

République Algérienne Démocratique Et Populaire
Ministère De L'enseignement Supérieure Et De La Recherche Scientifique
Université Blida 1



Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie
Département de Sciences alimentaire

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en

Spécialité : Agro-alimentaire et Contrôle de qualité

Filière : sciences alimentaire

Domaine : sciences de la nature et de la vie

**Etude d'élaboration d'un couscous par l'incorporation de la lavande
sauvage**

Présenté par : Mebrek Sara

Ould Mammar Roumaïssa

Devant les jurys :

Dr BENLEMANE. S
Mr AMALOU. D
Dr BOUGHERRA. F

MCB
MAA
MCA

U Blida 1
U Blida 1
U Blida 1

présidente
Examineur
Promoteur

2021 – 2022

Remerciements

Tout d'abord louange à ALLAH qui nous a guidé sur le droit chemin tout au long du travail et qui nous a inspiré les bons pas et nous a donné le courage et la patience pour pouvoir élaborer ce modeste travail de fin d'étude de master en ACQ

Nous voudrions adresser nos sincères remerciement à notre promoteur Mr. BOUGHERRA pour son aide inestimable et son soutien scientifique et moral tout au long du travail pour l'accomplissement de cette mémoire

A Dr BENLEMANE.S qui m'a fait l'honneur de présider le jury et Mr AMALOU. D d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.

Nos vifs remerciements à Mr. RAMDHANE S, pour sa gentillesse, ses aides, sa bienveillance et ses précieux conseils.

Aussi un grand remerciement aux enseignants de département Agro-alimentaire de l'université BLIDA1, de nous avoir transmis leurs savoirs le long de notre cycle universitaires.

Nous remercions aussi nos parents pour sa patience durant toutes ces années d'étude et à toute notre famille.

Ainsi qu'à toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

Je dédie ce travail

A Ma Chère mère

Chère mère j'avoue vraiment que tu été pour moi la lumière qui me guide mes routes et qui m'emmène aux chemins de la réussite.

A Mon Cher Père

Cher père, à qui je dois du respect, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance pour tout l'effort et soutien incessant qui m'a toujours apporté.

Mes Chères Sœur Amina et Manel

A Mon Cher Frère Amine

A Mon Cher fiancé Ibrahim

A toute ma famille et mes amies

A Ma Chère binôme Sara

A tous mes collègues de groupe M2 ACQ

ROUMAISSA

Dédicace

Avant toute dédicace je tiens à remercier « Allah » le tout puissant qui m'a donné le courage pour mener ce travail à terme

A l'homme de ma vie, pour ses efforts et ses sacrifices durant toute ma vie, ses encouragements et soutien pour me persévérer jusqu'à l'aboutissement de ce travail, à toi mon père (MOHAMMED).

A maman (HAMMAMTI FATIHA) pour son amour qu'elle m'a toujours accordé, en témoignage de ma reconnaissance envers sa confiance, ses sacrifices et sa tendresse.

A mes chers sœurs FATMA ZOHRA et YASMINE, NASSIMA, KHADIJA et AICHA.
Je leur souhaite une vie pleine de joie, de réussite, de bonheur et de la sérénité.

A mes neveux HICHEM, MOHAMMED, ANES que j'aime tant, je leur souhaite un avenir plein de joie et de réussite.

A mes beaux-frères RIYAD, MAROUANE, et ABDERAZEK et MOHAMMED merci d'être nombre de mon aimable famille.

A mes chères amies, Ibtissem, Zineb, Hafsa, Rayene, khouloud merci beaucoup pour leurs aides et supports dans les moments difficiles.

A ma chère binôme Roumaïssa que j'aime beaucoup, qui m'a accompagné tout au long de mon parcours universitaire, et nous avons passé de beaux moments ensemble.

SARA

Résumé

L'objectif principal de ce travail est la mise en valeur d'un produit de terroir, qui est le couscous à la lavande, consommé au niveau de la région de Métidja, par l'évaluation de sa qualité nutritionnelle, organoleptique et technologique.

