blé dur et le plat populaire dont elle est l'ingrédient de base (**Louafi et Khedim, 2016**).

La forte immigration maghrébine des années 1960 à 1980 en Europe et en Amérique du Nord ainsi que le retour des colons contribuaient au développement international de ce produit (**Boudaoud, 2016**).

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 capita/an (**Degidro et Pagani, 2010**).

1.1.2. Historique et étymologie

Le couscous est un produit alimentaire très ancien, inventé il y a environ 3000 ans par les Berbères en Afrique du Nord (**Abecassis et al., 2012**).

Il a plusieurs appellations au sein des familles algériennes à savoir « taàm » qui signifie nourriture ou « berboucha ».

La culture du blé s'est imposée en raison de cette facilité de culture mais aussi parce que l'essentiel des progrès agricoles a été expérimenté sur lui. Ce sera désormais une production et une consommation essentielle en Afrique du Nord. Massinissa³ (IIe siècle A. J.) produisait en grande quantité et de qualité supérieure et en exporté vers toute l'Europe du Sud. La semoule est un produit tôt connu chez les peuples d'Afrique du nord qui transformaient le blé en créant des techniques de plus en plus sophistiquées de moulure. Le terme de semoule lui-même est apparemment d'invention romaine « smilia », devenu « semole » dans le français ancien. De cette composition serait tiré « smid » en arabe, qui sert à plusieurs plats, plusieurs pâtisseries et plusieurs sortes de pâtes. Autour de ce mets emblématique fort répandu et omniprésent, il règne pourtant un silence incompréhensible dans la littérature ancienne. Il est mentionné vers la fin du VIIIe siècle par des auteurs musulmans qui firent l'éloge de ses qualités nutritives et médicales. On le retrouve ainsi dans un écrit d'Ibn Adari al-Marakuchi⁴ quand il parle de la Kahina dans une histoire non fondée, alors qu'Ibn Khaldoun au XIVe siècle, définissant le

maghrébin, ou l'habitant d'Afrique du Nord, l'appelle le consommateur de couscous. On trouve aussi des traces chez Léon l'Africain, Gsell et Al-Maqarri. Il parvient à sortir des frontières et à être prisé selon Rabelais dès le XVI^e siècle sous le nom de Coscoton. Et ce n'est qu'avec l'arrivée des Hafside que le nom de couscous est évoqué. C'est donc à la table médiévale, au Maghreb mais aussi en Espagne et au Portugal que ce met gagne véritablement ses lettres de noblesse, passant des steppes nord africaines aux cours royales d'Europe. Mais ce silence historique est littéraire n'enlève rien à son identité historique emblématique. De sa longévité, s'étendant de l'océan Atlantique aux frontières est de la Libye, il se renouvelle sans cesse, portant avec lui ses saveurs et ses secrets culinaires, culturels, sociaux et culturels. Aujourd'hui, il a passé la méditerranée, et est devenu rapidement un plat international, présent sur les cinq continents, favorisant des traditions sociales qui se distinguent de celles qui l'ont vu croître depuis des siècles.

Le mot « couscous » viendrait ailleurs du mot seksu qui signifie « arrondi » dans le dialecte berbère algéro-marocain, ce qui correspond à l'habitude au sud de la Méditerranée de « rouler du couscous », est-à-dire de former des grains arrondis bien séparés les uns des autres en les travaillant du plat de la main (**Gueudelot et Regnault, 2013**).

Certains pensent qu'il provient d'une onomatopée faisant référence au souffle et au cliquetis des grains de semoule quand on les roule sous la main. D'autres, sont d'avis qu'il pourrait être dérivé de l'arabe classique « kaskasah » qui signifie « broyer, piler », de l'arabe « kiskis » désignant la marmite à vapeur utilisée pour sa cuisson ou encore du son émi par la vapeur durant sa cuisson (**Macaire et al., 2010**).

Le couscous ou K'sksou est connu sous plusieurs noms : en Turquie : Kuskus, au Maroc: Maftol, au Liban : Moghrabieh,, 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**).

1.1.3. Définition de couscous :

Il n'existe pas de définition spécifique du couscous dans la réglementation, celui-ci est simplement apparenté à la famille des produits issus du blé dur tels que, les pâtes alimentaire (**Alloui et Assasl, 2013**).

Le couscous est une semoule étuvée et agglomérée en granules de 1 à 2 millimètres de diamètre. Il est fabriqué à base de semoule de blé dur par un procédé industriel ou artisanal (**Guezlane et al., 1986**). Aucun additif alimentaire ou aucun autre ingrédient n'entre dans la

composition de ce produit sauf le sel éventuellement présent dans l'eau d'hydratation utilisée pour l'agglomération de la semoule (**Afnor, 1991**).

Le couscous, un plat algérien de la diète méditerranéenne qui a un mode de cuisson particulier : la cuisson à la vapeur, qui a dû être à sa découverte une véritable révolution dans l'art culinaire. C'est probablement cette particularité qui donne au couscous sa particularité depuis des siècles (**Galleze, 2018**).

Le couscous était défini dans les dictionnaires italiens, comme « un plat de viande, semoule grossière, herbes et œufs dur, d'origine arabe et très apprécié des juifs de Livourne, qui l'appellent communément Cuscussù, à la manière portugaise » (**Franconie et al., 2010**).

Le terme générique de couscous englobe deux produits dérivés :

- Le couscous humide, tel qu'il est de l'agglomération de quelques grains de semoule de blé dur par procédé industriel ou artisanal et que l'en emploie tel quel.
- Le couscous sec, résultant des mêmes procédés de fabrication mais qui a subi un séchage avant son utilisation (**Guezlane et al., 1986**).

1.1.4. La composition du couscous

Le *codex alimentarius* (**Norme de codex 202-1995**) indique que la teneur en humidité du couscous ne doit pas dépasser 13,5 %, avec une teneur en cendres au maximum de 1,1 %.

La composition biochimique du couscous industriel est semblable à celle de la semoule de blé dur qui est utilisée comme matière première (Tableau 1.1).

Tableau 1.1: Composition globale de 100 g de couscous sec (FAO, 1996).

Composition	Valeur (g)
Humidité	13,2
Protéines	12
Lipides	1,1
Cendres	1,2
Glucides	74

L'apport protéique est important, il est de 12 g/100 g (ms) selon Dagher (1991) et 13,2 % (ms) selon Autret (1978), mais avec un déficit en lysine qui constitue le facteur limitant dans la composition du couscous.

La teneur en lipides dans le couscous est relativement faible, elle est de l'ordre de 1,1g/100g et n'a pas d'intérêt nutritionnel élevé (**Dagher, 1991**).

Le couscous est une source non négligeable des sels minéraux, la teneur en cendres est de 1,2g (**Dagher, 1991**). Cette dernière est fortement dépendante du taux d'extraction de la semoule et du mode de fabrication.

Le couscous fournit une part importante de l'apport énergétique de la ration vue sa richesse en glucides qui représente environ 75g /100g (**Dagher, 1991**).

La valeur énergétique apportée par le couscous est importante. Le couscous peut assurer 350 kcal pour 100 g de MS. Il faut rappeler aussi que le couscous n'est jamais consommé nature, on y ajoute le plus souvent des matières grasses, viandes, lait, etc. (**Dagher, 1991**).

1.1.5. Microstructure des particules

Les micrographes électroniques à balayage sont utilisés pour l'évaluation des microstructures des grains de couscous. Les grains de couscous apparaissent comme de grandes particules agglomérées établie par l'association de petites particules de semoules plus au moins fondues (300-500 μm) (**Pons et al., 1999**).

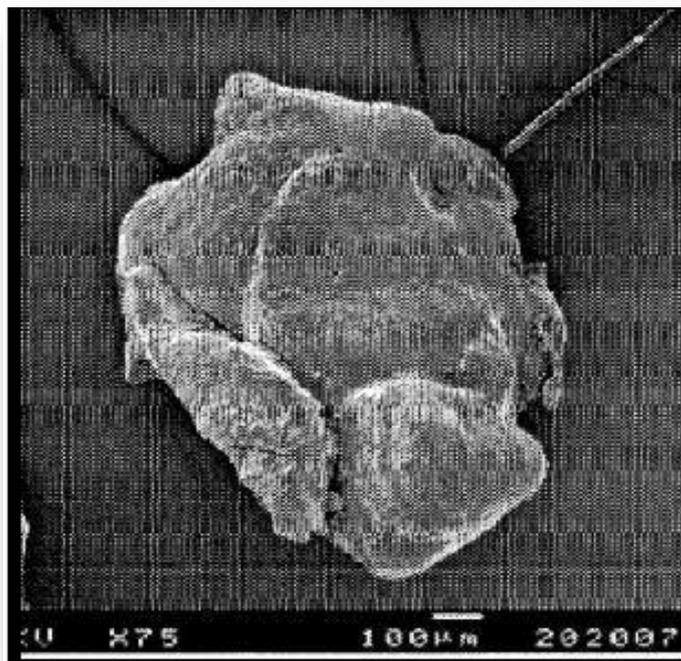


Figure 1.1: Microstructure d'électron de balayage des grains du couscous industriel (**Pons et al., 1999**).

Hebrad (2002) a montré que la rigidité des grains de couscous est due aux ponts fondus entre les particules initiales agglomérées (Figure 1.2).

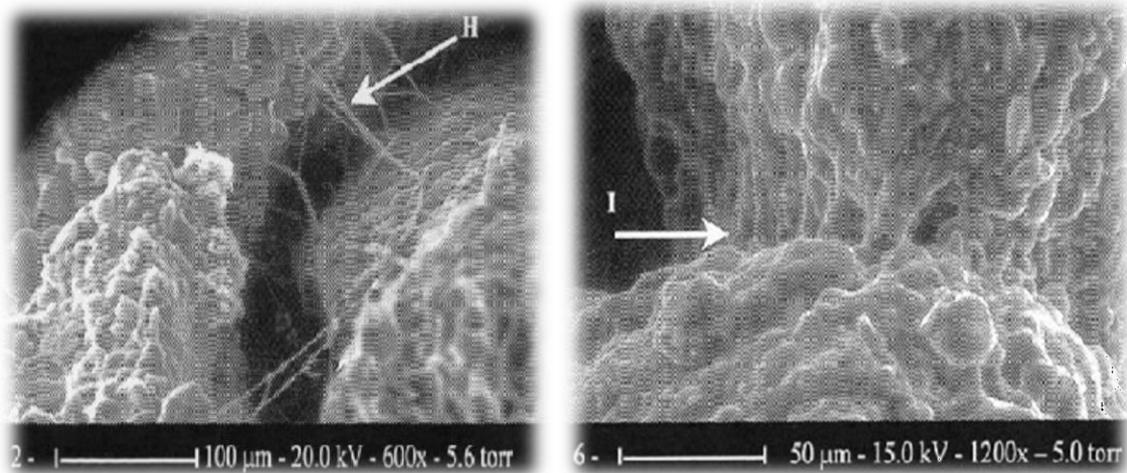


Figure 1.2 : Microstructure d'agglomérat humide après le roulage

La présence d'un vide résiduel entre les particules plus ou moins fondues de semoule permet une certaine porosité à l'intérieur des grains du couscous (Hebard, 2002).

1.1.6. Types de couscous consommé

Dans les pays du Maghreb, le couscous le plus courant est sous forme de petits grains fabriqués à base de blé dur cependant, d'autres variantes existent telles que le couscous à gros grain à base de blé dur "Aïch" ou "M'hammes", le couscous à base de blé ferment "Machroub" appelé "Meziet" et le couscous à base d'orge dénommé "maghlout". En Tunisie, cette même dénomination décrit le *couscous farina* qui est fabriqué à base de blé tendre (*Triticum aestivum*) (Kaup et Walker, 1986).

Le processus qui aboutit à ces petits grains de semoule appelés couscous, est le résultat d'une longue expérience héritée entre générations. Le couscous est fabriqué à base de (blé dur, blé tendre, orge, maïs, glands, caroubes ou riz). Les plantes aromatiques incorporées lui apportent une valeur ajoutée significative.

Le couscous de maïs, de sorgho, de mil ou fonio sont des aliments traditionnels de plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest, d'Amérique centrale et de l'Est (Galiba *et al.*, 1988; N'dir et Gning, 1989). Leur fabrication ressemble à celle du couscous de blé dur du Nord Africain sur certains points (Aluka *et al.*, 1985).

1.1.7. Place du couscous dans le régime alimentaire

Le couscous revêt dans les pays du Maghreb une dimension culturelle qui peut être qualifiée d'identitaire. Il représente pour les populations du Maghreb un aliment de base et un pilier identitaire. Le couscous est depuis longtemps le "plat national" d'Afrique du nord. Pour

tous, il fait partie de la vie quotidienne et religieuse et accompagne tous les grands événements de la vie. Sa préparation et sa dégustation sont toujours une fête.

En effet, il y a autant de variantes que de régions, de saisons ou de fêtes. Ainsi, la recette de base s'est enrichie de nombreux types : il existe en versions salées et sucrées, aux légumes ou à la viande, au poulet ou au poisson, avec ou sans raisins secs ou osban (boulettes de tripes farcies et épicées). Les recettes varient selon les événements sociaux de la vie (couscous de fêtes, de mariage, de baptême ou de circoncision ; couscous des villes, des montagnes, du désert, couscous des riches et des pauvres...) (Babès, 1996).

Le couscous est marqué par la production agricole en cours, selon la région et selon la saison, C'est ainsi qu'on trouve un couscous au poisson dans les grandes villes côtières, le couscous à la viande de chameau dans le sud, le couscous au mouton ou au veau dans les régions d'élevage ovin et bovin. On a aussi affaire aux légumes de saison, au couscous au raisin, ou à la particularité du sud qui est le couscous aux dattes (Galleze, 2018).



Figure 1.3 : couscous aux dattes

couscous au poisson

couscous à la viande

(Galleze, 2018).

1.1.8. Processus de fabrication du couscous

1.1.8.1. Matière première : semoule de blé dur

La semoule est définie par le Codex Alimentarius 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 (Codex standard 178, 1991).

La composition chimique de la semoule est étroitement liée à celle de blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction).

Généralement, la semoule contient 80% de glucides, 78% sous forme d'amidon (amylose et amylopectine) et 2% sous forme de sucres réducteurs. Elle est, également, composée de 10 à

16.5 % de protéines dont 80 à 85% sont des protéines de réserve. Les pentosanes sont présentés avec un pourcentage de 1.5 à 3% : ce sont des arabinoxylanes (polymères de xylose) possédant une propriété de gélification exceptionnelle et des oxydases jouant un rôle important dans la couleur jaune des pâtes alimentaires (**Christèle-Icard, 2000**).

La teneur en eau de la semoule est de l'ordre de 14.5 % et peut varier légèrement selon l'origine de la semoule (transport, stockage, etc.) et le mode de conditionnement (**Codex standard 178, 1991**).

Tableau 1.2: Les caractéristiques physiques et nutritionnelles pour (100 g) de semoule (**Anonyme, 2011**).

Critères	Moyenne pour 100 g
Humidité Max	15,5 %
Protéines	10,7g
Glucides	72,4g
Lipides	0,85g
Cendre	0,88g
Valeur énergétique	340kcal / 1446kJ
Granulométrie	> 500 µm: 0-2% > 390µm: 21-27 % > 280 µm: 27- 37% > 200µm: 8-14% > 112µm: 16-26% < 112µm: 10-14%

1.1.8.2.Types de semoule de blé dur

On distingue, selon la granulométrie, différentes catégories de semoule dont chacune est obtenue par une succession de plusieurs broyages. Ces différents types de semoule sont présentés dans le Tableau 1.3 (**Feillet, 2000**).

❖ Semoule supérieur « dite SSSE »

Elle provient de la partie centrale de l'amande du grain de blé dur ayant un faible taux de matière minérale. Elle sert à fabriquer les pâtes alimentaires dites supérieures (**Apfelbaum et al., 1981**).

❖ **La semoule courante « dite SSSF »**

Elle contient plus de partie périphérique et ayant un plus fort taux de matières minérales. Elle sert à faire les pâtes dites courantes (Apfelbaum et al., 1981).

Tableau 1.3: Classification de la semoule de blé dur (Feillet, 2000), et leur taux de cendres

Catégorie	Etendue granulométrique (µm)	Utilisation	Taux de cendres
SSSE	180-500	Pâtes alimentaires de qualité supérieure.	Taux de cendres maximum 0,80 % (pourcentage ramené à la matière sèche)
SSSF	140-250	Pâtes alimentaires de qualité courante.	Taux de cendres maximum 1,30 % (pourcentage ramené à la matière sèche)

1.1.8.3. Qualité de semoule destinée à la fabrication de couscous

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» (norme de *codex* 202-1995). Pendant la fabrication de couscous, la semoule doit être hydratée avec de l'eau salée de 4-5 g de NaCl / l (Kaup et Walker, 1986).

Le couscous est d'abord une semoule de blé ou d'orge roulée de façon traditionnelle avec les paumes des mains de femme, bien à plat, dans un récipient plat et doux. La semoule est transformée en graines bien calibrées, parce que passées dans plusieurs tamis qui définissent la taille minimale et maximale, entre 1mm et 1mm et demi. (Galleze, 2018)

Des mélanges de 20 à 30% de semoule fine (130 à 183 micromètres) et 70 à 80 de semoule grosse (475 à 700 micromètre) ou une semoule dite (grosse moyenne) dont le grain a un diamètre compris entre 183 à 700 micromètre.

Une enquête de Derouiche (2003), montre que les ménagères algériennes choisissent leur semoule selon trois critères principalement : la couleur la granulométrie et la pureté. La plupart

des ménagères préfèrent l'utilisation d'un mélange de semoule moyenne et farine de blé dur pour la préparation de couscous (**Yousfi, 2002**).

D'après le codex alimentarius 202-1995, elle doit être saine et propre à la consommation humaine, exempt d'odeurs et de goûts anormaux ainsi que d'insectes vivants, la teneur en eau doit être 14.5 % maximum. Et doit être exempt de métaux lourds et conformes aux limites maximales de résidus fixés, emballé dans des récipients préservant les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit.

Environ 10 % du blé dur au Proche Orient est employé pour fabriquer le couscous (**Williams, 1985**). Les étapes de fabrication de couscous commercial sont identiques à celles de couscous traditionnel (**Kaup et Walker, 1986**).

Traditionnellement, les femmes d'Afrique du Nord fabriquent leur couscous à la main, mais depuis 1953, la fabrication de ce dernier a été industrialisée grâce aux frères FERRERO. Nous soulignons que dans le monde, il se produit environ 300 000 tonnes de couscous par an (**Desousa, 2001**).

Le couscous est industrialisé et connaît un développement international. Les capacités installées dans certains pays sont indiquées dans le Tableau 1.4.

Tableau 1.4 : Capacité de production de couscous industriel installée dans certains pays (Anonyme, 2012).

Pays	production (tonnes/ an)
Tunisie	85000
Algérie	50000 dont 20000 tonnes sont en cours
Maroc	80000
Mauritanie	9500
France	112 500
Italie	14 000
USA	11 600
Canada	6 300

1.1.9.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.

La fabrication et la consommation du couscous est le produit de pratiques sociales. C'est un savoir-faire pratiqué en famille, surtout par des femmes, et se transmet de mère en fille.

La fabrication des ustensiles et outils exclusivement liés au couscous sont produits par des artisans et des artisanes. Ce sont des savoir-faire qui se transmettent de génération en génération, généralement au sein de la même famille (**Galleze, 2018**).

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

1.1.9.1. La fabrication artisanale

Le principe de la fabrication traditionnelle du couscous est presque le même dans toutes les régions de l'Algérie. Cependant quelques différences, sont notées et constatées au niveau des étapes des diagrammes de fabrications décrits dans les différents travaux de **Bahchachi, 2002**, La principale ressemblance constatée entre les différents diagrammes est le classement de la semoule en deux produits de granulométrie différente : une semoule fine appelée traditionnellement "*dkak*" et une semoule plus grosse qui est la "*fetla*". Les autres points communs sont essentiellement la précuisson à la vapeur du couscous fabriqué et le séchage de ce dernier à l'air libre.

Le couscous artisanal est fabriqué selon un protocole traditionnel courant, La fabrication des couscous est réalisée hors laboratoire, à la maison dans une chambre propre et bien aérée par une praticienne expérimentée qui travaille dans les conditions habituelles avec un matériel couramment utilisé.

Les différences concernent notamment les tamis utilisés (soit la nomination, soit les ouvertures de maille), l'ordre chronologique des étapes surtout les points d'addition de l'eau et de la semoule fine. A notre avis ces différences sont non seulement dues à la diversité du savoir-faire de chaque ménagère mais aussi à des défaillances dans la description du protocole de fabrication.

Les tamis utilisés dans la fabrication du couscous ne sont pas des tamis normalisés mais des grilles en fibres métalliques d'ouvertures de mailles différentes. Un tamis de la même nomination peut correspondre à des ouvertures de mailles différentes. On peut trouver donc chez la même ménagère par exemple : *sekkatmehloul* (c'est-à-dire d'ouverture de maille large) et *Sekkatmakfoul* (d'ouverture de maille plus serrée).

Sur le marché on peut trouver les tamis suivant :

- ✓ *Siyarezzraâ*: d'ouverture de maille allant de 2860 μ m jusqu'à 3300 μ m ;
- ✓ *Sekkat* : d'ouverture de maille de 1600 μ m à 2500 μ m ;
- ✓ *Mâaoudi*: d'ouverture de maille de 1130 μ m à 1400 μ m ;
- ✓ *Reffad*: d'ouverture de maille de 1000 μ m à 1100 μ m ;
- ✓ *Dekkak*: d'ouverture de maille de 500 μ m à 580 μ m (Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003; Benatallah *et al.*, 2006).



Figure 1.4 : Tamis actuel



Figure 1.5: Préparation traditionnelle du couscous.

La fabrication du couscous passe par les étapes suivantes :

- **Préparation des semoules**

C'est une opération de classement et de purification. La semoule est passée au tamis qui sépare la semoule fine. La grosse semoule s'accumule au fond du tamis tandis que les éléments les plus légers se regroupent à la surface et au centre, et forment "l'oeil" qui est enlevé

à la main (**Gobert, 1940**). Le tamis utilisé pour cette opération est le tamis *dekkak*. C'est le tamis qui a l'ouverture de maille la plus fine dans la gamme des tamis utilisée pour la fabrication traditionnelle du couscous (**Derouiche, 2003 ; Bahchachi, 2002 ; Benatallah et al. 2006**). Au sud le tamis utilisé est appelé *azel* (**Angar et Belhouchet, 2002**).

Malheureusement, la plupart des travaux ne mentionnent pas l'ouverture de maille des différents tamis utilisés. Dans le cas du tamis *dekkak* les ouvertures de mailles les plus citées sont autour de 500µm (**Derouiche, 2003 ; Benatallah et al., 2006**)

- **Précuisons de la semoule**

C'est un prétraitement à la vapeur d'eau de la grosse semoule pendant quelque minutes (9 min environ) (**Benatallah et al., 2006**). Cette étape est connue dans certaines régions de l'Algérie ; elle est réalisée dans le but d'éviter la formation des grosses boulettes pendant le roulage qui sont considérées comme des pertes ; donc, augmenter le rendement en couscous.

- **Roulage**

L'analyse des données bibliographiques ainsi que les termes utilisés par les ménagères pour désigner les différentes opérations de roulage (*tayyab el-fetla ou tsakkat, thouz ou tahssar, tamhass ou tebram*), nous a permis de dire que la formation du grain de couscous passe par trois étapes indépendantes.

- ✓ **Première étape**

La grosse semoule est mise dans un grand plat en bois, la *guessâa*. Cette semoule est arrosée d'eau et remuée des doigts à demi fléchis, des deux mains, formant râteau pour répartir également l'humidité dans la masse. Une désagrégation des grumeaux ayant pris naissance au cours de l'hydratation- malaxage de la semoule, à l'aide d'un tamis, est indispensable (**Moreau et Ardry, 1942 ; Bahchachi, 2002 ; Benatallah et al., 2006**).

Cette étape est négligée dans plusieurs travaux où on passe directement au mélange des trois ingrédients : grosse semoule, fine semoule et l'eau. Elle est très importante, à notre avis, car c'est à ce niveau que le noyau du grain de couscous est formé et la qualité couscoussière de la semoule est jugée donc c'est une étape de « grenaison ».

Le tamis le plus cité pour cette opération est le *sekkat* mais d'autres tamis peuvent être utilisés (*mâaoudi, reffad...*) ; en effet, pour chaque ménagère il s'agit de suivre les traces de sa famille. Le tamis *sekkat* est celui qui possède la maille la plus large dans la gamme des tamis utilisée

dans la fabrication traditionnelle du couscous.

✓ Deuxième étape

Cette étape est caractérisée par l'addition tantôt de l'eau, tantôt de la semoule fine. C'est un grossissement des grains formés pendant la première étape. L'eau est pour humidifier les grains et faciliter l'adhésion de la semoule fine. A ce stade la rouleuse utilise le plat des mains et avec un mouvement répété d'essuie glace, applique une certaine force sur les particules qu'elle roule pour avoir des gains compacts et de forme bien ronde.

Les grains de couscous ainsi formés sont séparés par le tamis *mâaoudi*(refus) et mise à part pour éviter qu'ils prennent des tailles excessives. Le passant de ce dernier subit les mêmes opérations (addition de l'eau, de la semoule fine, roulage et tamisage) jusqu'à la transformation presque totale du produit de la première étape en couscous (**Gobert, 1940 ; Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003**). Donc c'est une étape de « mise en forme ».

✓ Troisième étape

Les grains obtenus (le couscous) sont passés au *sekkat* puis au *mâaoudi* pour calibrer les grains, briser ceux qui sont trop grands ou qui se sont agglutinés. Pour réduire les grumeaux qui peuvent se former au fond du tamis, on y jette un peu de semoule fine et l'on roule sous la paume de la main. Pendant cette étape seule la semoule fine est ajoutée.

Enfin le couscous est passé au tamis *reffad* pour éliminer la semoule restée libre ou les grains trop fins qui sont roulés à nouveau dans la *guesâa* et nourris des dernières traces de semoule fine. C'est une « finition » des grains de couscous formés. Cette étape constitue le point le plus commun entre les différents travaux, elle est citée et décrite presque de la même façon. (**Gobert, 1940 ; Moreau et Ardry, 1942 ; Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003 ; Benatallah et al., 2006**).

• Précuisons du couscous

Un traitement, avant séchage de produit, à la vapeur pendant environ 10min dans un couscoussier semble utile pour permettre le maintien la forme du couscous roulé. Le gâteau du couscous formé à la fin de cuisson est émotté et tamisé à l'aide du *sekkat* (**Gobert, 1940 ; Moreau et Ardry, 1942 ; Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003 ; Benatallah et al., 2006**);).

- **Séchage :**

En vue d'assurer sa conservation, le séchage constitue la dernière opération de la fabrication du couscous. Il consiste à un séchage en couche mince à l'air libre soit directement au soleil soit à l'ombre. Selon l'enquête de **Yousfi (2002)** et de **Derouiche (2003)** la majorité des ménagères préfèrent le séchage à l'ombre pour obtenir un produit propre et plus clair.

A la fin du séchage le couscous est repris au tamis *dekkak* pour être nettoyé de semoule, poussière (**Derouiche, 2003**).

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



Figure 1.6 : Séchage du couscous.

- **Stockage du couscous sec :**

Le couscous sec est conditionné dans des sacs en tissu, des sacs en fibre plastique (l'emballage de la semoule utilisée), ou des bidons en plastique et conservé dans un endroit sec et à température ambiante pendant 2 à 3 ans.

Presque la moitié des ménagères (46,83%) ajoutaient d'autres ingrédients au couscous sec pendant le stockage tels que le piment rouge sec, le poivre noir ou des gousses d'ail. Ces ingrédients sont utilisés pour la protection du couscous contre l'humidité et l'altération par les insectes ou les microorganismes. (**Bouasla et al, 2021**)

La quantité de couscous à préparer est évaluée selon le besoins de l'année ou du semestre, en fonction des familles. Cette pratique est néanmoins intéressante parce qu'on fait plus facilement

face aux événements imprévus (Galleze, 2018).

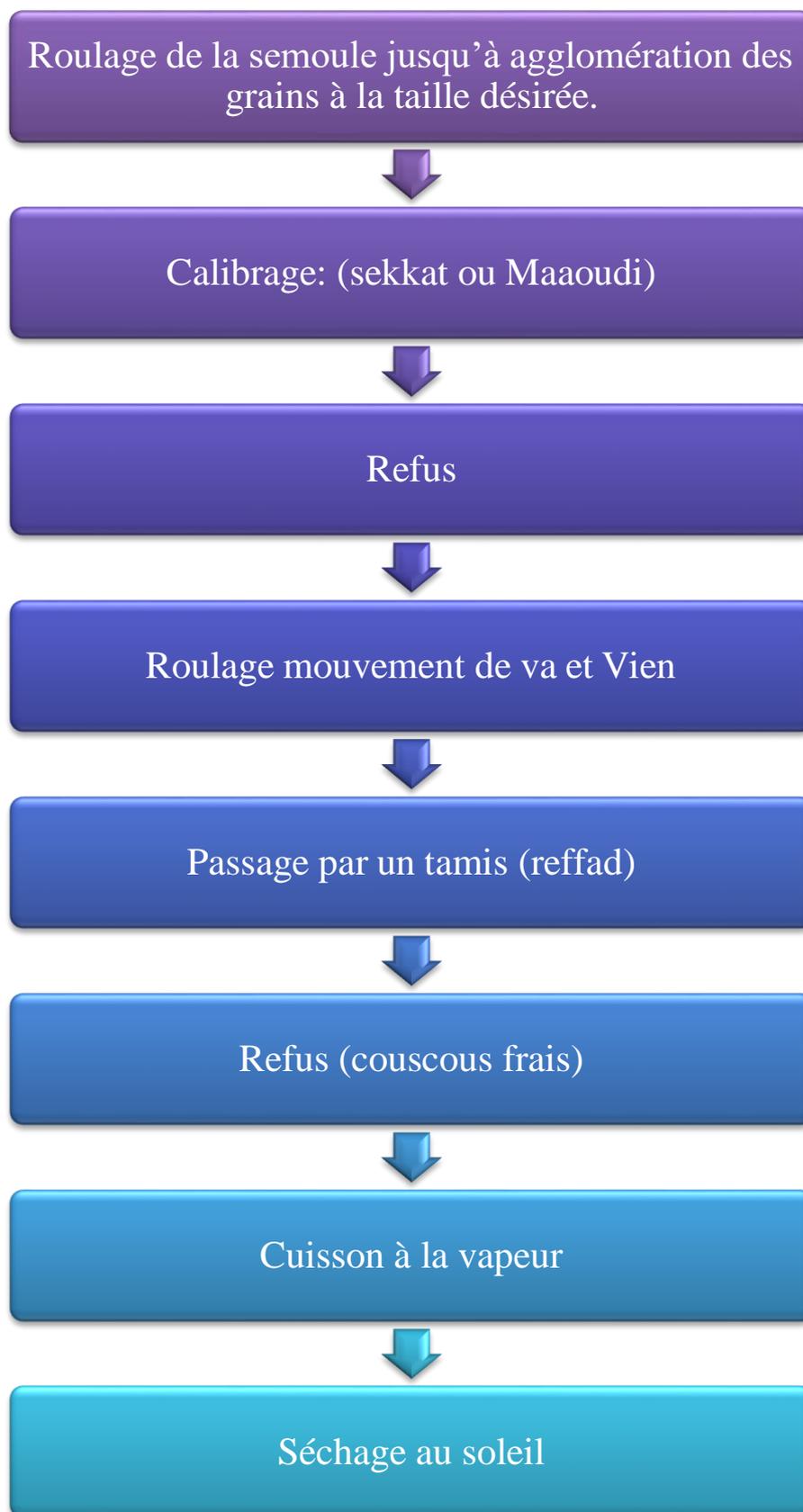


Figure 1.7: Diagramme de fabrication artisanal de couscous (Anonyme, 2001).

1.1.9.2. La fabrication industrielle

La technologie de fabrication industrielle est inspirée des techniques traditionnelles.

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

La fabrication industrielle du couscous met en œuvre les six étapes suivantes :

- ✓ **Mélange de semoule de blé dur** (100 kg), d'eau (30 l) et parfois de sel (0,3-0,5 kg). Cette opération dure environ 15 à 25 min (**Feillet, 2000**). Cette opération est réalisée dans une presse comportant : un agitateur doseur semoule, une centrifugeuse horizontale, une mélangeuse double et une centrifugeuse verticale, La presse permet le brassage du mélange semoule/eau grâce à une turbine à palettes ayant une grande vitesse (250 tr/min dans la centrifugeuse horizontale et 750 tr/min dans la centrifugeuse verticale). Elle assure l'homogénéité de l'humidification et l'agglomération en petites boulettes (**Bakeche, 1994**);
- ✓ **Le roulage** des particules de semoule pour les agglomérer en grains de dimension variable, habituellement comprise entre 500 et 800µm, parfois plus. Cette opération est réalisée dans des cylindres alvéolés rotatifs (rouleurs) ou de simples plansichters. (**Feillet, 2000**) ; Les cylindres alvéolés sont des tambours rotatifs dans lesquels la semoule est roulée par frottement des palettes sur une toile en sens inverse du tambour. Le module a pour fonction de rouler et de tamiser en même temps le produit (**Yousfi, 2002**). Alors que, le plansichter est composé de deux tamis munis d'un mouvement circulaire. Il assure le roulage et le calibrage simultané du produit (**Bakeche, 1994**).
- ✓ **La cuisson** à la vapeur pendant une dizaine de minutes.
- ✓ **Le séchage** à 50-70°C pendant quelques heures pour atteindre une humidité finale de 12-14 % ms, suivi d'un refroidissement (**Feillet, 2000**).
- ✓ **Le calibrage** elle se réalise sur des tamis, et on obtient deux catégories de couscous, gros dont la grosseur est comprise entre 1.25 mm et 2.24 mm et moyen dont la grosseur est comprise entre 0.65 mm et 1.25 mm (**Bakeche, 1994**)
- ✓ **Le recyclage** des grains trop fins ou trop gros.
Le débit horaire des installations se situe autour de 500 kg/h (**Feillet, 2000**).

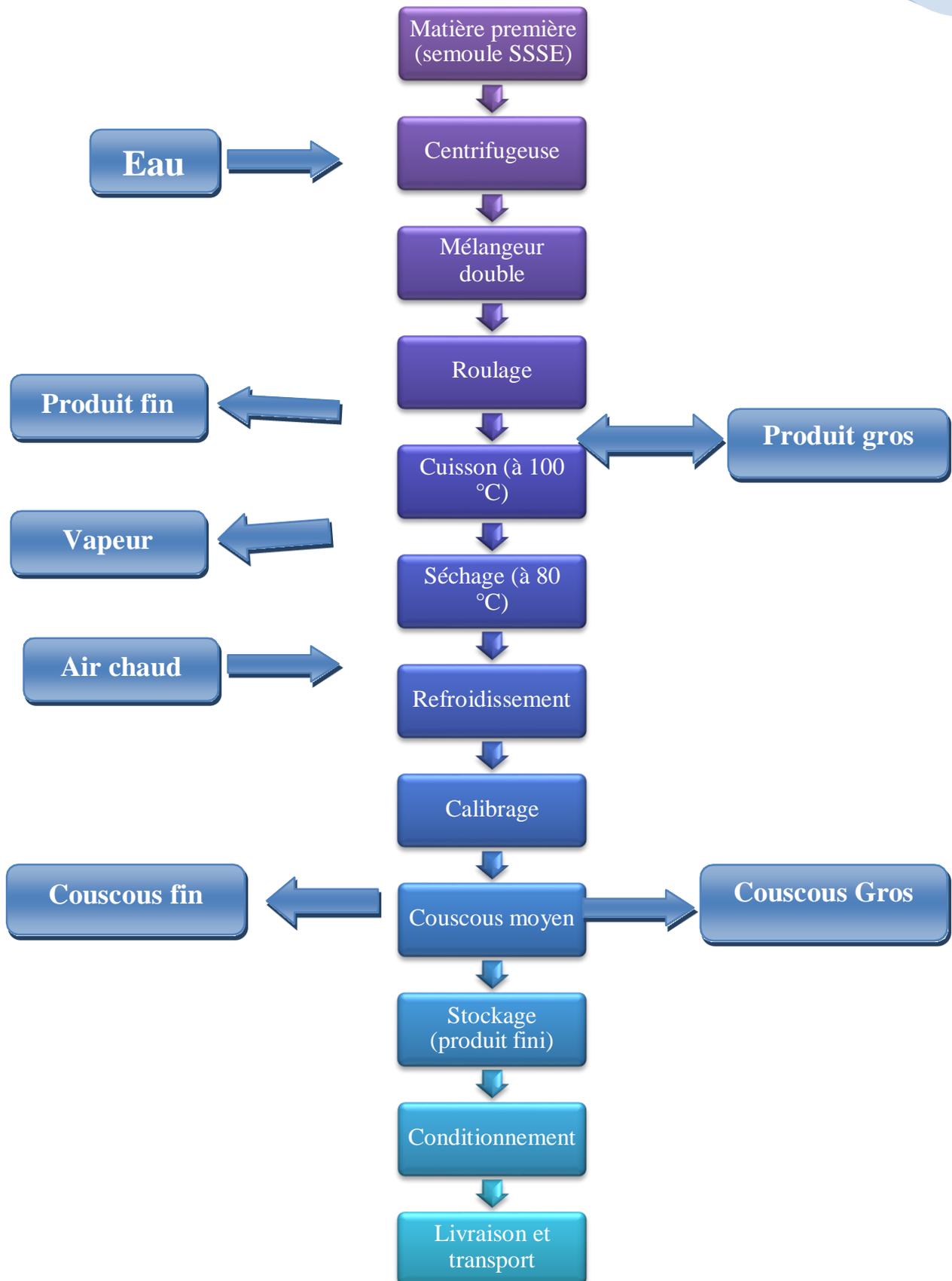


Figure 1.8: Diagramme industriel pour la fabrication du couscous.

✓ **Le conditionnement et le stockage :**

Le couscous est stocké dans des récipients fabriqués à base des substances (sans danger) et convenant à l'usage auquel ils sont destinés afin de préserver sa qualité hygiénique, nutritionnelle et technologique du produit (**Norme Codex 202-1995**).

En Algérie, le couscous industriel est généralement emballé dans des paquets en plastique. Suite aux amplitudes thermiques durant le stockage. Ce type d'emballage présente l'inconvénient de concentrer par condensation l'humidité sur les parois des sachets en plastique. Ces points de forte humidité peuvent permettre une croissance des micro-organismes présents. Il est recommandé de stocker le couscous dans des endroits sec à la température ambiante.

1.1.10. Rôle des constituants de la semoule dans la fabrication du couscous

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

✓ **Les protéines**

En effet, les protéines du blé et malgré leurs taux relativement faibles seraient responsable de 30-40% de la variabilité de la qualité culinaire (**Dexter et Mastsuo, 1980**).

La valeur couscoussière d'une semoule se caractérise par une teneur élevée en protéines.

Ce que est exprimé peut être chez les ménagères par la couleur jaune et la pureté de la semoule (**Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003**). Sachant que plus un blé ou une semoule, contient de protéines, plus la quantité de pigments jaunes est élevée (**Boucheman, 2009**).

On peut classer les protéines de blé selon leurs caractères de solubilité. D'une part, les albumines et les globulines 15% à 20% des protéines totales solubles dans solutions salines diluées et d'autre part, les protéines du gluten (gliadines et gluténines) 80% à 85% restent insolubles (Virling.V, 2008).

Les gliadines apportent au gluten des caractéristiques visqueuses et les gluténines lui confèrent ses caractéristiques élastiques, sa cohésion et sa résistance aux déformations (Jintet.Ret al. 2007).

Par ailleurs, **Debbouz et al. (1994)**, ont observé que les rendements en couscous chez les variétés de blé à gluten élevé, sont plus élevés que chez leur homologue à gluten faible.

Le degré de purification des semoules, apprécie par leur teneur en matières minérales. Exerce un effet prononcé sur le brunissement des pâtes alimentaires et de couscous plus la semoule est contaminée par les parties périphériques du grain, plus les pâtes correspondantes

sont brunes et ternes (**Feillet et al., 2000**).

✓ La granulométrie

L'effet de la granulométrie des matières premières s'observe également sur la taille des grains de couscous, le couscous artisanal est obtenu à partir des semoules de granulométrie médiane des couscous de granulométrie élevée (**Yousfi, 2002**).

En effet (**Aluka et al., 1985**) a observé que les couscous fabriqués à partir des semoules fines ont un meilleur aspect, les grains obtenus étant plus uniformément lisses et ronds, l'effet de granulométrie des matières premières s'observe également sur la taille des grains de couscous. La granulométrie des semoules varie beaucoup en fonction des marchés et des usages locaux.

Dans les pays au Maghreb et du moyen orient, on utilise surtout des grosses semoules pour la fabrication du couscous de types gros ou la consommation en l'état, des semoules moyennes pour la fabrication industrielle du couscous et des semoules fines ou extra pour la fabrication des pâtes alimentaire industrielles. Dans les pays Européens et d'Amérique du nord, utilisation préférentielle des semoules moyennes ou fines (**Fourar, 2013**).

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**).

1.1.11. La consommation du couscous

En Europe, le couscous est encore principalement consommé par les populations immigrées d'origine maghrébine. Toutefois, la généralisation de la consommation du couscous dans la restauration collective et le développement par les conserveurs de couscous cuisinés prêts à être réchauffés, ainsi que de puissantes actions marketing engagées depuis quelques années, font que la consommation du couscous séduit peu à peu le reste de la population européenne.

La sensibilisation du consommateur a notamment permis d'élargir le champ d'utilisation de la graine de couscous à d'autres recettes culinaires. Ainsi, les ventes des fabricants français se redressent quelque peu en période estivale, avec les préparations de taboulés. Malgré tout, les ventes globales de la graine de couscous classique s'essouffent. Elles ne représentent plus que 70% du chiffre d'affaire pour 86% des livraisons pondérales.

En revanche, la croissance est tirée par le succès des couscous aromatisés à forte valeur ajoutée (aromatisation de la graine et ajout d'épices et des herbes déshydratées) qui affiche désormais une pénétration à hauteur de 20% en valeur de chiffre d'affaire et un taux de croissance extrêmement prometteur (**Juge, 2004**).

CHAPITRE II : QUALITE DU COUSCOUS

1.2.1. Notion de la 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 jaune clair. A l'état hydraté et cuit, les grains de couscous doivent être intègres et individualisée. A la consommation, le couscous doit être ferme et non collant (**Aboubakar et Hamaker, 2000**), et leurs grains doivent avoir une grande capacité d'absorption et garder leur intégrité après cuisson à la vapeur ou addition de sauce (**Kaup and Walker, 1986; Ounane et al. 2006, Guezlane et Abecassis, 1991**).

Les critères retenus pour l'évaluation de la qualité sont : la granulométrie du couscous, sa couleur, sa texture, son gonflement après réhydratation (**Trentesaux, 1995**).

1.2.1.1. 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**).

Tableau 1.5: La valeur nutritionnelle moyenne de couscous (pour 100 g) (Boudaoud, 2016).

Valeur nutritionnelle	Pour 100g
Valeur énergétique	350 kcals
Glucides	65 à 75g
dont sucres	0,7 à 2,7g
Protéines	12,5 à 13,5 g
Lipide	1,5 à 3,5g
Dont acide gras sature	0,44 à 0,64g
Fibre	7 à 9g
Teneur en eau	< 13,5%
Sel	< 0,05 g

1.2.1.2. Qualité hygiénique :

Selon le *codex alimentaires (Norme de codex 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 micro-organismes en quantités pouvant présenter un risque pour la santé.

1.2.1.3. Qualité organoleptique :

Selon **Guezlane (1993)**, le couscous de "bonne qualité" est un produit jaune ambré, d'une capacité d'absorption d'eau élevée, 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 culinaire qui représente le comportement des grains du couscous au cours de la cuisson (gonflement, prise en masse, délitescence, fermeté, etc.).

✓ Les paramètres de la qualité commerciale du couscous sont :

a) Couleur du couscous

Les grains de couscous sont caractérisés par une couleur jaune-claire (**Guezlane, 1993**). Selon **Lepage et Sims (1968) cité par Trono et al. (1999); Hentschel et al. (2002); Guarda et al.(2004)**, la couleur jaune des pâtes alimentaires, faites à partir de la semoule de blé dur, est due à la présence des caroténoïdes principalement les xanthophylles.