Les analyses physicochimiques effectuées sur le couscous ont révélé les résultats suivants :

La poudre des fleurs de lavande conduit une augmentation de la teneur d'humidité (13.33%-14.04%), de taux de cendre (0.6%-1.5%), de la teneur en polyphénols totaux (18.2-224 mg EAG/100g MS), de la teneur en flavonoïdes (8.16-132 mg EQ /100g MS), et une diminution de la teneur en glucides totaux (63.7-12.46 g eq glucose /100g MS), des différents types de couscous élaborés.

Le couscous à 5% du taux d'incorporation était le couscous préféré pour l'ensemble des dégustateurs.

Mots clés : Produit de terroir, Couscous artisanal, la lavande, Elhamama, taux d'incorporation

الملخص

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو تطوير منتج محلي ، وهو الكسكس بالخزامي ، الذي يستهلك على مستوى منطقة متيجة من خلال تقييم جودته الغذائية والحسية والتكنولوجية.

أظهرت التحليلات الفيزيائية والكيميائية التي أجريت على الكسكس النتائج التالية :

يؤدي مسحوق زهرة اللافندر إلى زيادة محتوى الرطوبة (13.33%-14.04%) ، محتوى الرماد (0.6%-1.5%) ، إجمالي محتوى البولي فينول (18.2-224 ملغ مكافئ حمض الغاليك / 100 غ مادة جافة) ، محتوى الفلافونويد (8.16-132 ملغ /) ، وانخفاض في محتوى الكربوهيدرات الكلي (63.7-12.46 غ مكافئ غلوكوز /) مكافئ الكاتشين/100 غ مادة جافة . ، من أنواع مختلفة من الكسكس المعالج غ مادة جافة (100 كان الكسكس الذي اضيف له نسبة 5% من مسحوق اللافندر هو الكسكس المفضل لجميع المتذوقين.

الكلمات المفتاحية: منتج محلي ، كسكس حرفي ، خزامي ، الحماسة ، نسبة الاضافة

Abstract

The principal objective of this work is the valorisation of a local product, which is the couscous with lavender, consumed at the level of the region of Métidja, by the evaluation of its nutritional, organoleptic and technological quality.

The physicochemical analyses performed on the couscous revealed the following results: The powder of lavender flowers leads to an increase in moisture content (13.33%-14.04%), ash content (0.6%-1.5%), total polyphenols content (18.2-224 mg EAG/100g MS), flavonoids content (8.16-132 mg EQ/100gMS), and a decrease in total carbohydrates content (63.7-12.46 g eq glucose /100g MS), of the different types of couscous elaborated.

The couscous with 5% of incorporation rate was the preferred couscous for all tasters.

Key words: Local product, artisanal Couscous, lavender, Elhamama, incorporation rate.

Sommaire

| | |
|--------------------|---|
| INTRODUCTION | 1 |
|--------------------|---|

Synthèse bibliographique

Chapitre I : généralité sur le couscous

| | |
|--|----|
| 1.1 Historique | 3 |
| 1.2 Définition | 3 |
| 1.3 Ingrédients utilisées dans la fabrication du couscous | 3 |
| 1.3.1 Semoule | 3 |
| 1.3.1.1 Définition de la semoule | 3 |
| 1.3.1.2 Différents types de semoules | 4 |
| 1.3.1.3 La qualité de la semoule destinée à la fabrication du couscous | 4 |
| 1.3.2 Eau et sel | 5 |
| 1.4 Fabrication du couscous | 6 |
| 1.4.1 Procédé de fabrication de couscous artisanal | 6 |
| 1.5 Mécanisme d'agglomération de la semoule au cours du roulage | 8 |
| 1.6 Influence de la semoule sur la qualité du produit fini (couscous) | 12 |
| 1.7 Influence des conditions de l'hydratation sur la qualité du couscous | 12 |
| 1.8 Qualité du couscous | 13 |
| 1.8.1 Qualité nutritionnelle | 13 |
| 1.8.2 Qualité hygiénique..... | 14 |
| 1.8.3 Qualité organoleptique | 14 |
| 1.8.4 La qualité culinaire | 15 |