Ces caractéristiques de couleur sont comprises entre 0-4 pour la teinte rouge (a^*), 27-45 pour la teinte jaune (b^*) et 21-72 pour l'éclat (L^*) (**Guezlane, 1993; Debbouz et al., 1994 ; Debbouz et Donnelly, 1996**). Le couscous artisanal est caractérisé par des valeurs légèrement plus élevées de b^* (30,7) et L^* (71,3) que le couscous industriel ($b^*= 27,1$ et $L^*= 68,9$), car le couscous industriel perd plus des pigments de carotènes pendant le traitement (**Guezlane et al., 1986 ; Debbouz et Donnelly, 1996**). Guezlane (1993) et Yousfi (2002) ont indiqué que la coloration du couscous cru dépend principalement des caractéristiques de la matière première, et de la contribution des facteurs du procédé de fabrication. Selon Tigroudja et Bendjoudiouadda (1998).

La couleur des grains de couscous dépend en grande partie de la couleur initiale de la semoule de blé dur (**Debbouz et al., 1994**). Elle se traduit dans l'apparence du produit fini par une teinte claire et une couleur jaune ambré. La coloration est influencée par la quantité de pigments caroténoïdes et flavonoïdes ainsi que par la teneur en enzymes lipoxygénasiques et polyphénol-oxydasiques des variétés de blé dur.

b) Granulométrie des particules

Le *codex alimentarius* (**Norme de codex 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) (**Norme Codex 202-1995**).

Le couscous artisanal est caractérisé par une plus grande homogénéité en taille et une surface plus lisse et plus uniforme, avec une prédominance des formes ovales et rondes des grains de couscous (**Feillet, 2000**).

Les caractéristiques culinaires du couscous sont nettement influencées par la granulométrie des particules de couscous. Lorsque la taille de ces particules augmente, le temps de cuisson, le gonflement et la délitescence diminuent (**Mezroua et al., 2011**).

c) Masse volumique de couscous

La masse volumique est mesurée en remplissant un cylindre gradué (**Guezlane, 1993 ; Debbouz et Donnelly, 1996**). La masse volumique des grains est influencée par l'espace intergranulaire (Scotti, 1984) qui est influé par la forme des particules et leur hétérogénéité de taille (**Guezlane, 1993**).

Les valeurs de la masse volumique s'étendent entre 0,60 g/cm^3 pour le couscous artisanal, et 0,79 g/cm^3 pour le couscous industriel (**Debbouz et Donnelly, 1996**).

Le couscous de la semoule supérieure présente une masse volumique légèrement supérieure à celle du couscous de la semoule courante (**Derouiche.M, 2003**).

d) Forme des particules

Selon l'enquête réalisée par (**Derouiche.M, 2003**), La qualité du couscous sec est présentée dans la granulométrie homogène, la forme arrondie et la couleur jaune claire.

La forme presque sphérique des grains de couscous peut être décrite en utilisant les micrographes électroniques de balayage (**Debbouz et Donnelly, 1996**).

1.2.1.4. Qualité culinaire

La qualité culinaire d'un produit alimentaire correspond au comportement de l'aliment pendant et après sa cuisson (**Yettou, 1998**).

La cuisson du couscous se fait à la vapeur en 2 ou 3 étapes successives contrairement aux autres pâtes dont la cuisson se fait dans l'eau. La figure 09 donne le diagramme de cuisson traditionnelle du couscous.

La qualité culinaire du couscous est appréciée par l'état de surface qui doit être non collant après la cuisson et par la délitescence qui traduit la désintégration des particules de couscous (**Boudreau et al. 1992**).

Par ailleurs, le 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 (**Guezlane ,1993**).

L'indice d'absorption d'eau est utilisé pour estimer ce facteur de qualité. Donc si le couscous n'absorbe pas l'eau en quantité suffisante, il demeure dur et manque de la tendreté désirée (**Debbouz et Donnelly, 1996**).

Pour le couscous la qualité culinaire est appréciée par le critère instrumental concernant sa tenue à la cuisson ainsi que sensorielle. A cet égard, Guezlane et Abecassis, 1991 indiquent que l'appréciation de la qualité peut être approchée aussi bien de façon instrumentale que sensorielle.

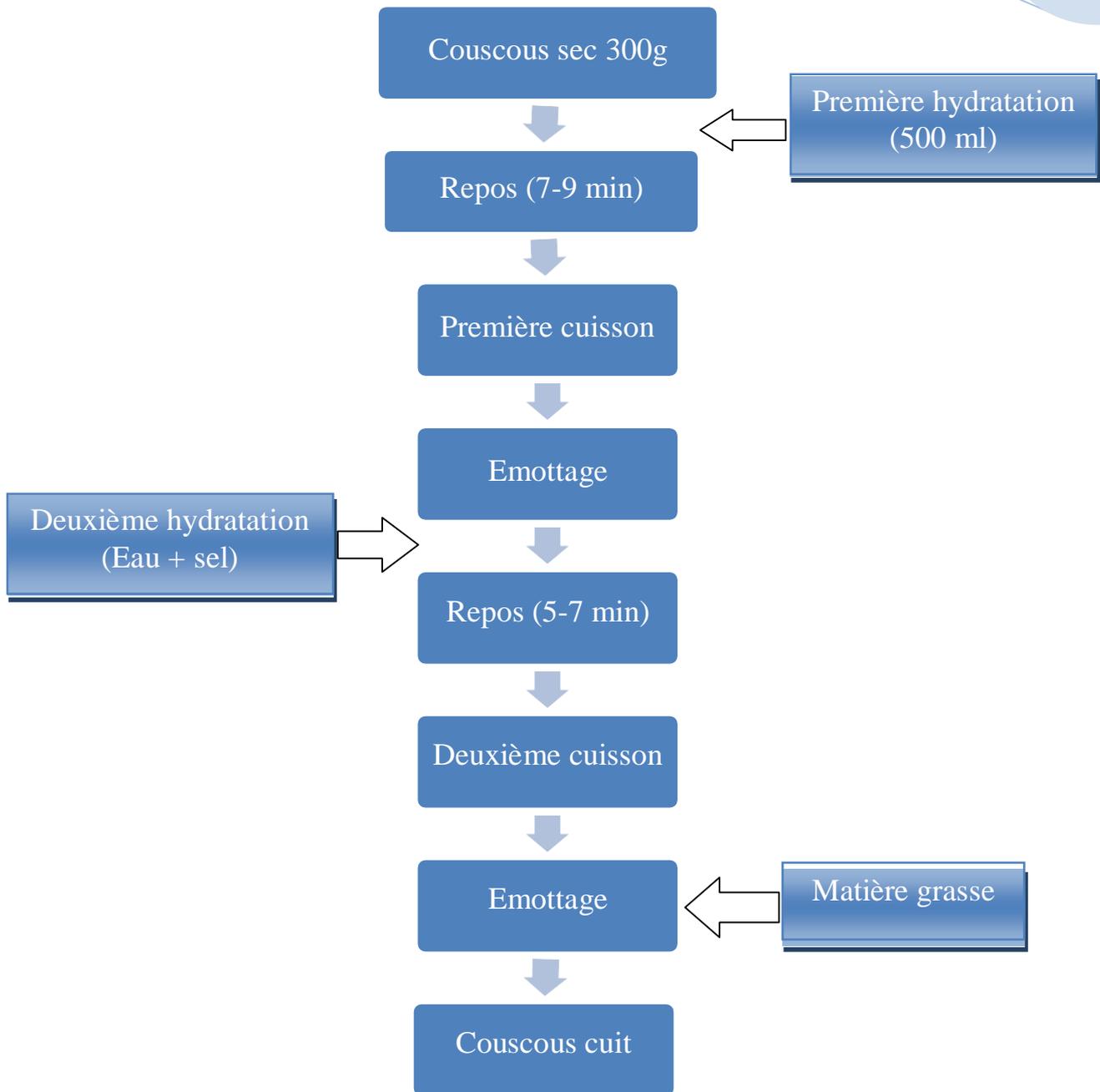


Figure 1.9 : Diagramme de cuisson traditionnelle de couscous (Derouiche, 2003)

a) Appréciation instrumentale

Les critères retenus pour évaluer la qualité culinaire du couscous par Guezlane et Abecassis, 1991; Yettou *et al.* 1997; Khendek et Guezlane 1998; Yettou *et al.* 2000, sont essentiellement :

➤ **Le gonflement :**

C'est la capacité d'absorption d'eau par les grains de couscous au cours de la cuisson (Yettou et al, 1997), Des valeurs élevées du gonflement du couscous renseignent sur la haute qualité de celui-ci (Ounane et al. 2006).

➤ **Indice de prise en masse (collant):**

Il est lié au phénomène d'agglomération des grains de couscous après la réhydratation (Guezlane, 1993 ; Ounane et al., 2006), il correspond au pourcentage de prise en masse (collant) de couscous qui forme des gros agglomérats (>3 mm) (Yettou et al., 1997). Cet indice peut être évalué par tamisage après hydratation et essorage. Les faibles valeurs de l'indice de prise en masse de couscous sont des indicatives d'un produit de qualité supérieure.

➤ **La délitescence :**

Correspond à l'aptitude des particules de couscous à conserver leur intégrité durant et après cuisson des couscous qui se délitent peu, sont des produits de très bonne qualité (Yettou et al., 2000).

➤ **La fermeté :**

Est définie, selon la norme **ISO 4120**, comme étant la résistance au cisaillement des pâtes entre les dents et à l'écrasement entre la langue et le palais

b) Evaluation sensorielle

L'analyse sensorielle est la méthode de référence utilisée pour évaluer la qualité culinaire des produits alimentaires (Idir, 2000). Elle peut être évaluée par des jurys en utilisant différents paramètres : aspect, sensation dans la bouche, saveur et acceptabilité globale (Kaup et Walker, 1986 ; Debbouz et al., 1994 ; Debbouz et Donnelly, 1996).

1.2.2. Influence des conditions de fabrication sur la qualité du couscous

1.2.2.1. L'effet du procédé

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

La technologie du processus est déterminante sur la qualité culinaire du couscous (Fermeté, élasticité, cohésion et indice de viscoélasticité) (Yettou et al., 1997).

Au plan technologique, le couscous artisanal présente une bonne homogénéité, une surface beaucoup plus lisse et uniforme avec une prédominance des formes arrondies et ovale, par contre le couscous industriel est constitué de grains rugueux, de forme hétérogène. La tenue à la cuisson et les tests de dégustation mettent en évidence une supériorité du couscous artisanal au plan du collant, de la délitescence et de l'acceptabilité (**Guezlane et al., 1986**).

Cependant, Debbouz et Donnelly (1996) en utilisant le procédé de cuisson extrusion pour la fabrication du couscous, confirment que le produit issu de ce procédé est caractérisé par une granulométrie plus uniforme, une couleur jaune plus intense, et son degré de gélatinisation de l'amidon est plus élevé. Ce produit montre aussi une grande capacité d'absorption et un temps de réhydratation et de cuisson plus court par rapport au couscous obtenu par fabrication industrielle ou artisanale.

1.2.2.2. Influence des conditions mécaniques et hydro-thermiques

Selon **Autran, 1996**, Les conditions de fabrication contribuent dans une large mesure à déterminer les propriétés culinaires des pâtes alimentaires notamment le couscous. Ainsi, l'indice de gonflement augmente nettement avec le taux d'hydratation des semoules. La délitescence par contre diminue. On a constaté aussi, que la taille des grains de couscous augmente avec l'augmentation du taux d'hydratation (**Hebrard et al., 2016**). Une hydratation insuffisante a pour effet de diminuer de manière très importante le taux de roulage aux profits des fractions fines (**Hebrard et al., 2016; Guezlane, 1993**).

L'augmentation de la durée de malaxage se révèle extrêmement bénéfique pour le rendement en produit. D'autre part l'augmentation du temps de malaxage fait augmenter la délitescence et le volume spécifique par contre l'indice de gonflement diminue.

L'augmentation de la durée et de l'intensité du roulage manuel de la semoule entraîne une force de cohésion élevée de particules, formant ainsi des granules de couscous de faible diamètre (**Guezlane, 1993**).

Une dégradation des pigments caroténoïdes notamment lors de la phase hydratation roulage est observée, la précuisson du couscous par contre fait accroître l'indice de jaune (**Guezlane, 1993**).

1.2.2.3.L'effet du séchage

Le séchage à haute ou à très haute température (supérieur à 100°C) se traduit par des effets technologiques différents selon l'humidité (de produit) à laquelle les températures sont appliquées. Lorsque, les hautes températures sont appliquées en début de séchage (c'est-à-dire

humidité élevée) ; elles entraînent une amélioration de la couleur de produits effet bénéfique sur la qualité culinaire. Par contre lorsque les hautes températures sont appliquées en fin de séchage (donc à de faibles humidités), on observe une amélioration très sensible de la qualité culinaire, tandis que peut apparaître une nuance rouge dans la couleur du produit. Des réactions de Maillard pouvant se produire lorsque des températures élevées de séchage sont utilisées (Feillet, 2001).

1.2.2.4. Influence d'adjonction de matière grasse sur la qualité culinaire de couscous

Selon Belaid *et al.* (1994), la qualité culinaire est nettement améliorée pour les produits précuits et traités aux monoglycérides. Ils sont plus fermes et plus résistants à la cuisson. Dès les premières minutes de traitement à la vapeur, l'amylose solubilisée va être complexée par les acides gras et les monoglycérides de la semoule et ceux ajoutés lors du malaxage, ce qui entraîne une diminution du collant entre les particules du couscous.

D'après Namoune *et al.* (2004), l'addition de matière grasse diminue le collant et la délitescence des grains du couscous, et cela considéré comme un facteur positif pour la qualité culinaire du couscous. En général, malgré l'effet négatif de matière grasse sur le gonflement, il est conseillé d'ajouter cette matière au couscous durant sa cuisson.

De même, selon Feliachi et Guerfi (2003), l'addition de la matière grasse avant la deuxième cuisson exerce un effet améliorant sur la qualité culinaire du couscous artisanal.

1.2.3. Consommation du couscous enrichi

1.2.3.1. Modes de consommation du couscous enrichi

La consommation la plus répandue du couscous enrichi c'est celui du couscous avec une sauce. Cette dernière est préparée avec plusieurs ingrédients : des légumes (oignon, tomate, pomme de terre, carotte, navet, courgette, citrouille, courge verte et piment piquant), des légumes secs (pois chiche, lentille, féverole), des graines (nigelle et fenugrec) et de la viande (ovine ou cameline). Certaines ménagères ajoutent El-Guedid (37,50%) qui est un produit traditionnel à base de viande rouge salée et séchée (Bader *et al.*, 2021.).

Le plat de couscous enrichi peut également être consommé comme une salade avec addition de légumes frais (tomate, oignon et poivron doux) comme il peut être consommé avec l'addition de la Chekchouka (un mélange de tomate, oignon et poivron frits dans l'huile de table).

La majorité des ménagères préparent le couscous enrichi sans occasion précise, et certains le préparent à l'occasion de l'Aid El Adha.

1.2.3.2. Raisons de consommation du couscous enrichi

Les ménagères ont évoqué plusieurs raisons pour la consommation du couscous enrichi: Rhumatisme (100%), rhume (93,75%), pour les femmes ayant accouché récemment pour le nettoyage de leurs utérus (84,38%), réglage des hormones sexuelles (65,63%), grossesse tardive, régulation du cycle menstruel (62,50%), prise de poids (56,25%) et piqûres des scorpions (aide à la libération de la toxine du sang) (18,75%). Toutefois, il est déconseillé de le consommer au cours de la grossesse (65,63%) (**Bouasla et al., 2021**).

Le plat du couscous enrichi est consommé pour différentes raisons thérapeutiques, on peut citer les exemples suivants :

✓ **Le couscous enrichi avec la plante du Gartoufa (plante médicinale)**

La Gartoufa ou encore wazwaza n'est nullement autre que la *Chamaemelum nobile* (communément appelé camoumille noire), dans certaines régions de l'Algérie (El Menia, Beni-Abbas, Ouargla), la Gartoufa a de nombreuses utilisations traditionnelles pour traiter les rhumatismes, les courbatures, la déshydratation, la dentition, la dysménorrhée, les affections oculaires, la toux, les allergies, et les piqûres de scorpions (**Maiza et al., 1993**).

Les résultats de l'enquête de Cherif et al. (2017) à Tamenrasset et Bechar ont montré que de nombreuses maladies étaient traitées par l'utilisation de Gartoufa telles que les maladies articulaires, la fièvre, la toux et l'asthme. Récemment, l'étude de Ben Moussa et al. (2020) réalisée dans trois wilayas (El Oued, Biskra et Ouargla) a révélé que la Gartoufa est utilisée principalement pour le traitement des maladies du tube digestif, des affections génito-urinaires et des affections respiratoires.



Figure 1.10 : La plante de Gartoufa

✓ **Le couscous du Hamoum :**

Le Hamoum (Figure 1.11) est un produit séculaire transformé en mets emblématiques algériens. Il possède de nombreuses vertus nutritionnelles et sanitaires et pourrait être promu plus largement dans l'alimentation de la population, face à la progression des différentes pathologies nutritionnelles (diabète, surpoids).

Le Hamoum est obtenu après plusieurs années (plus de 3 ans) de fermentation spontanée dans des silos souterrains (Matmor). Le blé fermenté (Hammoum) est transformé et très largement consommé en couscous et pain ou galette emblématiques des pays arabes. 83% le transforment en couscous et 17% en pain ils l'accompagnent de lait (50%), soupe (17%), jus (10%), ou sans accompagnement (23%). Cependant, un grand nombre d'interrogés (53%) relatent des indispositions digestives, diarrhée, nausée ou flatulence pourrait être une importante ressource pour lutter contre les différentes maladies nutritionnelles, diabète, dyslipidémie/obésité et hypertension, qui prennent de l'ampleur dans la société algérienne. L'extrait de germe de blé fermenté a été montré efficace comme adjuvant dans le traitement du cancer gastro-intestinal. (Drabo et al., 2019)



Figure 1.11 : Couscous de hammoum

✓ Couscous «Lahmama»

C'est en cette période printanière que les ménagères blidéennes préparent couscous «Lahmama», un plat traditionnel confectionné à base de plantes aromatiques et médicinales, dont raffolent nombre de familles qui le considèrent comme le «roi» des mets de la table. Ancré dans les traditions culinaires locales, ce plat doit sa notoriété aux vertus médicinales que lui confèrent les plantes servant à sa préparation, poussant dans les plaines et sur les hauteurs de Chréa. D'aucuns le qualifient même de «vaccin» annuel immunisant ses consommateurs contre certaines maladies. Selon un historien de la ville de Blida, M. Youcef Ouragui, en l'occurrence, l'appellation «Lahmama» tire son origine du mot «Hammam», du fait que les plantes servant à sa préparation sont utilisées par des parturientes dans les bains maures comme thérapie contre diverses maladies. Pour la même finalité, ce remède est également utilisé dans les bains domestiques.

Durant la période ottomane, ces plantes qui ont des propriétés médicinales ont été utilisées comme ingrédient du plat de couscous «Lahmama», qui connu un essor, grâce à ces plantes connues par leurs propriétés curatives telles à l'instar du caroubier utilisé contre la constipation ou le genévrier contre les rhumatismes. Ces plantes étaient, selon la même source, exportées par des colons qui les achetaient auprès des femmes de Blida, après leur séchage, pour leur utilisation dans les laboratoires de fabrication de médicaments et/ou de cosmétiques. «Plus de 70 plantes aromatiques, telles que l'origan, le laurier, le safran, le thuya et autres herbes poussant sur les hauteurs de Sidi Lekbir et de Chréa, et qu'on retrouve également dans les plaines de Chréa, entrent dans la préparation de ce plat.

Le couscous «Lahmama» est préparé à base de plantes qui, une fois lavées et débarrassées de leurs racines, sont découpées par les ménagères avant de les mélanger au couscous roulé à la main et de le mettre à cuire à la vapeur dans un couscoussier. Pour la dégustation de ce plat, il est recommandé de l'assaisonner avec de l'huile d'olive et de le saupoudrer de sucre. Pour que les herbes induisent leurs effets escomptés, il est préférable de consommer Lahmama à jeun. Considéré comme une panacée contre de multiples maladies, Lahmama est conseillé notamment pour prévenir certaines maladies, telles que, le diabète, l'anémie et le rhumatisme et pour activer la circulation sanguine (**Amrouni, 2022**).

✓ Couscous à base de glands :

La possibilité d'obtenir un couscous à partir d'autres produits tels que les glands reste une alternative intéressante dans le but de valoriser ce produit et d'améliorer la qualité du couscous obtenu. Etant donné que les glands sont des fruits de chêne vert qui appartiennent à la famille des *Cupulifères*, riches en matière amylacées, en fibres et en minéraux.

Le couscous à base de glands est méconnu de point de vue économique car il est presque absent sur le marché algérien, certaines familles le préparent traditionnellement.

La farine de glands ne contient pas de gluten (0%) car ce dernier est totalement absent dans le fruit (glands). Ce produit alimentaire est très bon pour les gens qui souffrent de la maladie cœliaque.

D'après les résultats enregistrés, on constate que le couscous à base des glands présente un intérêt nutritionnel grâce à la quantité importante des enveloppes qui possèdent un rôle régulateur du transit intestinal (**Doukani, 2015**).

L'utilisation du gland de chêne-liège dans la préparation du couscous bil ballout est une pratique spécifique à la région de Jijel, il fait partie du menu de la semaine. Il est également servi aux invités comme plat traditionnel (produit du terroir). Plusieurs recettes existent et il peut être servi avec tous les légumes, les viandes rouges ou blanches et même du poisson. Il est recommandé aux diabétiques pour ses propriétés antidiabétiques. (Lors de l'enquête, plusieurs propriétaires de moulin nous ont appris qu'ils avaient beaucoup de clients diabétiques.) Quelle que soit la recette, ce plat présente une qualité organoleptique très appréciée, son goût rappelant celui de certains fruits secs (noisettes, amandes, arachides, etc.) (**Sebti et al., 2021**).