Chapitre II : *Lavandula stoechas*

| | |
|---|----|
| 2.1 Généralité | 18 |
| 2.1.1 Description de la famille des Labiées | 18 |
| 2.1.2 Le genre <i>Lavandula</i> | 18 |
| 2.1.3 Présentation et description de la <i>Lavandula Stoechas</i> | 18 |
| 2.1.3.1 La nomenclature | 18 |
| 2.1.3.2 Classification botanique | 19 |
| 2.1.3.3 Description botanique..... | 19 |
| 2.1.3.4 Répartition géographique | 21 |

| | | |
|-----------|--|----|
| 2.1.3.4.1 | Répartition géographique dans le monde | 21 |
| 2.1.3.4.2 | Répartition géographique en Algérie..... | 21 |
| 2.1.3.5 | Ecologie | 22 |
| 2.1.3.6 | Les composants photochimiques de <i>lavandula stoechas</i> .L..... | 23 |
| 2.1.3.7 | utilisation de <i>lavandula stoechas</i> | 23 |
| 2.1.3.7.1 | Parfumerie et cosmétologie | 23 |
| 2.1.3.7.2 | Utilisation culinaire | 24 |
| 2.1.3.7.3 | Utilisation en médecine traditionnelle..... | 24 |
| 2.1.3.8 | Propriétés pharmacologiques | 24 |
| 2.1.3.8.1 | Propriétés antibactérienne, antifongique | 25 |
| 2.1.3.8.2 | Propriété antioxydante | 25 |
| 2.1.3.8.3 | Propriété anxiolytique | 25 |
| 2.1.3.8.4 | Propriété anticonvulsivante | 25 |
| 2.1.3.8.5 | Propriété insecticide | 26 |
| 2.1.4 | Toxicité de la lavande | 26 |

Partie expérimentale

Chapitre I : Matériel et Méthodes

| | | |
|---------|---|----|
| 1.1 | Objectif et lieu de travail | 27 |
| 1.2 | Matériel d'étude | 27 |
| 1.2.1 | Matériel végétal | 27 |
| 1.2.1.1 | La lavande | 27 |
| 1.2.1.2 | Préparation de la plante | 28 |
| 1.3 | Fabrication de couscous artisanal | 29 |
| 1.3.1 | Matière première | 29 |
| 1.3.2 | Ingrédients | 29 |
| 1.3.3 | Les ustensiles | 30 |
| 1.3.4 | Procédé de fabrication de couscous traditionnel (témoin) | 32 |
| 1.3.5 | Procédé de fabrication de couscous artisanal enrichi en lavande | 33 |
| 1.4 | Analyses physico-chimique | 34 |
| 1.4.1 | Analyses effectuées sur la semoule | 34 |
| 1.4.1.1 | Teneur en eau | 34 |
| 1.4.1.2 | Taux de cendre | 35 |
| 1.4.1.3 | Granulométrie (taux d'affleurement) | 36 |
| 1.4.2 | Analyses effectuées sur le couscous | 36 |

| | | |
|---------|--|----|
| 1.4.2.1 | Teneur en eau (Taux d'Humidité) | 36 |
| 1.4.2.2 | Taux de cendre | 36 |
| 1.4.2.3 | Granulométrie | 37 |
| 1.4.2.4 | Dosage des glucides totaux | 37 |
| 1.4.2.5 | Dosage des composés phénoliques totaux | 37 |
| 1.4.2.6 | Dosage des flavonoïdes | 38 |
| 1.5 | Les analyses technologiques | 39 |
| 1.5.1 | Indice de gonflement | 39 |
| 1.5.2 | Test de cuisson | 39 |
| 1.5.3 | Test de dégustation | 40 |

Chapitre II : Résultats et discussion

| | | |
|---------|--|----|
| 2.1 | Analyses physico-chimiques | 41 |
| 2.1.1 | Analyses effectuées sur la semoule | 41 |
| 2.1.1.1 | Teneur en eau (Taux d'Humidité) | 41 |
| 2.1.1.2 | Taux de cendre | 41 |
| 2.1.1.3 | Granulométrie | 42 |
| 2.1.2 | Analyses effectuées sur les couscous élaborés | 43 |
| 2.1.2.1 | Teneur en eau | 43 |
| 2.1.2.2 | Taux de cendre | 44 |
| 2.1.2.3 | Granulométrie | 45 |
| 2.1.2.4 | Teneur en glucides totaux | 46 |
| 2.1.2.5 | Teneur en polyphénols totaux | 46 |
| 2.1.2.6 | Teneur en flavonoïdes | 47 |
| 2.2 | Appréciation de la qualité culinaire du couscous | 48 |
| 2.2.1 | Indice de gonflement | 48 |
| 2.2.2 | Test de cuisson | 49 |
| 2.2.3 | Test de dégustation | 49 |