✓ **Couscous enrichie par la spiruline**

Le travail mené par (**Dhoumandji et al., 2012**), a pour but d'améliorer essentiellement la qualité nutritionnelle de couscous, préparé par l'incorporation d'une cyanobactérie très riche en protéines. Le couscous enrichi par la spiruline présente une hausse significative du taux de protéines d'environ 1 % avec 13.64 g pour celui préparé avec de la biomasse fraîche et avec 13.51 g pour celui préparé avec de la spiruline séchée. L'incorporation d'une gamme seulement de biomasse dans 100 g de semoule atteste de l'efficacité de l'ajout d'un minimum de biomasse de spiruline pour augmenter le taux de protéines dans le produit fini. Le test de dégustation effectué sur les différents échantillons du couscous à l'état cuit par jury nous a permis de conclure que l'appréciabilité du couscous enrichi par la spiruline.

✓ **Couscous enrichi par la farine de dattes**

L'incorporation de la farine de dattes « Mech-Degla » dans la semoule de blé dur pour l'obtention d'un couscous enrichi est une approche très intéressante, d'un point de vue sensoriel et nutritionnel. En effet, l'enrichissement de la semoule par la farine de dattes sèches variété « Mech-Degla », permet d'améliorer le goût, la saveur et l'apport énergétique ; et de satisfaire les différents besoins de l'organisme (protéines, lipides, glucides...etc.). Donc on peut déduire que ce produit répond à l'appellation d'un aliment diététique équilibré.

L'appréciation de ce dernier se manifeste dans ses propriétés nutritionnelles, technologiques et organoleptiques et culinaire du couscous artisanal. Au vue des résultats obtenus, l'élaboration d'un nouveau produit alimentaire à base de farine de dattes s'avère possible (**Benchikh, 2013**).

✓ **Couscous enrichi par de la grenade**

Le plat fameux dans la ville de Meliana, Quant au nom Couscous rose (Figure 1.12), sa remonte à la grenade mélangée avec de la semoule humide. Ainsi que l'eau de rose, qui parfume le couscous. Après le torsader et tamiser pour enfin devenir couscous. Il est préparé en cuisant le couscous à la vapeur et irrigué avec du bouillon rouge avec de la viande et légumes.



Figure 1.12 : Le couscous rose

2.1. Objectif de l'étude pratique :

L'objectif principal de notre expérimentation consiste à évaluer la qualité nutritionnelle et organoleptique des différents types de couscous traditionnels commercialisés dans la région de Blida et la comparer avec le couscous témoin (de blé dur traditionnel).

On a envisagé de tester plusieurs paramètres qui sont :

- -Physicochimiques : l'humidité, teneur en cendre, teneur en protéines, granulométrie.
- -Technologiques: test de cuisson ; l'indice de gonflement, la délitescence
- -Sensoriels : couleur, goût, collant.....

L'analyse des différents paramètres étudiés ont été réalisées au niveau des moulins groupe labelle implantés à **Ouled moussa** wilaya de **Boumerdes**, Ces moulins produisent la semoule et les pâtes alimentaires, ils fabriquent 700 tonnes par jour de semoule : 300 t/j reste semoule et 400 t/j est utilisé pour la fabrication du couscous et des pâtes alimentaires.

Les paramètres étudiés (granulométrie, taux d'humidité, teneur en cendres, , indice de gonflement, taux de protéine, test de cuisson) sont réalisés sur une collection des sept échantillons de couscous artisanal de différents types de matière première.

2.2.Matières premières :

Les types des couscous artisanaux étudiés sont fabriqués à partir de différentes matières premières. En totalité 07 échantillons de couscous artisanal ont été analysés au cours de cette étude (couscous d'orge, couscous de blé complet, couscous de la caroube, couscous de maïs, couscous des glands, couscous à l'origan (Zaatar), couscous el Hamama), ces échantillons sont acheté (1kg pour chaque variété) au niveau du marché du Blida, conservés à une température ambiante dans des boîtes en bois.



Figure 2.1 : Photos originales des échantillons analysés

- **Couscous d'orge :**

Est présent actuellement sur le marché français sous le nom «<Sekssou AL Belboula) ou (Tchicha), très répondeu en Algérie. Ce couscous est élaboré à partir de la semoule d'orge, il est toujours accompagné de légumes ou de petit lait lors de présentation, son procédé de fabrication est semblable à celui du couscous de blé dur. Le couscous d'orge est un plat sain et équilibré pour toute la famille .l'orge est une céréale riche en fibres solubles et protéines, idéale pour lutter contre le cholestérol et les maladies cardiovasculaires. Ce couscous est riche en glucides complexes et en nutriments favorisant la sensation de satiété et permettant une alimentation en énergie.

- **Couscous d'el-Hamama :**

Ce plat ancestral est à base de semoule mélangée à des herbes sauvages comme le Halhal (lavande sauvage), Fliou (menthe de pouliot), Timersat (marrube noir), Benaàman (Coquelicot), Zaitra (Thym), Aklil (Romarin)...

- **Couscous à l'origan (de Zaatar) :**

Le couscous à l'origan est une spécialité des villes de Blida, Médéa et Jijel. L'origan en poudre est roulé avec la semouline jusqu'à l'obtention d'un couscous se couleur verte une fois cuit à la vapeur, ce couscous est enduit d'huile d'olive ou de beurre rance « smen » puis servi avec du sucre et de cannelle.

- **Couscous de blé dur complet :**

C'est l'apport en vitamines E et de leur fort pouvoir antioxydant, en vitamine B qui jouent un rôle dans le système immunitaire et nerveux, en minéraux pour diminuer le risque de carence, et en fibres qui agissent bénéfique ment sur le transit. Le couscous complet est apprécié pour sa saveur et sa légèreté. Il peut aussi être utilisé dans toutes les recettes en remplacement du couscous du blé dur.

- **Couscous avec caroube :**

Est un vrai couscous délicieux en saveur et fort en goût et riche en fibres. Elaboré selon une méthode ancienne traditionnelle et ancestrale.

Connu pour ces vertus thérapeutiques qu'il apporte au corps humain facilitent la digestion et

transit intestinal et un aide minceur idéal de façon à allier l'utile et l'agréable en un seul goût.

- **Couscous aux glands :**

Couscous el balout comme on l'appelle, c'est un couscous fait avec la farine de gland (le fruit de chêne), c'est un couscous bon marché qui permettait d'utiliser cette source qui est le gland et qui poussent en abondance dans le nord de l'Algérie. La couleur de ce couscous est beau brun, un goût légèrement sucré et doux. Il convient parfaitement aux intolérances au gluten.

- **Couscous de maïs :**

Il convient aux intolérances au gluten. Il fournit une énergie de qualité et est parfaitement adaptée aux sportifs. Par ailleurs, il peut faire partie d'une alimentation équilibrée, à condition qu'elle soit associée à d'autres aliments contenant des protéines et des graisses de bonne qualité.

- Par ailleurs, un couscous témoin de blé dur traditionnel est nécessaire pour l'étude comparative.

2.3. Méthodes d'analyses :

2.3.1. Analyse des paramètres physico-chimiques :

➤ **Humidité**

Selon AFNOR NF V03-707 (Afnor, 1991), Sur une balance analytique, peser 5 g de chaque échantillon (couscous) et mettre dans un dessiccateur (pour le transférer directement vers l'étuve multicellulaire à 130°C pendant 120 min.

Les résultats de l'humidité sont exprimés selon la formule suivante :

$$H = \frac{m_1 - m_2}{m_0} * 100$$

H : Teneur en eau (humidité) exprimé en %

m₀ : Masse de la prise d'essai en (g) avant séchage.

m₁ : Masse de la coupelle additionnée à celle de la prise d'essai en (g). (après le séchage)

m₂ : Masse totale après étuvage en (g).

➤ **Teneur en cendres (NA.732/1991)**

Les cendres sont le résidu obtenu après incinération d'une prise d'essai de 5 g dans un four à moufle jusqu'à l'obtention d'un résidu minéral ayant un poids constant.

• **Principe**

Incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900 +/- 25°C jusqu'à combustion complète de la matière organique et pesée du résidu obtenu.

• **Appareillage**

- Four électrique à moufle.
- Balance analytique.
- Nacelle en porcelaine
- Broyeur.
- Appareil à refroidissement(Dessiccateur).
- Plaque unie thermorésistante.
- Pince en acier inoxydable.
- Réactifs : éthanol.

• **Mode opératoire**

- Chauffer durant environ 15 minutes les nacelles dans le four réglé à 900 +/- 25°C laisser ensuite refroidir à la température ambiante dans l'appareil de refroidissement pendant une heure environ et les peser à 0.1 mg près (m_1).
- Peser à 1 mg près 5 g de l'échantillon si le taux de cendres présumé est inférieur à 1% sur matière sèche.
- 2 à 3 g de l'échantillon pour essai si le taux de cendres présumé est supérieur à 1% sur matière sèche.
- Répartir la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasser.
- Humecter la prise d'essai dans la nacelle immédiatement avant la préincinération au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.
- Placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four ouvert, préalablement
- chauffé à 900 +/- 25°C, jusqu'à ce que la matière s'enflamme.
- Aussitôt que la flamme est éteinte, placer avec précaution la nacelle dans le four.

- Poursuivre l'incinération pendant 1 heure et 30 minutes à 2 heures.
- Retirer progressivement la nacelle du four et la mettre à refroidir sur la plaque thermorésistante pendant une minute puis dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante (une heure environ).
- Peser les nacelles (m_2).
- Expression des résultats :

$$\text{Cendres (MTQ)} = \frac{m_2 - m_1}{5} * 100$$

$$\text{Cendres (MS)} = \text{Cendres (MTQ)} \times \frac{100}{100 - H}$$

m_1 : la masse en gramme de la nacelle.

m_2 : la masse en gramme de la nacelle et du résidu.

H : la teneur en eau exprimée en pourcentage en masse de l'échantillon. MTQ : matière telle quelle.

MS : Matière sèche.



Figure 2.2 : Etuve multicellulaires



Figure 2.3 : Dessiccateur.



Figure 2.4 : Four à moufle électrique.

➤ **Dosage des protéines :**

• **Mode d'opérateur :**

Selon AFNOR NF V03-750 (Afnor, 1991), le dosage des protéines se fait selon la méthode de Kjeldhal, peser 1 g de l'échantillon à analyser (m_0) et le mettre dans un tube Kjeldhal, ajouter sur la prise d'essai (15ml) d'acide sulfurique pur, placer le tube dans la plaque chauffante du digesteur Kjeldhal et le chauffer à 420 °C pendant 20 minutes, puis procéder à un refroidissement de 50 à 60°C; ensuite effectuer un rinçage des parois du tube et le remplir avec de l'eau distillée, déposer un Erlenmeyer sur son support pour collecter le distillat, laver le mélange avec de la soude NaOH (30%) puis réaliser une distillation de 3 min.

Récupérer le distillat puis titrer ce dernier avec de l'acide sulfurique jusqu'au virage de couleur du distillat vers le gris transparent et enregistrer le volume de l'acide nécessaire pour le virage (V_1) et (V_2) le volume de l'échantillon. La teneur en protéines par rapport à la matière sèche est calculée selon l'équation suivante:

$$N = \frac{1.4(V_1 - V_0) * T}{m}$$

N : teneur en azote ;

v_1 : volume en ml de la solution de l'acide sulfurique utilisé pour le titrage.

v_2 : volume en ml de la solution de l'acide sulfurique utilisé pour l'essai à blanc ;

T : normalité de la solution de l'acide sulfurique utilisé pour le titrage ;

m : masse en gramme de la prise d'essai (1g).

La teneur en protéine des céréales (P) est estimée en multipliant la teneur de l'azote par un facteur de conversion **K=5,7 (Bar, 1995).**

K=6.25 (NF) V03-050 ,1970)

$$P=NT*K$$



Figure 2.5 : Appareil de distillateur Unité KJELDAHL

➤ **Granulométrie (NF V02-721/1994) :**

• **Définition :**

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules d'un couscous ; c'est une caractéristique fondamentale, en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage, mélange et transfert mais aussi avec les phénomènes physico-mécaniques liés à l'ingestion et au transit digestif des particules alimentaires.

Principe

La granulométrie est déterminée par le tamisage de $100g \pm 0,1g$ de semoule ou du couscous sec par un tamiseur de type ROTACHOC (capacité maximale : 200 tour /min) pendant

07 minutes.

- **Appareillage**

- -Tamiseur à base des tamis de différentes ouvertures des mailles.
- -Balance technique.

- **Mode d'opérateur :**

Mettre 100g (m_0) de notre échantillon dans une tamiseuse qui comprend cinq tamis organisés selon le diamètre des pores du haut vers le bas comme suit, 1600, 1400, 1250, 1000, 800 μm en plus d'un fond ramasseur et procéder à l'agitation pendant 15 min, une fois le tamisage terminé, desserrer le couvercle et peser l'extraction (m_1) de chaque tamis (**Senator, 1983**).



Figure 2.6: Appareil du tamisage

Les résultats obtenus pour la granulométrie sont calculés selon la formule suivante :

$$\text{Granulométrie} = \frac{m_0}{m_1} * 100$$

m_1 : Masse retenue des tamis après tamisage en(g).

m_0 : Masse de la prise d'essai en (g).

2.3.2. Appréciation de la qualité technologique :

➤ **Indice de gonflement:**

Principe

Le principe de cette méthode est de déterminer le comportement du couscous lors de la réhydratation car l'amidon pré-gélatinisé (cuit puis séché) gonfle directement dans l'eau froide et retient bien l'eau (**Guezlane et Abecassis, 1991**).

La capacité d'hydratation du couscous est estimée selon la méthode de Guezlane et Abecassis (1991).

Mode opératoire :

- 50g de produit cru (pesés à 0,1g près) sont versés dans une éprouvette graduée de 200ml à col rodé contenant 100ml d'eau distillée (25°C).
- L'éprouvette est bouchée et 10 retournements successifs sont effectués de manière à bien hydrater l'ensemble des particules.
- 100ml d'eau sont ajoutés à nouveau pour faire descendre les particules restées le long de la paroi de l'éprouvette.
- Celle-ci est laissée au repos et les volumes du couscous après 5, 10, 20, 30, 40, 50, et 60 minutes sont notés.
- L'indice de gonflement (G) par la relation suivante :

$$G(\%) = 100 \times \frac{Vf - Vi}{Vi}$$

G : Gonflement

VF : Volume final du couscous dans l'éprouvette.

Vi : prise d'essai. Volume initial

$$IG(30\text{min}) = \frac{Vf}{Vi}$$

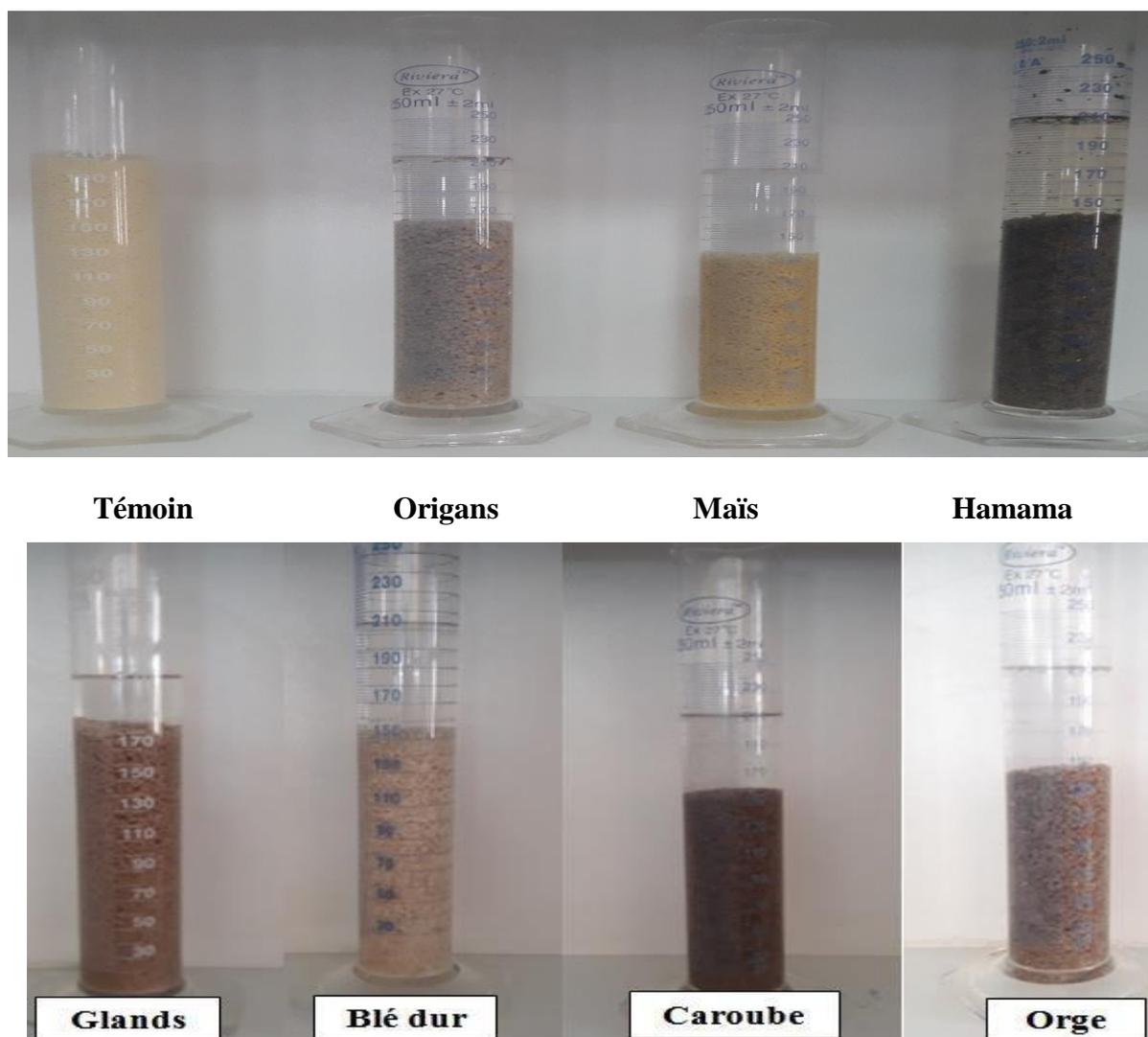


Figure 2.7: Analyse de l'indice de gonflement

➤ Degré de délitescence

Au départ, les échantillons de couscous ont subi une cuisson rapide selon la méthode de **Guezlane et Abecassis (1991)**. Une prise d'essai de 10g de couscous sec est placée dans un bécher de 200 ml et hydratée avec 16,5 ml d'eau distillée bouillante salée à 5g/l. Après addition de l'eau, le bécher est immédiatement recouvert et placé pendant 12 minutes dans une étuve maintenue à 90°C, puis le degré de la délitescence est déterminé selon la méthode décrite par **Boucheham (2009)**.

Un volume de 50 ml d'eau distillée à 25 °C est ajouté au couscous cuit dans un bécher de 200 ml. Après une agitation durant 6 minutes par un agitateur magnétique ; le surnageant est récupéré par filtration sur un tamis d'ouverture de maille 1000 µm. Une partie aliquote de 10

ml est séchée dans l'étuve à 100°C jusqu'au poids constant.

Le degré de délitescence (DD%) exprimé pour 100g de matière sèche (couscous sec étudié) est donné par la relation :

$$DD \% = (ES \times 5 \times 100) \times 100 / 10 (100 - H)$$

ES : extrait sec en gramme issu des 10 ml de prise aliquote; **H** : teneur en eau du couscous en pourcentage.

➤ **Appréciation de la qualité culinaire du couscous ;**

Le couscous cuit doit posséder une consistance tendre, facilement mastiquable. Les particules qui le constituent doivent rester individualisés sans se déliter, ni s'agglomérer. (Guezlane et Abecassis, 1991).

La qualité culinaire du couscous a été déterminée par :

- Le temps de cuisson.
- Le gonflement et absorption d'eau.

L'évaluation par l'analyse sensorielle (couleur, goût et collant).

• **Principe**

La réalisation des analyses culinaires nécessite au premier lieu, la détermination des paramètres de la qualité organoleptique du produit et au second lieu, un jury bien entraîné concernant les analyses sensorielle et bien familiarisé avec le produit. Dans notre étude, nous avons réalisé les tests sensoriels de nos échantillons après la cuisson selon un diagramme traditionnel.

• **Appareillage**

- Plaque chauffante.
- Guessâa.
- Appareil de cuisson à la vapeur.
- Huile.
- Eau.

- **Mode opératoire**

Consiste à déterminer le taux de prise en masse du couscous lors de la préparation, par cuisson d'une quantité bien déterminée de couscous cru (sec) et suivre les modifications rapportées sur le poids après chaque étape de préparation :

- Le 1^{er} mouillage : mouiller le couscous avec de l'eau puis faire égoutter toute de suite et laisser le pendant 10mn pour que les grains de couscous absorbent l'eau ajoutée.
- La 1^{ere} évaporation : faire cuire le couscous à la vapeur pendant 15mn.
- Le 2^{eme} mouillage : arroser progressivement le couscous d'une certaine quantité d'eau.
- La 2^{eme} évaporation : faire cuire une deuxième fois à la vapeur pendant 15mn.

On pèse le couscous après la dernière étape de préparation.

Les étapes de cuisson de couscous sont les suivantes :

- En premier lieu, mettre le couscous dans une guessâa, hydrater les grains de couscous par une quantité d'eau. (Figure 2.8).



Figure 2.8. Hydratation de couscous avec de l'eau

- Laisser reposer pour que les gains du couscous absorbent l'eau.
- Mettre le couscous dans le récipient supérieur (couscoussier) dont l'autre récipient est convenablement contenant de l'eau à l'ébullition, puis mettre le joint entre les deux récipients pour éviter la fuite de la vapeur d'eau (Figure 2.9).



Figure 2.9. Premier cuisson du couscous

- Cuire jusqu'à l'apparition de la vapeur sur la surface du couscous.
- Retirer, émottter et hydrater le couscous dans la guessâa.



Figure 2.10 : Emottage et hydratation de couscous

- Répéter la cuisson du couscous à la vapeur d'eau. (Figure 2.11)



Figure 2.11: Deuxième cuisson à la vapeur

- La fin de la dernière cuisson est déterminée par :
 - ✓ Apparition de flux de vapeur à la surface.
 - ✓ Changement de couleur.
 - ✓ Disparition des granules d'amidon non gélatinisées.
- Après la deuxième cuisson, on ajoute la matière grasse. (Figure 2.12).



Figure 2.12 : Addition de la matière grasse

- Couscous cuit près à la dégustation. (Figure 2.13).



Figure 2.13 : Couscous cuit

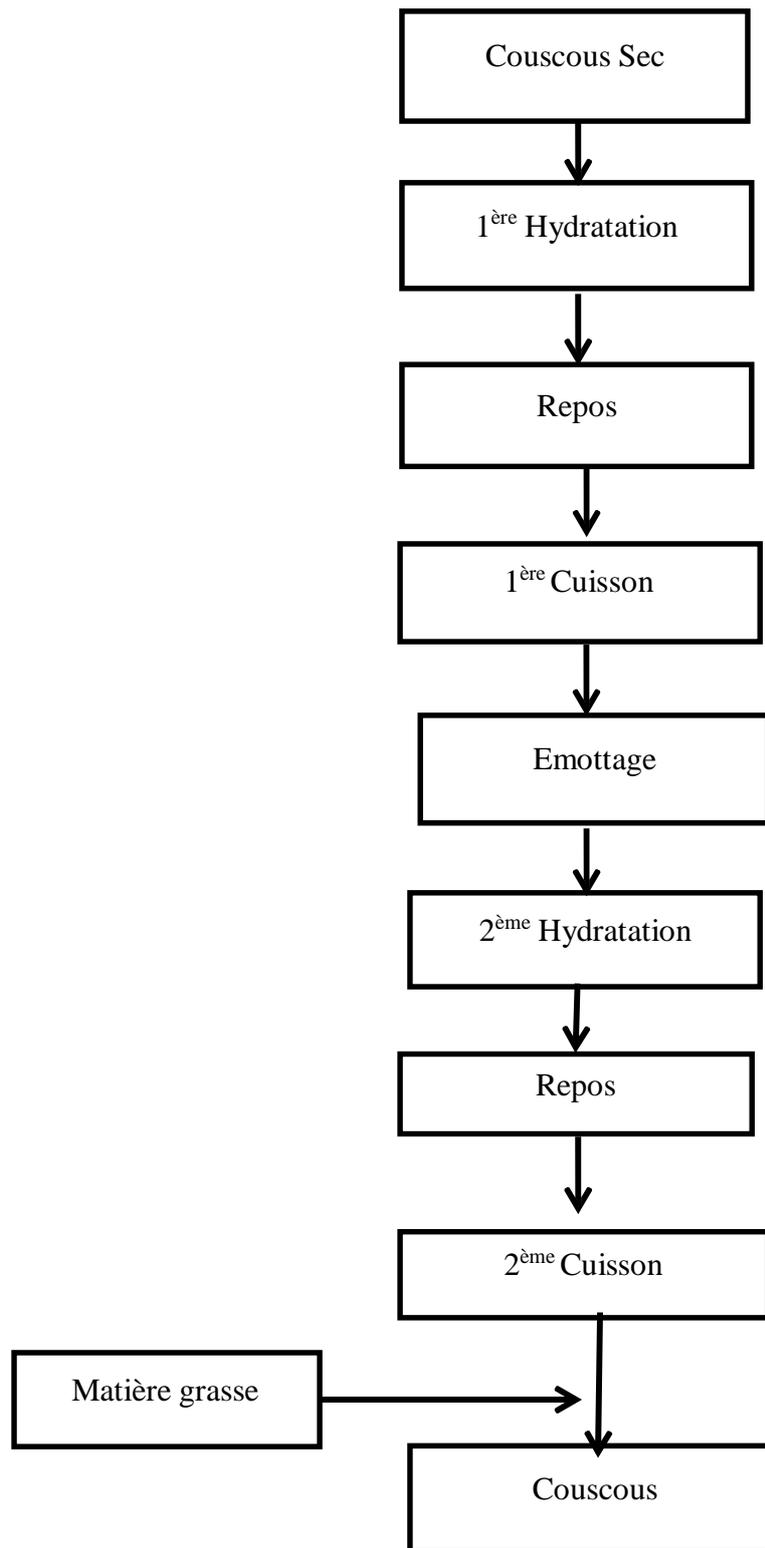


Figure 2.14: Diagramme de cuisson à la vapeur du couscous

2.4. Evaluations sensorielles :

Présentation des échantillons :

On présente sept échantillons dans des contenants identiques codés. Les échantillons sont présentés à chaque dégustateur. La température des échantillons devrait être celle que l'aliment est habituellement consommé.

L'évaluation sensorielle est réalisée par l'utilisation des mentions suivantes : normal, bon, très bon, non collé.

Les couscous préparés à la vapeur d'eau, en additionnant la dose de 6 ml pour huile de tournesol et la quantité de 8 g pour la margarine végétale et le beurre, ont été appréciés par un jury composé de **20 sujets** préalablement familiarisés avec le produit. Les paramètres analysés sont : la fermeté aux dents, la prise en masse (collant) et la délitescence appréciées visuellement et à l'aide d'une fourchette. Le formulaire de réponse a été expliqué à tous les membres de jury. Les essais de dégustation ont été réalisés dans un laboratoire bien éclairé dont la température est constante. Le produit a été servi dans des assiettes codées dont chacune contenait environ 30 g de couscous cuit. Les couscous ont été évalués selon la norme **AFNOR NF V09- 014 de 1982 (Afnor, 1995)**.

3.1. Analyses physico-chimiques du couscous :

3.1.1. Teneur en eau :

Le Tableau 3.1 et la Figure 3.1 indiquent que l'humidité de ces variétés de couscous est comprise entre **8,9%** pour le couscous témoin, et **14,60%** pour celui d'el Hammama. Nos résultats sont conformes à la norme du codex **alimentarius (STAN 202-1995)** qui est $\leq 13,5\%$

A l'exception de couscous d'el hammama qui est supérieur à la norme exigée, ces valeurs sont comparables avec les travaux de **Elahcene, (2012)** qui a trouvé une teneur en eau de **12,59%** pour le couscous des glands et **13,03%** pour celui d'orge et **12,88%** pour le blé dur.

La teneur en eau détermine le bénéfice de l'étape de séchage pour l'obtention d'un produit sec pour un bon stockage dans un long temps.

Nous remarquons que l'humidité de la plus part des variétés de couscous artisanal analysés ne dépasse pas le seuil de **13,5%** donc présentent une bonne qualité et cela peut être dû au double séchage effectué à l'air libre à l'ombre puis au soleil (étape de finition de séchage). Par contre, celui d'el Hammama est supérieure à la norme (**STAN 202-1995**) cela peut être dû aux mauvaises conditions de séchage le temps et les températures de séchage ont pas respecté).

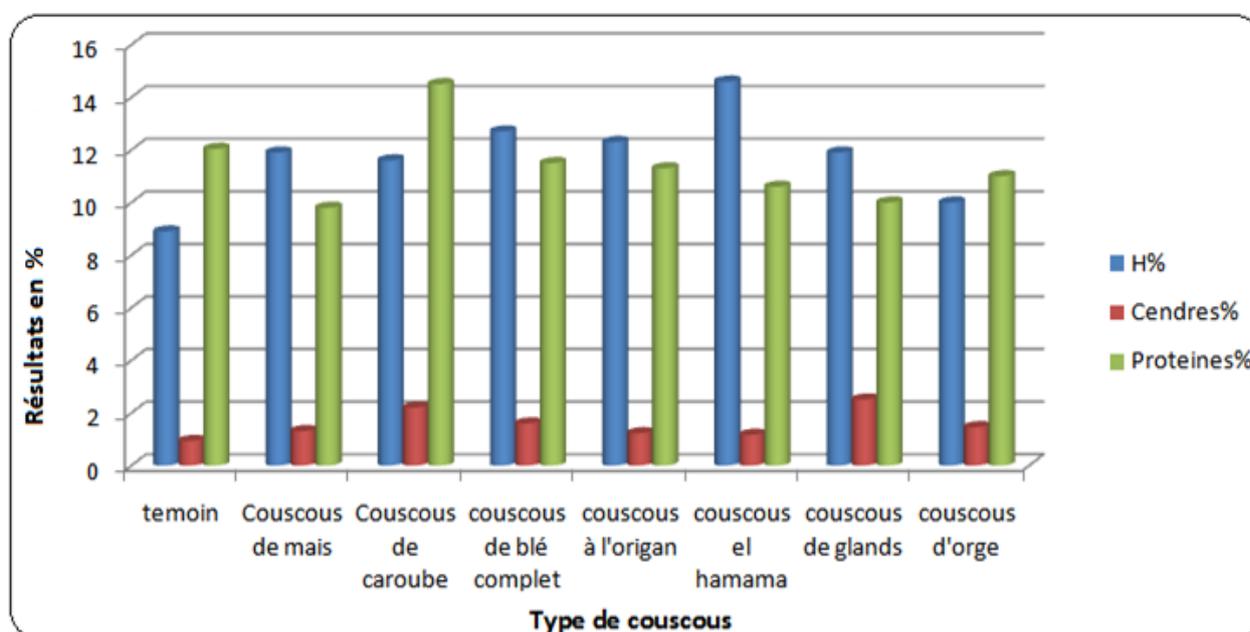


Figure 3.1 : La représentation des résultats d'analyses physicochimiques en histogrammes

Tableau 3.1: Résultats la teneur en eau des variétés de couscous analysés.

Les types de couscous	la teneur en eau%(±0.01)	Norme (<i>Codex alimentarius</i> STAN 202-1995).
Blé dur (Temoin)	8,9	≤13,5%
Blé complet	12,70	
D'orge	10,00	
Glands	12,90	
Caroube	11,60	
Hammama	14,60	
Origan	12,30	
Mais	11,90	

Cette différence peut être due aussi à la nature de la matière première, la technique de séchage et les conditions de stockage (**Bar, 2001**).

La recherche de la teneur en eau a un intérêt commercial afin de limiter la durée de stockage ou la date limite de consommation (**Bar, 2001**).

3.1.2. Teneur en cendres des couscous analysés :

Les teneurs en cendres des variétés de couscous analysées sont variables d'un couscous à l'autre, et sont comprises entre 0,934% et 2,51% (Tableau 3.2), ces valeurs sont supérieures à la norme 1,1 % indiqué par le **codex alimentarius (STAN 02-1995)**, à l'exception de celui de couscous d'el, Hammama (1,1%) et le témoin 0,934% d'où la conformité de ces deux types.

Le taux de cendres dans quelque types de couscous est élevé par rapport la norme exigée car le couscous accepte les matières minérales à partir d'eau qui est utilisé durant la fabrication. En plus des matières minérales du son de chaque matière première.ces résultats sont comparables avec celles **Elahcene, (2012)** qui a trouvé 1,95% pour le couscous d'orge , et 2,12% pour celui des glands, et 1,26% pour le couscous du blé dur.

La différence des résultats est expliquée par le degré de pureté du produit à analyser.

D'autres facteurs de différence : la variété, le stade de maturité des grains, les conditions de la mouture. La recherche de la teneur en cendres présente une importance réglementaire par la mesure du degré de pureté (**Bar, 2001**).

Tableau 3.2: les résultats de la teneur de cendres de variétés de couscous analysées.

Types de couscous	Teneur de cendres en% (± 0.01)	Norme (<i>Codex alimentarius</i> STAN 202-1995).
Temoin	0,934	$\leq 1,1\%$
Blé complet	1,60	
Orge	1,46	
Glands	2,51	
Caroube	2,20	
Hammama	1,17	
Origan	1,23	
Mais	1,31	

3.1.3. Teneur en protéines de couscous :

D'après les résultats enregistrés, on constate que les proportions de protéines des variétés de couscous analysés varient de **9,8%** à **14,5%**. Dont le couscous de caroube est le plus riche en protéines (**14,5%**) que les autres types de couscous. Ces résultats sont comparables aux travaux de (Liu., Shepherd ., Rathke. 1996) qui ont trouvé une teneur en protéine de **13%** dans le couscous du blé dur traditionnel, et aux travaux de (Elehcene, 2012) qui a trouvé une teneur de **10,89%** pour le couscous d'orge et **11,9%** pour celui de blé dur, et **7,15%** pour le couscous des glands. Cette différence peut être expliquée par différents facteurs tels que l'influence du patrimoine génétique de chaque type de produit qui est adopté de synthétiser telle quantité et qualité d'acides aminés.

Tableau 3.3: Résultats de la teneur en protéines des variétés des couscous analysés.

Les variétés de couscous	Teneur en protéines % (± 0.02)	Norme Algerienne NA
Temoin	12,04	11-15%
Blé complet	11,50	
Orge	11,00	
Glands	10,00	
Caroube	14,5	
Hammama	10,60	
Origan	11,30	
Mais	9,80	

Nos résultats sont conformes en vigueur à la norme Algérienne qui est entre (11%-15%), à l'exception de couscous d'el Hammama et de maïs et celui des glands.

La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité aussi bien pour l'alimentation animale (valeur alimentaire d'un produit) que pour l'alimentation humaine (valeur d'utilisation) (Bar, 2001).

Cette détermination est presque toujours spécifiée dans les contrats de compte tenu des teneurs qui existent entre la teneur en protéines et la valeur d'utilisation des variétés, c'est un des critères intéressants à prendre en compte dans le classement des variétés. (Bar, 2001).

3.1.4. Granulométrie :

La granulométrie du couscous et son homogénéité sont considérées parmi les paramètres essentiels qui définissent sa qualité pour la majorité des consommateurs (Guezlane, 1993; Yousfi, 2002). Ainsi, la granulométrie a un effet évident sur sa qualité culinaire notamment le gain du poids (absorption) et le temps de cuisson (Angar et Belhouchet, 2002).

Le **codex Alimentarius (STAN 202-1995)** (Tableau 3.4) indique que pour obtenir un produit de granule homogène et non collant il doit répondre aux normes suivantes :

- Couscous fin : 90% de la quantité reste entre les tamis de 1000 et 600 μ m, et le passant ne dépasse pas 10%.
- Couscous moyen : $\leq 75\%$ de la quantité reste entre les tamis de 1400 et 900 μ m, et le passant ne dépasse pas 5%.
- Couscous gros : $> 90\%$ de la quantité reste entre les tamis 3000 et 1400 μ m, et le passant ne dépasse pas 5%.

Tableau 3.4: La norme de la granulométrie (*Codex alimentarius STAN 202-1995*).

Couscous fin	Couscous Moyen	Couscous gros
1000 \leq 90% \leq 600 μ Passant \leq 10%	1400 \leq 75% \leq 900 μ Passant \leq 5%	3000 \leq 90% \leq 1400 μ Passant \leq 5%

L'intérêt de détermination de la granulométrie est de savoir le degré d'homogénéité du produit fini selon la préférence de consommateur.

Selon Guezlane, (1991), une granulométrie homogène conduit à une bonne préparation d'où intervient le rôle du calibrage.

Un couscous de qualité est défini par la majorité des consommateurs comme étant un produit fin de Granulométrie homogène, donc la granulométrie est un critère d'évaluation de qualité (Guezlane., 1991).

Le Tableau 3.5 montre que la somme de refus entre les tamis 1600 et 1400 μm pour le couscous d'origan est **98,57%** alors que le passant est **0,03%** et le reste est distribué sur les autres tamis.

Donc le couscous d'origan est un couscous de classe des couscous gros et il est de granulométrie homogène.

Tableau 3.5 : Proportions des refus des tamis des 07 types de couscous :

Refus de Tamis (%) Type de couscous	Tamis 1600 μm	Tamis 1400 μm	Tamis 1250 μm	Tamis 1000 μm	Tamis 800 μm	Extraction (%)
Couscous Belout	76	19,3	4.17	0.57	0.06	0.03
Couscous Mais	44.86	22,6	16.27	10.68	1.9	1.53
Couscous Caroube	68	27,24	11.35	3.36	0.13	0.006
Couscous Orge	89.04	9,02	1.53	0.39	0.05	0.07
Couscous Blé complet	20.82	4,8	26.89	11.49	0.39	0.02
Couscous Hamama	33.72	22	13.66	14.3	7.53	9.02
Couscous Zaater	92.2	6,39	1.19	0.27	0.04	0.03

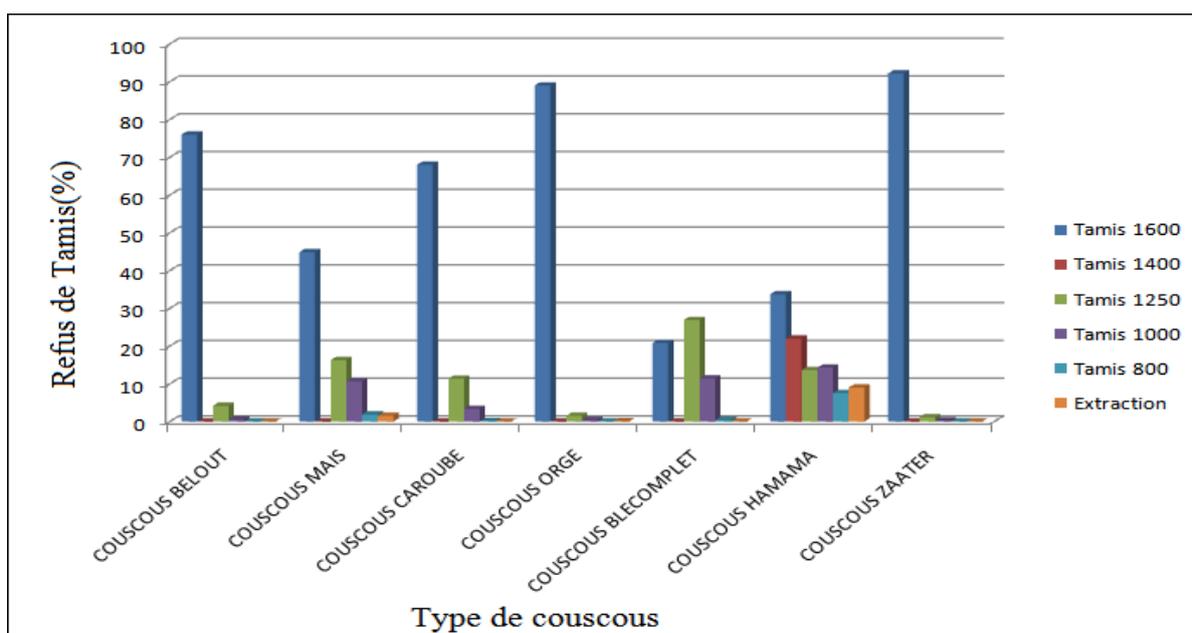


Figure 3.2 : Représentation en histogrammes des résultats des refus des tamis des couscous

Pour le couscous d'orge, la somme du refus entre les tamis 1400 μ m et 900 μ m est **89,01%** et entre les tamis 1600 et 1400 est **98%**, le passant est 0.07% quant au couscous el Hammama, la somme du refus entre les tamis 1600 et 1400 μ m est de **55,7%** et entre les tamis 1400 et 900 μ m est de **50,46%** et le passant est à **9,02%**. De ce fait, le couscous d'orge est de type gros et homogène. Le cas contraire pour le couscous d'el Hammama qui est un couscous moyen non homogène.

Les résultats du Tableau 3.5 montrent que la somme des refus entre les tamis 1400 et 900 μ m pour le couscous des glands est 25%, et entre les tamis 1600 et 1400 est 95.24%, le passant est 0,03%, donc c'est un couscous gros et homogène.

Pour le couscous de blé complet, la somme du refus entre les tamis 1400 et 900 μ m est presque 80%, et le passant est à 0,02%. Donc le couscous de blé complet revient à la classe des couscous moyens, de granulométrie homogène.

Pour le couscous de maïs, les résultats montrent que les tamis ayant une granulométrie de 1400 μ m et 1000 μ m retiennent plus de 50%, et entre 1600 et 1400 presque 68%, le passant est 0,53% donc ce dernier revient à la classe des couscous moyen non homogène.

Pour le couscous de caroube, Les résultats obtenus montrent que la somme du refus entre les tamis 1400 et 900 μ m est 41,96% et entre les tamis 1600 et 1400 est presque 90%, le passant est 0,006% (Tableau 3.5), ce qui signifie que le couscous de caroube est un couscous gros et homogène.

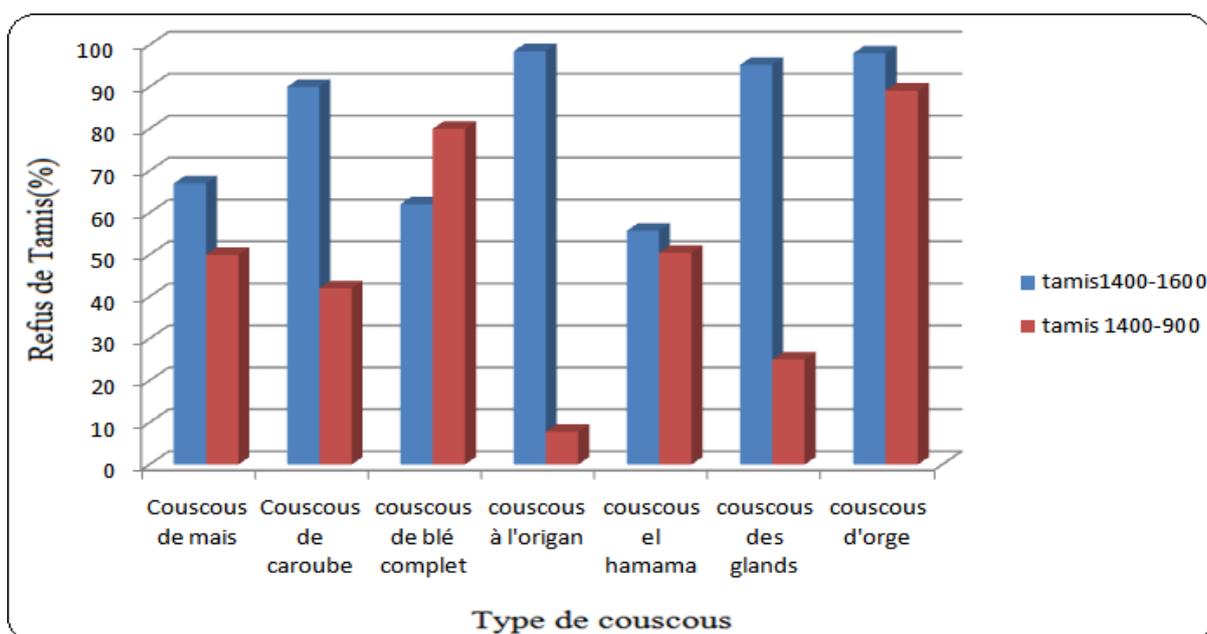


Figure 3.3: Représentation des résultats de la somme de refus des tamis 1400-1600 μ m et tamis 4000-900 μ m .