CONCLUSION52

RÉFÉRENCE54

ANNEXE63

Liste des figures

| | | |
|--------------------|---|----|
| Figure 01 : | Diagramme de la fabrication du couscous artisanal | 08 |
| Figure 02 : | Représentation schématique des principales étapes contribuant à l'agglomération du couscous..... | 09 |
| Figure 03 : | Modèle mécanisme qui décrit les mécanismes physiques et physico-chimiques impliqués dans l'agglomération des poudres de blé | 10 |
| Figure 04 : | SEM microstructure des particules de la semoule de blé dur (A) des grains formés après hydratation et malaxage : nucléi (B, C), des agglomérats (D, E) et des pièces de pâte (F, G) | 11 |
| Figure 05 : | Diagramme de cuisson traditionnelle de couscous | 17 |
| Figure 06 : | tiges de <i>lavandula stoechas</i> | 20 |
| Figure 07 : | feuilles de <i>lavandula stoechas</i> | 20 |
| Figure 08 : | fleur de <i>lavandula stoechas</i> | 21 |
| Figure 09 : | La répartition géographique de <i>Lavandula stoechas</i> en bassin méditerranéen | 21 |
| Figure 10 : | Répartition géographiques de <i>Lavandula stoechas L.</i> en Algérie | 22 |
| Figure 11 : | <i>Lavandula stoechas</i> A/ Vue générale de la partie aérienne, B/ Fleurs (photos originale)..... | 27 |
| Figure 12 : | Les fleurs de <i>lavandula stoechas</i> lavées (Photo originale)..... | 28 |
| Figure 13 : | Les fleurs de <i>lavandula stoechas</i> séchées (Photo originale)..... | 28 |
| Figure 14 : | La poudre de <i>lavandula stoechas</i> (photo originale)..... | 29 |
| Figure 15 : | Guessâa en bois (photo originale)..... | 30 |
| Figure 16 : | Les tamis (photo originale)..... | 30 |
| Figure 17 : | Couscoussier (photo originale)..... | 31 |
| Figure 18 : | Différents types de coucous élaborés : Témoin (A), Couscous à 5%(B), Couscous à 10% (C), Couscous à 15% (D)..... | 40 |
| Figure 19 : | Granulométrie de la semoule de blé dur..... | 42 |
| Figure 20 : | La teneur en eau des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation..... | 43 |
| Figure 21 : | La teneur en cendres des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)..... | 44 |
| Figure 22 : | La granulométrie de différents types du couscous..... | 45 |
| Figure 23 : | La teneur en glucides totaux des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)..... | 46 |

| | | |
|--------------------|--|----|
| Figure 24 : | La teneur en polyphénols totaux des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)..... | 46 |
| Figure 25 : | La teneur en flavonoïde des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)..... | 47 |
| Figure 26 : | Indice de gonflement de différents types du couscous..... | 48 |
| Figure 27 : | Appréciation de la couleur de différents types du couscous..... | 50 |
| Figure 28 : | Appréciation du goût de différents types du couscous. | 50 |
| Figure 29 : | Appréciation de l'odeur de différents types du couscous. | 51 |

Liste des tableaux

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tableau 01 | La valeur nutritionnelle moyenne de couscous (pour 100 g) | 14 |
| Tableau 02 | Taxonomie de la lavande à toupet..... | 19 |
| Tableau 03 | Constituants photochimiques de Lavandula stoechas . Sur nature chimique de base..... | 23 |
| Tableau 04 | Résultat du taux d'humidité de la semoule de blé dur..... | 41 |
| Tableau 05 | Résultat du taux de cendre de la semoule de blé dur..... | 41 |
| Tableau 06 | Résultats de test de cuisson du couscous..... | 49 |

Glossaire

Anthrax : L'anthrax est le nom anglais de la « maladie du charbon », qui forme des sortes de gros abcès cutanés. Est une maladie importante chez l'animal domestique .

Anti-carcinogène : (également appelé agent carcinopreventif) est une substance qui en neutralise les effets d'un cancérogène ou inhibe le développement de cancer .

Antiseptique : qui détruit les microbes et empêche leur prolifération .

Anti-dépresseurs : sont des médicaments psychotropes utilisés notamment contre la dépression.

Antalgique : un antidouleur est un médicament qui cible et réduit la douleur.

Anti-infectieuse : un médicament préconisé dans le traitement des infections d'origine microbienne .

Cicatrisantes : Se dit d'un agent qui favorise la cicatrisation des plaies.

Digensives : qui facilite la digestion Béchique .

Gastralgies : Pluriel du mot gastralgie. Douleurs ressenties au niveau de l'estomac.

Otite: est une infection de l'oreille.

sédatif. Se dit d'une substance qui agit contre la douleur, l'anxiété, l'insomnie ou qui modère l'activité d'un organe.

Spasmolytique : médicament qui atténue ou supprime les spasmes.

Liste des abréviations

| | |
|-------------|---------------------------------|
| C % | taux de cendre |
| °C | Degré Celsius |
| DDPH | 1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl |
| EQ | Équivalent quercétine |
| GS | gluten sec |
| H | Humidité |
| HE | Huile essentielle |
| IG | indice de gonflement |
| mg | milli gramme |
| Min | Minut |
| MS | matière sec |
| NA | Norme Algérienne |
| NF | Norme Française |
| N m | nanomètre |
| PE | prise d'essai |
| Ph | potentiel hydrogène |
| SG | semoule Grosse |
| SOPI | société des pâtes industrielles |
| T | Temps de cuisson |

Introduction

Introduction

De par le monde, les consommateurs s'intéressent de plus en plus à la qualité spécifique des produits agricoles et alimentaires, et en particulier recherchent des produits typiques ou produits du terroir dont la qualité est liée à l'origine, au travers du savoir-faire et des ressources naturelles locales mobilisées (**Vandecandelaere et al, 2009**).

L'Algérie est un pays vaste avec une forte diversité culturelle et géographique. Ce qui se reflète bien par une mosaïque de territoires et de produits spécifiques de terroir, A l'instar des autres régions méditerranéennes notamment en zones rurales montagneuses et désertiques, la richesse et la qualité des produits de terroir sont grandes. La population associée à ces productions des savoirs particuliers, qui leurs donnent le statut de véritable patrimoine commun (**Laamara et Cheriet 2013**).

Parmi les produits de terroir on cite le couscous qui est le principal plat chez les familles algériennes surtout dans les régions du Nord (régions kabyles et rurales) (**Namoune et al., 2004**). Malgré l'actuelle diversification de l'alimentation, ce plat est coutumier et plus apprécié par la population rurale et urbaine du Maghreb et reste le plat des occasions et des fêtes (**Guezlane et al., 1986**). Le couscous constitue le symbole de l'identité alimentaire des populations du Maghreb. Il a réussi à conquérir la France (**Beji-Becheur, 2008**). Du fait de sa qualité culinaire et sa technologie particulière, il reste jusqu'ici apprécié par toutes les générations (**Yousfi, 2002**).

La possibilité d'obtenir un couscous à partir d'autres produits tels que les plantes médicinales reste une alternative intéressante dans le but de valoriser ce produit et d'améliorer la qualité du couscous obtenu. Etant donné que les plantes sont une source immense de molécules chimiques complexes exploités par l'homme dans plusieurs industries telle que l'industrie cosmétique, l'industrie agro – alimentaire et l'industrie pharmaceutique. L'histoire des peuples montre que ces plantes ont toujours occupé une place importante en médicinale dans la composition des parfums et dans les préparations culinaires (**Maan Bahadur et al., 2010**).

L'Algérie, de par sa situation géographique, offre une végétation riche et diverse. Un grand nombre de plantes aromatiques y pousse spontanément. A cet effet, nous nous sommes intéressés à l'une des espèces de la famille des Lamiacées qui est la Lavande (*Lavandula stoechas*).