D’après les résultats constatés ; nos couscous analysés présentent une granulométrie homogène, sauf pour le couscous de maïs et celui d’el Hammama qui présentent une homogénéité réduite par rapport les autre types.

3.2. Analyses technologiques :

3.2.1. Indice de gonflement :

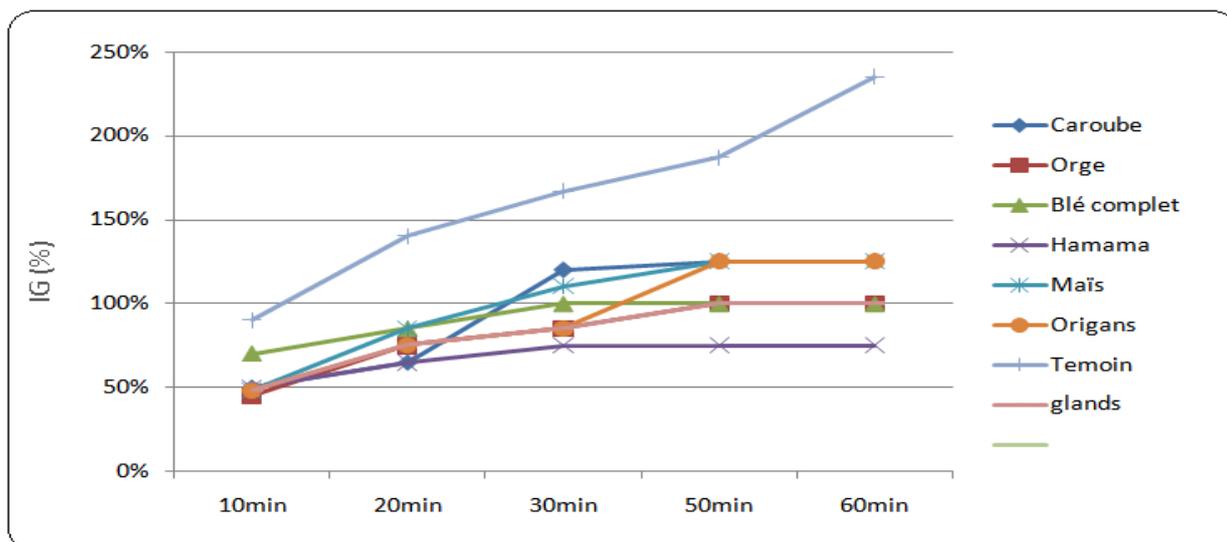


Figure 3.4. Cinétique du gonflement des couscous

A 25 °C le gonflement de couscous el Hammama se stabilise après 30 minutes (Figure 3,4), pour les autres types de couscous, le gonflement se stabilise à 50 min d’où le couscous témoin a continué le gonflement. Les indices de gonflement sont compris entre 75 et 214% à la fin de 60min. Toutefois, il apparait que l’indice de gonflement diffère d’un couscous à l’autre.

Tableau 3.6: Indice de gonflement des types de couscous au bout de 30min.

Couscous	Caroube	Orge	Blé dur complet	Hammama	Maïs	Origans	glands	témoin
IG % (30min)	2	1,81	1,98	1,7	2,03	1,82	1,83	2.57
(AFNOR, 1992) (Codex alimentarius STAN 202-1995).	IG ≥ 2,40 au bout de 30 minutes pour le couscous fin et moyen IG > 2,00 au bout de 30 Minutes pour le couscous gros							

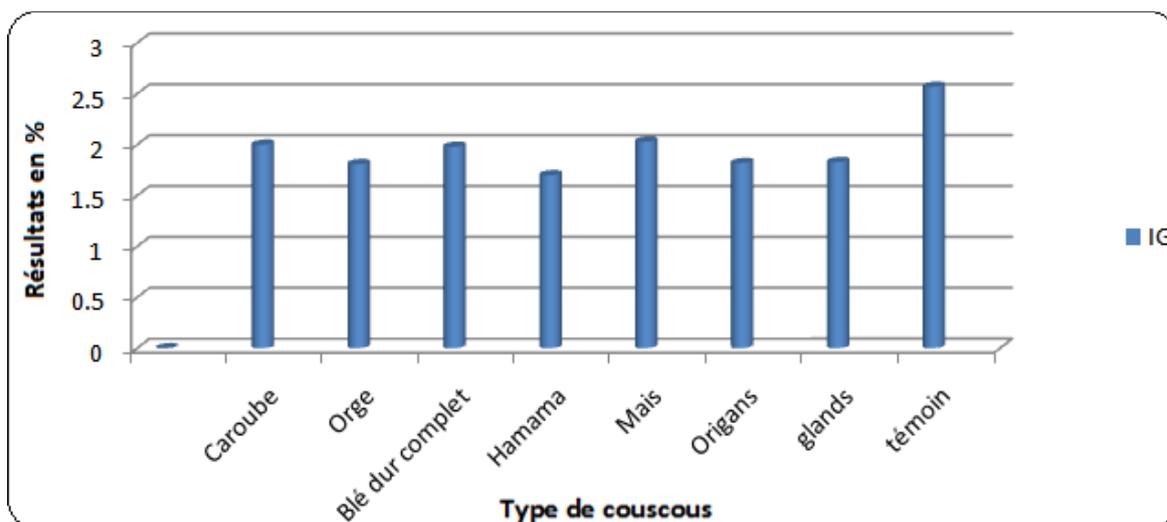


Figure 3.5: Les IG au bout de 30 min des couscous

Le Tableau 3.6 et la Figure 3.5 indiquent que l'indice de gonflement au bout de 30 minutes des types de couscous est compris entre 1,7% et 2,57%, en comparant avec la norme de **codex alimentarius STAN 202-1995**), et avec le témoin, le couscous de maïs, de caroube, et celui de blé complet sont de qualité. Les valeurs élevées du gonflement de couscous sont indicatives d'un produit de haute qualité (**Ounane et al., 2006**), D'autre part, l'IG des autres couscous est inférieur à la norme de **codex alimentarius (STAN 202-1995)**.

Ainsi, le phénomène de gonflement résulte de l'absorption de différentes quantités d'eau par les éléments constitutifs des grains de couscous comme la présence du gluten et l'amidon, Mezrouail a trouvé que le couscous du blé semble absorber le plus d'eau et gonfler à un niveau supérieur à ceux observés pour les couscous sans gluten (trois formulations du couscous : Riz pois chiche, riz-pois protéagineux et riz-févérole). Ceci pourrait être expliquée essentiellement par la présence de gluten dans le couscous témoin et son absence dans les trois autres types de couscous étudiés et serait un bon indicateur et un bon élément de distinction du comportement de plusieurs couscous dans des conditions expérimentales simplifiées.

D'après **Mezroua, 2011**, l'absorption de l'eau ou le degré d'hydratation est influencé par la technique de transformation utilisée (industrielle, traditionnelle) ou la quantité d'eau ajoutée au cours du mélange (**Bar, 2001**).

Ce paramètre présente deux objectifs ; l'un est de connaître son comportement lorsqu'il y a un contact avec les liquides (sauce, lait, ...etc.) et l'autre est de constater indirectement la durée de vie ou de stockage du couscous en fonction du degré d'hydratation des particules (**Bar, 2001**).

D'après les résultats enregistrés, on remarque que le couscous à faible IG (glands, origans, hamama, et d'orge) peut avoir une durée de vie plus prolongée que le couscous à IG plus élevé (les autres types). La force de gonflement indique la capacité de l'amidon à s'hydrater sous des conditions spécifiques (temps / température). Le comportement de gonflement dépend aussi de l'espèce botanique et du type cristallin de l'amidon natif. (Singh et al., 2006).

3.2.2. Appréciation de la qualité culinaire du couscous

- **Critères organoleptiques.**
 - ✓ Odeur : caractéristique.
 - ✓ Aspect : homogène.
 - ✓ Toucher : normal.
- **Appréciation de la qualité après cuisson.**
 - ✓ Les grains du couscous non collés entre elles de taille homogène.
 - ✓ -Un indice de gonflement élevé, une teneur en cendres faibles, une couleur jaune brillante avec un indice de brun faible.
 - ✓ -Une texture satisfaisante et non collante avec absence des agrégats.
 - ✓ -Un goût léger avec une odeur agréable.

D'après le Tableau 3.7, nous observons une différenciation de gonflement ou de capacité d'absorption d'eau par rapport au couscous témoin. Par ailleurs, le temps de cuisson est de **30min** pour tous les types de couscous.

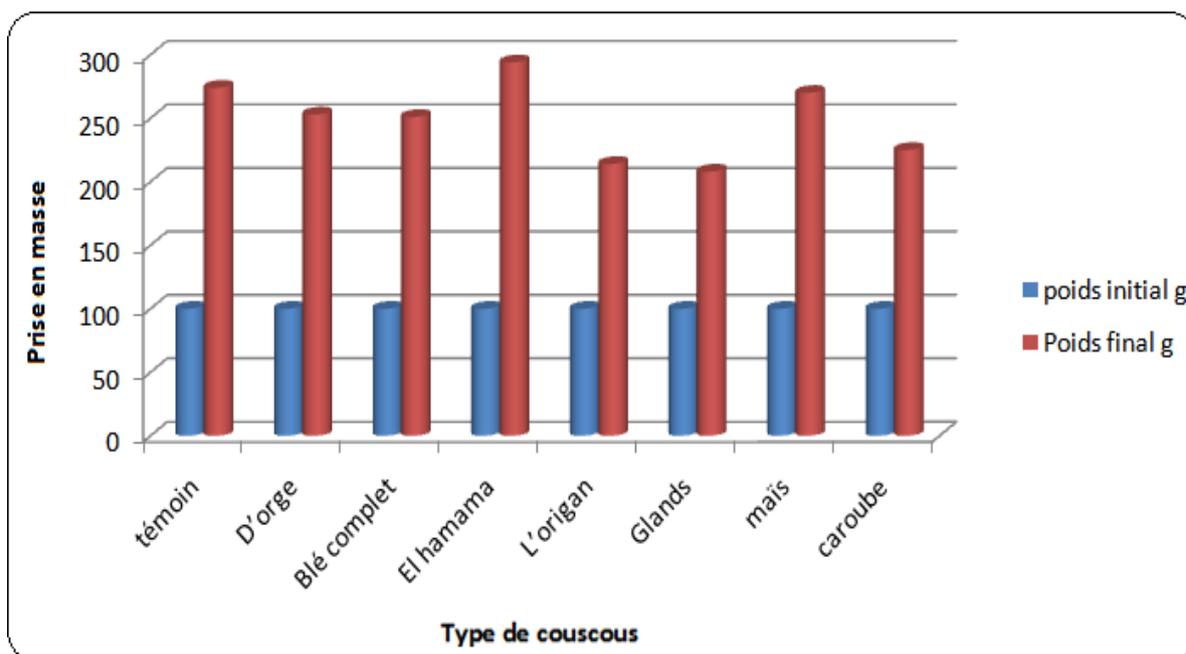
Tableau 3.7: Résultats des essais de cuisson des échantillons de couscous analysés.

Couscous	Témoin	Orge	Blé complet	El Hammama	L'origan	Glands	Maïs	Caroube
Temps de Cuisson (min)	30	30	30	30	30	30	30	30
Poids initial (g)	100	100	100	100	100	100	100	100
Poids final (g)	274	253	251	294	214	208	270	225
Granulation Observée	U	U	U	NU	U	U	U	U
Le gonflement	B	TB	B	MB	TB	B	B	B
Comportement à la réhydratation	PC	C	NC	C	PC	C	C	NC

U : Uniforme ; NU : Nom uniforme ;

B : Bon, TB : Très bon ; MB : Moins bon ;

C : collant ; PC : peu collant ; NC : Non collant

**Figure 3.6:** Représentation en histogrammes la prise en masse des couscous cuits

Le couscous témoin présente des propriétés très appréciées, il n'est pas trop collant, avec un très bon gonflement et le degré d'individualisation des grains est satisfaisant, le même cas pour le couscous à l'origan et aux glands et du blé complet, contrairement au couscous de l'orge et celui d'el Hammama qui collants mais présentent un bon gonflement.

Selon **Guezlane (1993)**, un bon couscous doit absorber deux fois son poids d'eau, pendant la cuisson et conserve une certaine fermeté et viscoélasticité, et ces grains doivent restés bien individualisés sans se déliter, ni se coller entre eux.

3.2.3. Degré de délitescence :

La désagrégation du couscous est un facteur important pour la détermination de la qualité culinaire de couscous (**Yettou, 1998**). Les résultats de désagrégation des échantillons de couscous sont représentés dans la Figure 3.7.

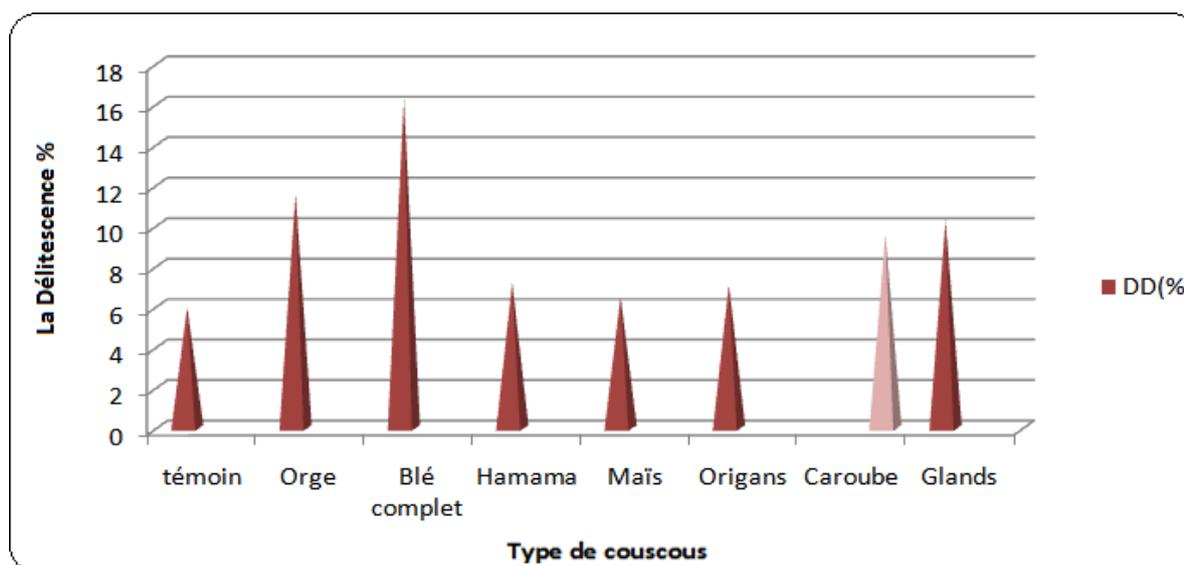


Figure 3.7: Délitescence des couscous cuits étudiés

L'analyse détaillée des résultats des échantillons de couscous montre que la délitescence des couscous varie entre 6,50% et 16,27% (Tableau 3.8). Ces couscous sont plus délitescents que le couscous témoin (5,97%), Ceci peut être expliqué par la force de cohésion entre les particules de la semoule.

Tableau 3.8. La Délitescence des couscous analysés.

Couscous	Témoin	Orge	Blé complet	Hammama	Maïs	Origans	Caroube	Glands
ES (g)	0,1088	0,2086	0,2836	0,123	0,1146	0,1246	0,1699	0,1791
DD(%)	5,97	11,58	16,27	7,20	6,50	7,10	9,60	10,28

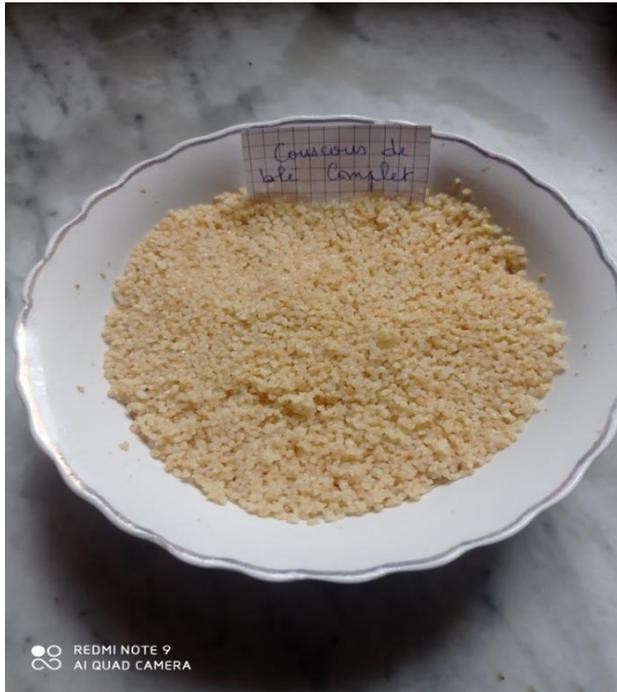
Nous remarquons aussi que les couscous de blé complet, de l'orge et des glands sont plus délitescents par rapport aux autres types de couscous traditionnels analysés. Nous justifions cette différence par les paramètres de fabrication de couscous qui diffèrent d'un type à d'autre. **Hebrard et al. (2003)** ont souligné que par hydratation, des liens se forment entre particules de semoule et permettent leur agglomération. Les travaux de **Guezlane (1993)** montrent que l'augmentation du temps de roulage renforce la liaison des particules de la semoule hydratée formant le granule de couscous. Ainsi, **Lefkir et Sehili (1996)** ont souligné que l'utilisation d'un taux d'hydratation élevé des semoules contribue à diminuer le degré de désagrégation du couscous.

3.3.Résultats d'analyse sensorielle des couscous analysés :

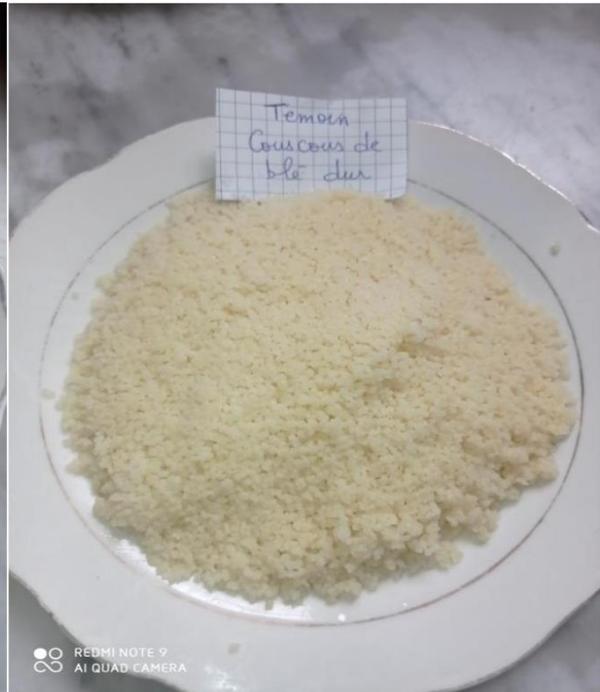
Les couscous artisanaux ont été soumis à un test de dégustation, par un jury composé de 20 personnes choisies au hasard.

L'appréciation de la qualité culinaire des différents échantillons de couscous étudiés est résumée au niveau du Tableau 3.9 :

L'analyse sensorielle est la méthode de référence pour la détermination de la qualité culinaire de couscous puisqu'elle exprime l'impression directe du consommateur vis-à-vis des caractéristiques préalablement bien définies du produit.



Couscous de blé complet cuit



Couscous de blé dur cuit (Témoin)



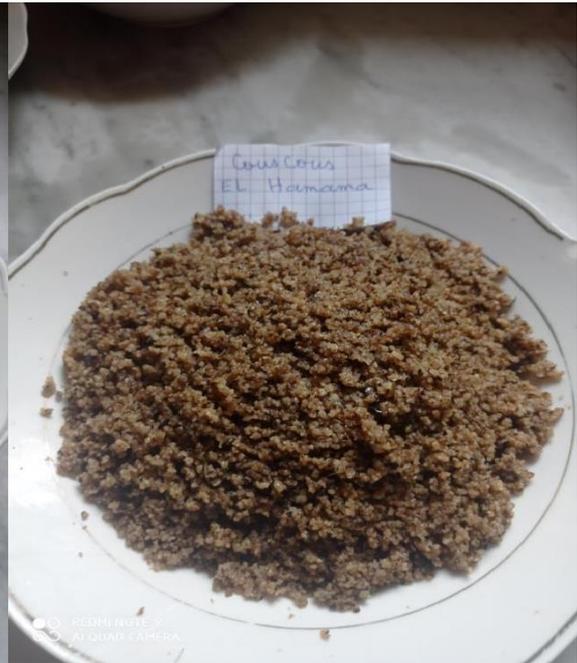
Couscous aux glands cuit



Couscous cuit à l'origan cuit



Couscous d'orge cuit



Couscous el Hammama cuit



Couscous de maïs cuit

Figure 3.8 : Photos réelles des couscous traditionnels cuits

Tableau 3.9: Résultats de test de dégustation.(appréciation par 20 dégustateurs)

COULEUR	Claire	Moins Foncé	Très foncé
Couscous à base de blé dur complet	18	2	00
Couscous à base d'orge	02	16	02
Couscous des glands	00	15	5
Couscous des origans	8	9	3
Couscous Hammama	0	0	20
Couscous de caroube	0	16	4
Couscous de maïs	10	10	0
Collant	Moins collant	Moyenement collant	collant
Couscous de blé dur Complet	15	5	0
Couscous à base d'orge	4	16	0
Couscous des glands	4	14	2
Couscous des origans	13	7	0
Couscous Hammama	5	13	2
Couscous de caroube	8	12	0
Couscous de maïs	9	11	0
GOUT	Mauvais	Bon	Très Bon
Couscous à base d'orge	00	12	8
Couscous de blé dur complet	00	19	03
Couscous des glands	00	5	15
Couscous des origans	00	10	10
Couscous Hammama	15	5	0
Couscous de caroube	0	10	10
Couscous de maïs	13	7	0

Fermeté	Moins ferme	Moyennement ferme	Très ferme
Couscous d'Orge	10	10	0
Couscous de blé dur complet	17	3	0
Couscous des glands	3	17	0
Couscous des origans	10	10	0
Couscous de caroube	4	13	3
Couscous Hammama	15	5	0
Couscous de maïs	8	8	4
La délitescence	Moins délitescents	Moyennement délitescents	Très délitescents
Couscous d'orge	9	11	0
Couscous de blé dur complet	0	8	12
Couscous des glands	8	12	0
Couscous des origans	16	4	0
Couscous de caroube	15	5	0
Couscous Hammama	0	9	11
Couscous d'orge	9	11	0
Couscous de maïs	7	8	6

D'après les résultats du tableau ci-dessus, la majorité des dégustateurs donnent les opinions suivantes :

La couleur :

La couleur est le premier paramètre observé par le dégustateur, il lui accorde une grande importance et ceci pour apprécier la qualité d'un produit. D'après le Tableau 3.11, la couleur des types du couscous est différente d'un type à autre, ce qui montre que la matière première qui participe à la fabrication du couscous influence la couleur de Couscous.

La couleur du couscous de blé complet a été jugée « claire » par la majorité des dégustateurs, alors que le couscous à base d'orge et de caroube l'ont qualifié « moins foncé » par la plupart des dégustateurs, et les autres types ont été qualifié « moins foncé » à « claire » contre l'opinion « très foncé » pour le couscous d'el Hammama.

La couleur des grains de couscous dépend en grande partie de la couleur initiale de la semoule de blé dur (DEBBOUZ et al., 1994). Selon Lepage et Sims (1968) cité par Trono et al. (1999); Hentschel et al. (2002); Guarda et al. (2004), la variation de la couleur est due à la présence de la lutéine de caroténoïdes principalement les xanthophylles et la couleur brune du couscous d'orge est due à l'existence des polyphénols et des piqures de son.

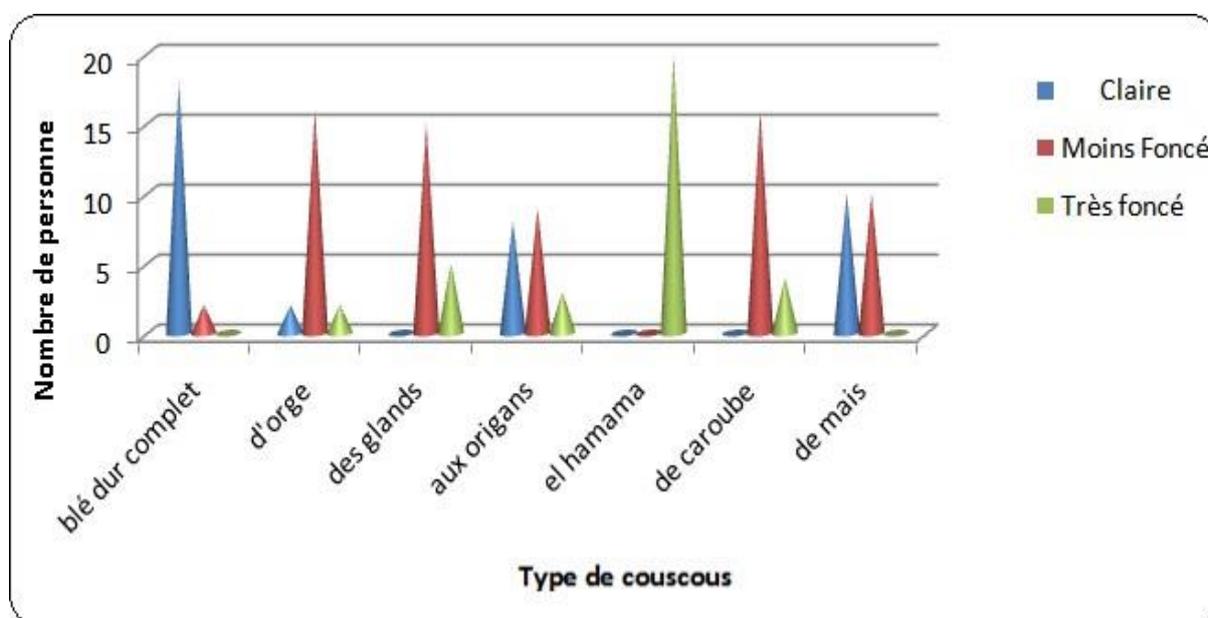


Figure 3.9 : Résultats de la couleur des échantillons

Ces valeurs semblent dépendre d'une part de la matière première mise en œuvre et d'autre part des conditions de fabrication. En effet, dans un travail portant sur l'influence de la matière

première sur la qualité de produit fini.

Guezlane (1993) a souligné que l'origine génétique des matières premières utilisées reste le facteur prépondérant dans la coloration.

Le goût :

Le couscous témoin et des glands ont été jugé « très bon » par la plupart des dégustateurs. Pour Le goût du couscous de blé complet et de l'orge, 19 et 12 respectivement des dégustateurs l'on qualifié « bon ». le couscous de l'origan a été jugé « bon » par 50 % des dégustateurs. Alors que pour le couscous d'el Hammama, le gout a été qualifié « mauvais » par la 13 personnes parmi 20 vu le gout amer des herbes inclus dans la préparation de ce type de couscous.

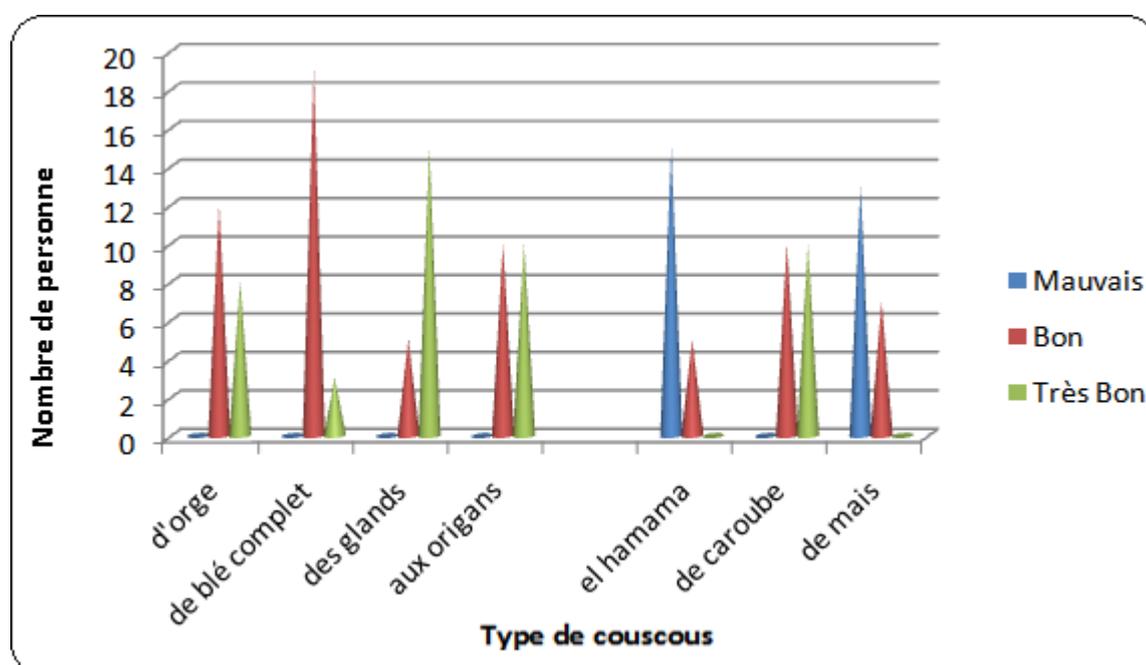


Figure 3.10: Résultats du goût des échantillons

La fermeté :

la plupart des dégustateurs ont qualifié la texture des couscous d'orge, des glands, de caroube et des origans comme « moyennement ferme » alors qu'ils ont qualifié la fermeté des couscous du blé dur complet, d'el Hammama et des origans comme étant « moins ferme »

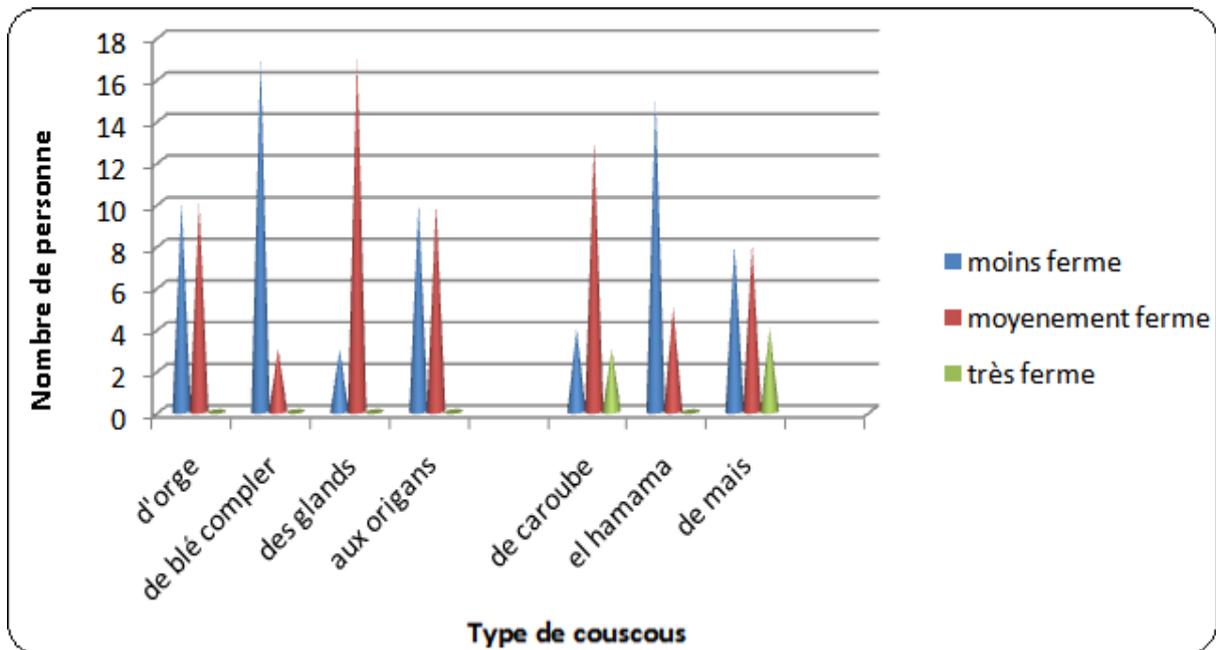


Figure 3.11: Résultats de la fermeté des échantillons

Le collant :

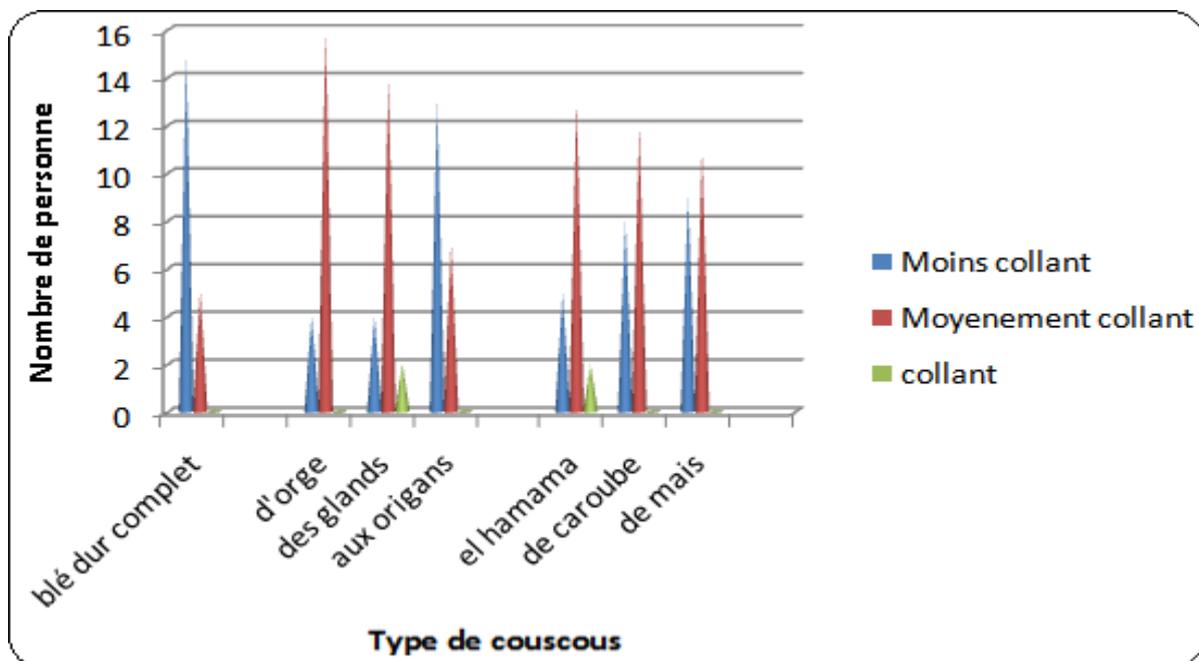


Figure 3.12: Résultats de collant des échantillons

Le couscous de l'orge et du blé complet sont jugés par la plus part des dégustateurs « moins collants » contre l'opinion « moyennement collant » pour les autres types de couscous.

Le collant constitue un paramètre de qualité culinaire du couscous et un critère

fondamental de la qualité organoleptique du couscous cuit (Yettou et al, 2000). Selon GUEZLANE et ABECASSIS(1991) ce sont les couscous dont le diamètre est le plus petit qui se trouve avantagés et obtiennent des valeurs de prise en masse plus faibles. D'autre côté c'est peut-être la teneur élevée en amylose dans ces couscous qui empêche la prise en masse.

La délitescence :

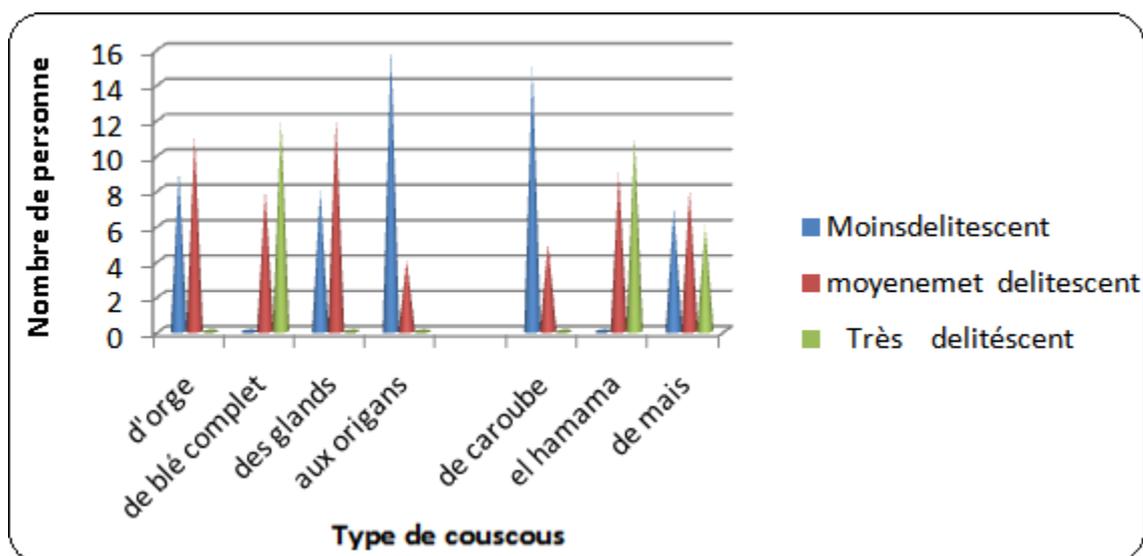


Figure 3.13: Résultats de la délitescence des échantillons

Selon les dégustateurs, le couscous d'orge et de glands sont « moyennement délitescents », le couscous des origans et de caroube sont qualifiés « moins délitescents » contre le couscous de blé complet et d'el Hammama qui ont été qualifiés « très délitescents »

L'appréciation globale :

C'est l'évaluation globale des échantillons du couscous artisanal par les dégustateurs et qui a été jugée « Bonne » voir « excellente » pour les échantillons.

Le test de dégustation effectué sur les différents échantillons de couscous à l'état cuit par le jury nous a permis de conclure que l'apprétabilité du couscous ne fait pas défaut par sa couleur. De même pour certains dégustateurs, la couleur ne risque pas d'influencer le choix du consommateur puisque il existe déjà une gamme très riche sur le marché algérien de couscous de couleur plus foncée.

En ce qui concerne la texture, nous signalons que les graines de couscous d'el Hammama et d'orge étudiés sont collés entre elles, les autres échantillons varient d'un couscous non collant

à un couscous moins collant, elles sont de taille homogène à l'exception de couscous el Hammama qui présente des graines non homogène bien individualisés avec absence des agrégats

Nous remarquons que l'acceptabilité du couscous enrichi est excellente lorsque l'on s'adresse aux personnes souffrants des maladies gastro intestinales, car sont riches en fibres et en minéraux. De ce fait, l'appréciabilité de ces échantillons de couscous artisanal diffère d'une personne à une autre selon les goûts et les couleurs de chacun.

Ce travail a été fait en vue d'évaluer la qualité des sept préparations des couscous traditionnels. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques (teneur en eau, teneur en cendres, teneur en protéines), technologiques (granulométrie, indice de gonflement, délitescence) et culinaires (test de cuisson, analyse sensorielle),

Sur le plan physique, l'humidité du couscous d'orge (10%) est inférieure à celle des autres couscous, mais supérieure à celle du témoin, la teneur en eau faible de ces deux types va augmenter leurs durée de vie.

Sur le plan biochimique, le couscous aux glands et de caroube sont plus riche en cendres (2,51% et 2,20% MS respectivement) que les restes couscous. En revanche, le couscous de caroube est le plus riche en protéines (14,5% MS) par rapport aux autres types.

Le test de la granulométrie des variétés des couscous analysés a prouvé que les couscous gros (à l'origan, d'orge, des glands et de caroube) présentent une homogénéité remarquable, à l'opposé des couscous de blé complet et d'el hamama qui présentent une homogénéité réduite.

La qualité culinaire du couscous témoin, de maïs et de caroube ($IG=2,57\%$, $2,03\%$, $2,0\%$ respectivement) est meilleure que celle des autres types. La qualité culinaire met en évidence les couscous à des couleurs différentes caractéristiques (foncée) par rapport aux couscous témoin, avec un très bon goût pour le couscous à l'origan et aux glands, les autres types ont un gout acceptable à bon goût, et présentent des grains bien individualisés et non collés. Le couscous à base de glands, d'orge, de blé complet, de maïs et de zaater ont une structure plus homogène et une surface lisse par contre, le couscous de Hamama et de caroubes sont constitués de grains rugueux et une forme non homogène.

Les analyses physico-chimiques et technologiques montrent que les résultats obtenus sont conformes aux normes utilisées.

Les différentes analyses effectuées correspondent aux normes algériennes et à l'internationale ce qui prouve que ces couscous traditionnels sont de bonne qualité et apte à la consommation.

Le test de dégustation effectué sur les différents échantillons du couscous à l'état cuit par le jury nous a permis de conclure que l'appréciabilité de ces couscous traditionnels ne fait pas défaut par sa couleur et son goût qui est différent de celui du couscous témoin.

Nous pouvons conclure que, le meilleur couscous demeure celui de caroube et des glands vus leur richesse en cendres et en protéines, en revanche, les plantes médicinales

incorporées dans la fabrication du couscous enrichi « el Hamama » et celui de « l'origan » améliorent la qualité nutritionnelle du couscous, en apportant des protéines, des glucides, des minéraux et des vitamines.

L'incorporation des plantes médicinales est une approche très intéressante, d'un point de vue sensoriel et nutritionnel. En effet, l'enrichissement de la semoule par ces plantes permet d'améliorer le goût, la saveur ; et de satisfaire les différents besoins de l'organisme (protéines, lipides, glucides, vitamines,...etc.).

En continuité à ce travail, il serait intéressant de faire des tests de détermination des autres paramètres physicochimiques tel que la matière grasse, les fibres ; le gluten, les vitamines, les biomolécules...etc sur ces variétés des couscous traditionnels.

A la lumière de ces résultats, nous préconisons un approfondissement de la présente étude et en tenant compte de :

- La valorisation, le conditionnement et la commercialisation des farines des glands et de la caroube.
- L'industrialisation de ces couscous enrichis en plantes médicinales tout en validant leur qualité nutritionnelle et technologique, complétée par des essais et des analyses plus précis (analyse des antioxydants, analyses nutritionnelles après cuisson.....).
- L'élargissement de la commercialisation de cette gamme des produits de terroir en Algérie.
- L'implication des ressources naturelles dans l'industrie agroalimentaire afin de garantir un libre accès à une nourriture plus saine et moins coûteuse.
- Il est souhaitable aussi que dans des prochaines études, la connaissance des technologies de la production du couscous enrichi aux herbes soit approfondie afin de promouvoir leur consommation dans l'alimentation humaine, de manière à faire en sorte qu'il substitue le couscous de blé.
- De plus nous suggérons que les recherches à venir prennent en compte: l'étude de la durée de conservation des couscous enrichis en herbes aromatisants.
- Ce type des produits alimentaires sains devrait être promu en raison de leurs nombreux avantages pour notre santé, d'autant plus qu'ils ne coutent pas cher.