La lavande présente une large aire de distribution avec des régions bioclimatiques différentes. Un nombre d'espèce limité ayant des caractéristiques écologiques et morphologiques variées. *Lavandula stoechas* communément appelé EL-HALHAL est une plante médicinale et

aromatique appartenant à la famille des Lamiacées. En région nord-centre l'Algérie, cette plante est utilisée sous forme du couscous appelé : EL-HAMAMA (**Baba Aissa 2011**).

L. stoechas est une plante tendre, à son extrémité une inflorescence terminée par un toupet de longues bractées violettes. Appréciée pour ses propriétés antimicrobiennes et anti-carcinogènes, sédatif, antidépresseur, antioxydant, anti-inflammatoire, expectorant, antispasmodique, désinfection des plaies, largement utilisée dans la préparation des parfums, des savons et en médecine traditionnelle (**Mohammedi et Atik. 2012**).

Les espèces de lavande sont d'une grande valeur marchande due à leur arôme plaisant. La matière végétale et son huile essentielle sont principalement utilisées en parfumerie, cosmétique et en industrie alimentaire. L'importance médicinale de la plante est bien documentée et les extraits préparés à partir de cette plante sont enregistrés dans beaucoup de pharmacopées (**Sultan et al., 2008**).

En effet, notre travail s'inscrit dans le contexte de la mise en valeur d'un produit de terroir, qui est le couscous à la lavande, consommé au niveau de la région de Métidja, par l'évaluation de sa qualité nutritionnelle, organoleptique et technologique.

Pour ce faire, nous avons envisagé d'organiser ce travail comme suit :

- ✓ La première partie, nous proposons une étude bibliographique visant à porter une étude générale sur les pâtes alimentaires (couscous).
- ✓ La deuxième partie : une présentation de la plante *Lavandula stoechas*.
- ✓ La troisième partie décrit le matériel et méthodes utilisées dans nos travaux.
- ✓ La quatrième partie comprend les résultats obtenus et leur discussion suivie d'une conclusion générale.

Synthèse

Bibliographique

Chapitre I
Généralités sur le
couscous

1.1 Historique :

C'est le symbole de l'identité alimentaire des populations du Maghreb, il est né dans la Numidie, la région des Berbères. Certains suggèrent que le couscous existe dans le Maghreb depuis le développement de la culture romaine du blé. Les différents écrits ont conclu que les Berbères utilisent depuis l'antiquité la cuisson à la vapeur et ils ont créé une nouvelle méthode de cuisson des céréales permettant de conserver les qualités nutritives. **(Hubert, 1995).**

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

1.2 Définition :

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.K et Assasl.A, 2013).**

Le couscous est le produit national de l'Algérie, c'est un produit composé de semoule de blé dur(*triticum durum*) à laquelle est ajoutée pour l'agglomérer, de l'eau potable et soumis à des traitements physiques (malaxage et roulage) et à des traitements thermiques (précuisson et séchage). Aucun autre ingrédient n'est ajouté sauf le sel, éventuellement présent dans l'eau d'hydratation utilisée pour l'agglomération de la semoule **(Afnor,1991).**

C'est un aliment constitué de protéines, fibres, glucides et vitamines B3, il est pauvre en lipides et en sodium **(Arkoun,2004).**

1.3 Ingrédients utilisées dans la fabrication du couscous :

1.3.1 Semoule

1.3.1.1 Définition de la semoule :

La semoule est définie par le **Codex Alimentarius (1995)** comme étant : "le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*triticum durum*) par un procédé de mouture au cours duquel le son et le germe sont essentiellement éliminés et le reste est broyé à un degré de finesse

adéquat. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés”.

Différents types de semoules :

La semoule est le produit noble de blé dur, obtenue par la mouture de ce dernier, lors de la mouture de blé dur, on peut avoir plusieurs types de semoules qui sont classées comme suit :

- ✓ **Semoule supérieure fine** : dont les dimensions des particules sont comprises entre 150µm et 500µm, elle est utilisée pour la fabrication des pâtes alimentaires.
- ✓ **Semoule supérieure moyenne** : comprise entre 500µm et 800µm destinée à la fabrication du couscous artisanal et industriel, de galette et du gâteau.
- ✓ **Semoule SG** : de granulation supérieure à 800µm, elle est destinée à la fabrication du couscous de type “gros” ou de gâteau (**Bailly,1985**).