A

- Abecassis J., Boggini G., Cuq B., Namoune H. (2012) Other Traditional Durum Derived Products, In: M.J. Sissons, M. Carcea, M. Marchylo, J. Abecassis, and Durum Wheat: Chemistry and Technology, second éd. AACC International.
- Aboubacar A., Hamaker B.R. (2000) Low molecular weight soluble starch and its relationship with sorghum couscous stickiness. *Journal of Cereal science*. 31: 119-126.
- AFNOR., (1991) Norme AFNOR NF-V03-707 Céréales et produits céréaliers: détermination de la teneur en eau. Méthode de référence pratique. In « Recueil de normes AFNOR contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers ». 3ème édition, Paris, 360 pages. 8-12.
- AFNOR., (1995) NF V09-014, Recueil de normes- contrôle de la qualité des produits alimentaires : Analyse sensorielle. AFNOR. 5ème édition. Paris. 400 pages.
- AFNOR. (1991) NF V03-750 Contrôle de la qualité des Produits Alimentaire. Recueil des normes françaises 3ème Edition, France.360 pages.
- Aluka K., Miche J.C., Faure J. (1985) Condition d'une fabrication mécanique du couscous de maïs en Afrique de l'Ouest, *ind. Agric.* 448-451.
- Amrouni, H. (2022) La Hammama ou le couscous aux 70 plantes un plat traditionnel aux milles vertus. *Essaha*.
- Angar O., Et Belhouchet L. (2002) Granulométrie du couscous : relation avec quelques paramètres de fabrication et la qualité culinaire. Mémoire d'ingénieur. DNATAA, Université Mentouri Constantine. 53 pages.
- Anonyme (2012) Etude de positionnement stratégique de la branche « pâtes alimentaires et couscous » cahier du C.E.P.I N° 23.
- Anonyme, (2001) La mesure de qualité du couscous. *Agro ligne*, 16 : 32-35.
- Anonyme, (2011) Fiche technique de la société des produits alimentaire MARKAL.3 pages.
- 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.

Apfelbaum A., Pertmuler I., Forat G., Begon M., Nilus P. (1981) Dictionnaire pratique de diététique et de nutrition. Masson. Paris. 724 pages.

Autran J.C. (1996) La qualité culinaire. De quoi est-elle faite, colloque « perspective blé dur ». Toulouse. Labège. France.

B

Babès L. (1996) «Le couscous comme don et sacrifice». Revue de Mauss : L'obligation de donner- la découverte sociologique capitale de Marcel Mauss. 267-276.

Bader R., Becila S., Ruiz P., Djeghim F., Sanah I., Boudjellal A., Gatellier P., Portanguen S., Talon R., Leroy S. (2021) Physico-chemical and microbiological characteristics of El-Guedid from meat of different animal species. Meat Sci., 171 : 108277.

Bahchachi N. (2002). Incorporation du gluten de maïs dans la fabrication de deux produits céréaliers traditionnels : trida et couscous. Thèse de Magister. DNATAA Université de Constantine. 134 pages.

Bakeche C. (1994) Etude de la chaîne de fabrication du couscous industriel. Rapport de DEUA. INATAA. Université de Canstantine, 23 page.

Bar C. (2001) Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. (Guide pratique) ed., ITFC céréaliers de France, Paris, 253 : 2001.

Bentallah L., Zidoune M.N., Lamara H., Agri A. (2006) Formulation et fabrication de couscous à base de riz et de légumes secs our maladies coeliaques. Actes SAR

Bouasla A., Mosbah N., Benatallah L. (2021) Couscous enrichi en Gartoufa (*Matricaria pubescens*) : fabrication traditionnelle et modes de consommation à Ghardaïa (Sud Algérien). Algerian Journal of Nutrition and Food Sciences (AJNFS). Published online: December 31.

Boucheham N. (2009) Aptitude technologique de trois formules à base de riz pour la fabrication de couscous sans gluten, Thèse de Magister. INATAA. Université de Constantine. 103 pages.

Boudaoud S. (2016) L'incorporation de la spiruline sur les qualités nutritionnelles, organoleptiques et technologiques du couscous artisanal. Master en agronomie. Universite Abou Bekr Belkaid – Tlemcen. 102 page

Boudaoud S. (2016) L'incorporation de la spiruline sur les qualités nutritionnelles, organoleptiques et technologiques du couscous artisanal Thèse Master Agronomie mast-agr-01/0 université de Tlemcen.

Boudreau A., Menard G. (1992) Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'université Laval. Sainte-Foy. Canada. 439 pages.

C

Chemache L., Kehal F., Namoune H., Chaalal, M., Gagaoua M. (2018) Couscous: ethnic making and consumption patterns in the Northeast of Algeria. *Journal of Ethnic Foods*.

Christèle-Icard V. (2000) De la semoule du blé dur aux pâtes alimentaires : évènements physiques et biochimiques. *Industries Agricoles et Alimentaires*, 117: 35-43.

Codex alimentarius. Norme codex 202-1995. Norme codex pour le couscous. P : 1-3.

Codex Standard 178, Norme Codex pour la semoule et la farine de blé dur, 1991.

Coskun, F. (2013). Production of couscous using the traditional method in Turkey and couscous in the World. *African Journal of Agricultural Research*, 8(22) : 2609–2615.

Coulin P., Farah Z., Assanvo J., Spillmann H., Puhan, Z. (2006) Characterisation of the microflora of attieke, a fermented cassava product during traditional small-scale preparation. *International Journal of Food Microbiology*. 106: 131-36.

D

Dagher S.M., (1991) Traditional food in the Near East, FAO, food and nutrition paper 50, Rome, 161 pages.

Debbouz A., Donnelly B.J. (1996) Process effect on couscous quality. *Engineering and processing*. *Cereal chem*. 73: 668-671.

Debbouz, Debbouz A., Dick J.W., Donnelly, B.J. (1994) Influence of raw material on couscous quality. *Cereal Foods World*. 39 : 231-236.

Derouiche M. (2003) Couscous – Enquête de consommation dans l'est algérien, fabrication traditionnelle et qualité. Thèse de Magister. DNATAA. Université de constantine. 125 pages.

Desousa A. (2001) Le couscous. Tradition et Modernité, *Agro-Ligne*. 16: 32- 35.

Dexter J.E., Matsuo P.R. (1977) Influence of protein contain on some durum wheat quality, parameters. *Can. Journal of plant sci.* 57: 712-727.

DNATAA, Université Mentouri Constantine. 53 pages.

Doukani. K. (2015) Etude comparative entre le couscous industriel et le couscous à base de glands. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ibn Khaldoun, BP 78 Zaaroura -Tiaret 14000, Algérie. *Revue « Nature & Technologie ». B- Sciences Agronomiques et Biologiques.*13 : 2-11.

Doumandji A ., Boutekrabt L ., Saidi N.A ., Doumandji S ., Hamerouch D., Haouari S. (2012) Etude de l'impact de l'incorporation de la spiruline sur les propriétés nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du couscous artisanal. *revue nature et technologie.* 4(1) : 40-50

Doumandji A., Doumandji A., Doumandji M.B. (2003) Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Cours de technologie des céréales. Ed office des publications universitaires, Alger. Algérie. 67 pages.

Drabo M.S., Khadem H., Benatmane N., Ouhab A., Mazouzi F.Z., Soualmi K., Badra B. (2019) Qualité microbiologique du blé dur fermenté de Matmor Hamoum : Indispositions digestives, microflore avantageusement technologique et potentiels pathogènes. *International Journal of Innovation and Applied Studies* ISSN 2028-9324 27(1): 11-18.

E

Elahcene F. (2012) comparaison technologique organoleptique, et nutritionnelle de trios couscous artisanaux à base de blé dur, d'orge et des glands de quercus. Thèse de master ACQ,.université de Blida.

Elias E. M. (1995) Durum wheat products. *In* di Fonzo N. di (ed.), Kaan F. (ed.).

F

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. 308 pages.

Fourar R. (2013) Cours « Technologies de plastification » 3^{Eme} année technologie des céréales. Département Agronomie, Université Saad Dahlab, Blida.

Franconie T., Matveef M., Alause J. (2010) Microtest des pâtes alimentaires appliquées à la sélection des blés durs, Bull. E.N.S.M.I.C. 217: 11-17.

Franconie H., Chastanet M., Sigaut F. (2010) Couscous, boulgour et polenta: Transformer et consommer les pâtes. Page 86.

G

Galba M., Waniska R.D., Rooney L.W., Miller F.R. (1988) Couscous quality of sorghom with kernel characteristics. Cereal Science. 7: 183-193.

GALLEZE O. (2018) Le couscous : sa place et son rôle dans la vie sociale.

Gobert E. G., (1940) Usage et rites alimentaires des tunisiens : leur aspect domestique, physiologique, et social. Archive de l'institut Pasteur. Tunis. T 29:475-589.

Guarda, Guarda G., Padovan S., 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. 21: 181–192.

Guezlane L., 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., Selselat-Attou G. et Senator A. (1986) Etude comparée du couscous de fabrication industrielle et artisanale. Industrie des Céréales. 43: 25-29.

H

Hebrard A. (2002) Granulation de semoules de blé dur. PhD thesis, ENSA Montpellier.

Hebrard A., Hebrard A., Oulahna D., Galet L., Fages J. (2016) Etude morpho-granulométrique et structurale des semoules de blé dur propriétés d'hydratation et d'agglomération centre poudres et procédés Ecole des Mines d'Albi-Carmaux 81013 ALBI, France.

Hebrard A., Oulahna D., Gali L., Cuq B., Abecassis J. Fages J. (2003) Hydration properties of durum wheat semolina: influence of particle size and temperature. *Powder Technology*. 130: 211-218.

Hentschel V., Kranl K., Hollmann J., Lindhauer M.G., Bohmand V. 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*. 50: 6663–6668.

I

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.

J

Jeanet R., Croguennec T., Schuck P., Bruel G. (2007) La science des aliments Technologie des produits alimentaires. Ed, Tec & Doc 2ème Ed. Lavoisier. Paris. 187-452.

Juge D. (2004) Projet de diagnostic de la compétitivité de la branche industrielle des pâtes alimentaires et couscous au Maroc Janvier/Février 2004. 106 pages.

K

Karp S.M., Walker C.E. (1986) Couscous in north africa. *Cereal foods world*. 31: 179-182.

L

Lefkir, Sehili. (1996) : Effet des procédés de fabrication sur l'expression de la qualité technologique du couscous de blé dur (BRAIBANTI-BASSANO). Mémoire d'Ingénieur. INA, El-Harrach, Alger. 83 pages.

Lepage M., Sims R.P.A. (1968) Carotenoids of wheat flour: their identification and composition. *Cereal chem*. 45: 600–604.

Liu, Shepherd, Rathjen. (1996) Improvement of durum wheat pasta making and bread making qualities, *Cereal Chem*. 2: 155-166.

Louafi S., Khedim H. (2016) Diagnostique et caractéristique physicochimique et microbiologique du couscous industriel. Mémoire de master, Université Abdelhamid Ibn Badis-MOSTAGANEM.

M

- Macaire P., Bernard P., Lenglin M., (2010) Maroc pour tous“, pierre Macaire: Le plein des sens. 105-106.
- Maiza K., Brac de la Perrière R.A., Hammiche V. (1993) Pharmacopée traditionnelle saharienne. Actes du 2 e Colloque Européen d’Ethnopharmacologie et de la 11e Conférence internationale d’Ethnomédecine, Heidelberg, Allemagne. 24 – 27 mars.
- Mezroua L. (2011) Etude de la qualité culinaire de quelques couscous industriels et artisanaux et effet d’adjonction de la matière grasse durant la cuisson. Thèse de Magister.INATAA. Université de Constantine.139 pages.
- Moreau J., Adry R. (1942) Un aliment nord africain : Le couscous, composition, fabrication, préparation, archive de l’institut pasteur. Tunis. T31 : 302-310.

N

- Nachit M. (1995) (ed.) Durum wheat quality in the Mediterranean region = La qualité du blé dur dans la région méditerranéenne Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 284.

O

- 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: 377–384.

P

- Petitot M., Abecassis J., Micard V. (2009) Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. Food Science technology. 20: 521-532.
- Pons M.N., Vivier H., Belaroui K., Bernard Michel B., Cordier F., Oulhana D. Dodds J.A. (1999) Particle morphology. From visualisation to measurement. Powder technology. 103: 44-47.

S

- Scotti G. (1984) Analyse physique des grains. In « Guide pratique d’analyse dans les industries des céréales » Godon B. et Loisel W. Lavoisier. Tec et Doc. Paris. 685 pages.

Sebti M., Assaf N., Demdoun S., Muir G. (2021) Utilisation des glands de chêne dans la préparation du couscous bil ballout à Jijel, Algérie. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture Rome, page 73.

Senator A. (1983) Contribution à l'étude de la valeur couscoussière : comparaison entre deux processus de fabrication, Thèse d'ingénieur, INA. El Harrach. 73.

Singh N., Kaur L., Sandhu K.S., Kaur J., Nishinari K. (2006) Relationships between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches. Food Hydrocolloids. 20: 532–542.

T

Trentesaux E. (1995) « Evaluation de la qualité du blé dur », Options Médit., Zaragoza (ESP). 22 : 53-59.

Trono D., Pastore D., Difonzo N. (1999) Carotenoid Dependent Inhibition of Durum Wheat Lipooxygenase. Journal of Cereal Science. 29: 99-102.

W

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.

Y

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, en jeux et stratégies. Alger. 271–276

Yettou N. (1998) Les méthodes instrumentales d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. Mémoire de Magister. INA, El-Harrach, Alger. 101 pages.

Yettou N., Aït Kaci M., Guezlane L., Aït-Amar H. (1997) Détermination des caractéristiques viscoélastiques du couscous cuit au moyen du viscoélastographe Chopin. Industrie Alimentaire et Agricole. 12: 844-847.

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.

Annexe1

Fiche de dégustation :

Sexe	Homme		Femme	
Age				
Profession				

FICHE DE DEGUSTATION DES COUSCOUS

Nom :

Date :

Prénom :

7 échantillons de couscous cuit codés A, B, C, D..... vous sont servis. Donnez une description selon l'intensité de caractère des couscous suivant l'échelle ci-dessous.

Paramètre	Couleur	gout	collant	fermeté	delitescence	Appréciation global
observation						

La couleur	Claire	Moins foncé	Très foncé
Le gout	Mauvais	Bon	Très bon
Fermeté	Moins ferme	Moyennement ferme	Très ferme
Collant	Moins collant	Moyennement Collant	Très collant
Délitescence	Moins délitescent	Moyennement Délitescent	Très délitescent

Tableau. Formulaire de dégustation de couscous

Type de couscous	La couleur	Le gout	La Fermeté	Collant	Délicatesse
A					
B					
C					
D					
E					
F					
G					

Annexe2

- Codex Standard 202-1995

- NORME POUR LE COUSCOUS CODEX STAN 202-1995

- 1. CHAMP D'APPLICATION

- 1.1. Le terme «**couscous**», tel que défini ci-après à la Section 2, signifie couscous préparé, destiné à la consommation humaine directe.
- 1.2. Sous réserve de la disposition énoncée à la Section 8.1.2, la présente norme ne s'applique pas au couscous destiné au même usage, mais préparé à partir d'autres céréales que le blé dur.

- 2. DESCRIPTION

- 2.1. La présente norme s'applique au couscous, c'est à-dire le produit composé de 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.
- 2.2. 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».

- 3. FACTEURS ESSENTIELS DE COMPOSITION ET DE QUALITÉ

- 3.1. Facteurs de qualité –critères généraux

- 3.1.1 Le couscous doit être nettoyé, sain et propre à la consommation humaine.
- 3.1.2 Tous les traitements appliqués aux matières servant à la production du couscous doivent être réalisés de manière à:
 - a) limiter la réduction de la valeur nutritive;
 - b) éviter toute modification indésirable des propriétés du couscous.

- 3.2. Critères spécifiques de qualité

- 3.2.1 Humidité

- La teneur en humidité du couscous ne doit pas dépasser 13,5 %.

- 4. ADDITIFS ALIMENTAIRES

- Aucun additif alimentaire ne doit être incorporé lors de la fabrication industrielle du couscous.

- 5. CONTAMINANTS

- 5.1. Métaux lourds

- Le couscous doit être exempt de métaux lourds en quantités pouvant présenter un risque pour la santé.
- **5.2. Résidus de pesticides**
- Le couscous doit être conforme aux limites maximales de résidus établies par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit.
- **5.3. Mycotoxines**
- Le couscous doit être conforme aux limites maximales pour les mycotoxines établies par la Commission du Codex Alimentarius pour ce produit.
- **6. HYGIÈNE**
- **6.1** Il est recommandé de préparer le produit visé par les dispositions de la présente norme conformément aux sections appropriées du Code d'usages international recommandé
- **–Principes généraux d'hygiène alimentaire(CAC/RCP 1-1969)** et des autres Codes d'usages recommandés par la Commission du Codex Alimentarius applicables à ce produit.
- **2 Codex Standard 202-1995**
- **6.2** Dans la mesure où le permettent de bonnes pratiques de fabrication, le produit doit être exempt de matières inadmissibles.
- **6.3** Lorsqu'il est analysé selon des méthodes appropriées d'échantillonnage et d'examen, le produit:
 - **a)** Être exempt de microorganismes susceptibles de se développer dans le produit dans des conditions normales d'entreposage ; et
 - **b)** Ne doit contenir aucune substance provenant de microorganismes en quantités pouvant présenter un risque pour la santé.
- **7. CONDITIONNEMENT**
- **7.1.** Le couscous doit être emballé pour la vente au détail dans des récipients de nature à préserver les qualités hygiéniques, nutritionnelles et technologiques du produit.
- **7.2.** Les récipients, y compris les matériaux d'emballage, doivent être fabriqués avec des substances sans danger et convenant à l'usage auquel ils sont destinés. Ils ne doivent pas transmettre de substance toxique, d'odeur ou saveur indésirable au produit.
- **8. ÉTIQUETAGE**
- Outre les dispositions de la Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées (CODEX STAN 1-1985), les dispositions spécifiques ci-après

sont applicables.

- **8.1. Nom du produit**

- **8.1.1.** Le nom du produit à déclarer sur l'étiquette doit être «Couscous».

- **8.1.2.** L'appellation «Couscous» peut être attribuée à des produits destinés aux mêmes usages mais préparés à partir d'autres céréales que le blé dur, à condition que cette appellation soit immédiatement suivie d'une spécification des céréales utilisées.

- **8.** Étiquetage des récipients non destinés à la vente au détail Les renseignements sur les récipients non destinés à la vente au détail doivent figurer soit sur le récipient, soit dans les documents d'accompagnement, exception faite du nom du produit, de l'identification du lot et du nom et de l'adresse du fabricant ou de l'emballleur qui doivent figurer sur le récipient. Cependant, l'identification du lot, le nom et l'adresse du fabricant ou de l'emballleur peuvent être remplacés par une marque d'identification, à condition que cette marque puisse être clairement identifiée à l'aide des documents d'accompagnement.

- **9. MÉTHODES D'ANALYSE E**

- **T D'ÉCHANTILLONNAGE**

- Voir textes pertinents du Codex concernant les méthodes d'analyse et d'échantillonnage.

Annexe3

Matériel utilisé



- Agitateur
- Appareil de Soxhlet
- Bain-marie
- Balance à précision
- Broyeur à épices
- Centrifugeuse
- Dessiccateur
- Distillateur
- Etuve
- Four à moufle
- Matras
- Minéralisateur
- Tamis

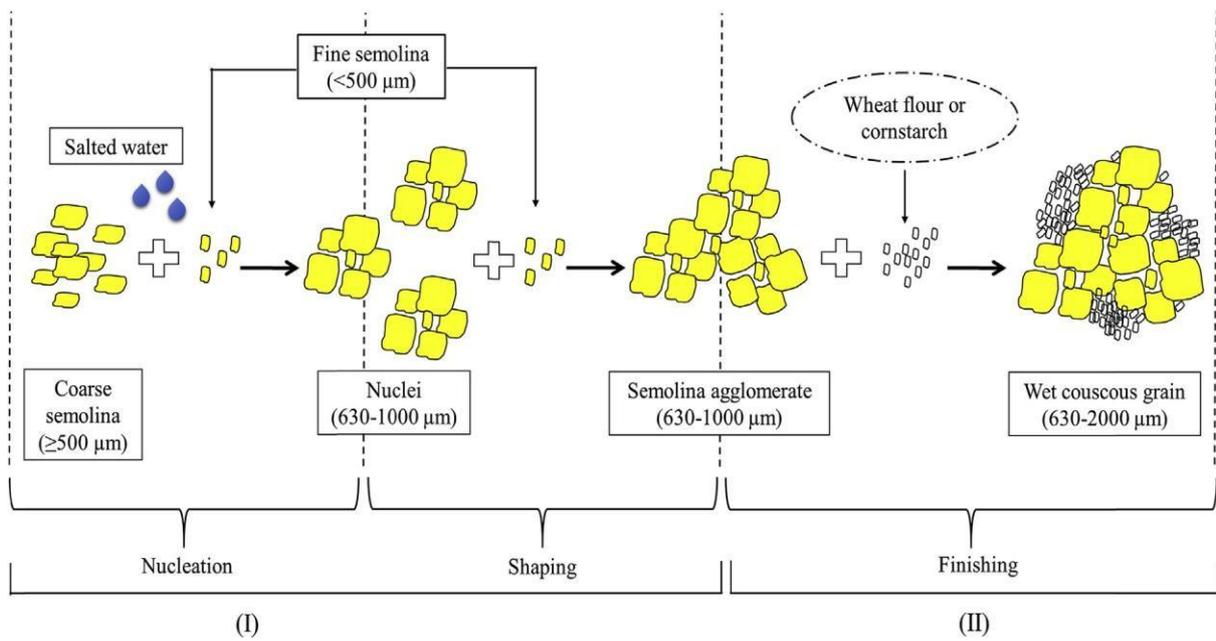
a) Réactifs

- Acide sulfurique
- Ethanol
- Hexane
- Hydroxyde de sodium
- Soude
- Sulfate de cuivre
- Sulfate de potassium

b) Verreries

- Becher 250 ml et 50 ml
- Fioles jaugé de 100 et 200 ml
- Ballon de 250 ml
- Erlen Meyer de 250 et 500 ml
- Pipettes de 0.1, de 10 et de 25 ml

Annexe4



- **Figure 1** : Schematic representation of the main steps contributing to couscous agglomeration from nucleation and shaping to finishing.

- I) fine semolina during wet agglomeration of coarse semolina
- II) wheat flour and cornstarch to improve shape and texture of couscous grains

Annexe 5



Figure 2: Tamiseuse



Figure 3: Tamis

Introduction



Conclusion générale



PARTIE 1:
Synthèse bibliographique



PARTIE 2:
Matériels et méthodes

A blue arrow-shaped box pointing to the right, containing the text 'PARTIE 3: Résultats et discussion'.

PARTIE 3:
Résultats et discussion



Références
bibliographiques



Annexes