1.3.1.2 La qualité de la semoule destinée à la fabrication du couscous :

La semoule destinée à la fabrication du couscous doit posséder certaines caractéristiques afin de faciliter le processus de fabrication d’une part de répondre aux exigences du consommateur d’autre part.

Selon **Kellou (2008)**, toutes les entreprises transformatrices du blé en Algérie déclarent que :

❖ L’indice de coloration jaune :

Est le premier critère de sélection et revêt une grande importance pour l'utilisateur (consommateur) ; ils ont démontré par l'expérience et le savoir-faire du consommateur ; plus la semoule est jaune et dorée plus sa qualité gustative et la couleur des produits finaux seront meilleures.

❖ Le taux de gluten :

Est le 2ème critère en termes d’importance lors de l’achat des semoules. En effet, plus la semoule a une forte teneur en gluten plus la qualité des produits finaux sera meilleur notamment dans la fabrication des pains traditionnels Algériens. Selon (**feillet,2000**) on peut classer les semoules en trois catégories en fonction de leur teneur en gluten sec :

- **Semoules à GS < 11%** : ce sont des semoules insuffisantes qui donnent des pâtes ayant une faible résistance à la cuisson.

- **Semoules à 11% < GS < 15% :** ce sont des semoules satisfaisantes, possèdent une bonne valeur plastifiante. La GS se situe entre 12% et 13%.
- **Semoules à GS > 15% :** ce sont des semoules améliorantes, elles sont caractérisées par une couleur jaune foncé, et un temps de cuisson élevé, ce type de semoules est généralement coupé avec des semoules insuffisantes.

❖ **La teneur en cendre :**

Est le 3ème critère, qui est un indicateur de la qualité semoulière, c'est-à-dire le poids de semoule rapportés au poids du blé mis en œuvre.

En meunerie, la teneur en matières minérales varie dans le même sens que le taux d'extraction des semoules. La teneur en cendres de l'amande est d'environ 10 fois plus faible que celle des enveloppes, donc la teneur en cendres d'une semoule ne peut réellement servir de critère de sa pureté que dans la mesure où elle peut être ramenée à celle du grain entier par la détermination du rapport R (teneur en cendres des semoules / teneur en cendres des blés) et qui doit être inférieur à 0.5% (**Messaadi et Samai,2016**).

❖ **La teneur en eau :**

Les semoules destinées à la fabrication des pâtes alimentaires doivent avoir une teneur en eau 14 à 15%, les semoules ayant des teneurs en eau élevés donneraient des pâtes alimentaires auraient la tendance de coller et seront caractérisées par l'écoulement et les semoules possèdent des teneurs en eau faible n'absorberaient pas l'eau facilement lors de la presse (**Godon,1998**).

1.3.2 Eau et sel :

L'eau de procès doit satisfaire les exigences d'une bonne qualité chimique, microbiologique et organoleptique.

La qualité physico-chimique des eaux de fabrication industrielle :

A l'exception des eaux ayant subi un traitement thermique pour la production d'eau chaude. La température ne doit dépasser 25 C°.

Le pH doit être supérieure ou égal à 6.5 unités pH et inférieur ou égal à 9 unités pH. Pour les substances suivantes, les valeurs des concentrations doivent être inférieures ou égales aux valeurs indiqués ci-après :

- ✓ Chlorures.....200 mg/L (cl)
- ✓ Sulfates.....250mg/L (SO4)

- ✓ Magnésium.....50mg/L (MG)
- ✓ Sodium.....150mg/L (Na)
- ✓ Potassium.....12mg/L (K)
- ✓ Aluminium.....0.2mg/L (Al)

- La quantité de résidus secs, après dessiccation à 180 C° doit inférieure ou égale à 1500mg/L (Vierling,1998).

1.4 Fabrication du couscous :

La fabrication du couscous est une activité ancienne en Algérie. Elle se caractérise par une production manuelle extensive (Yousfi, 2002). En effet, les familles rurales algériennes veulent préparer leur propre couscous. Cependant, le couscous industriel est de plus en plus consommé dans les grandes villes et les ménages où les femmes travaillent.

1.4.1 Procédé de fabrication de couscous artisanal :

Le processus de fabrication du couscous artisanal diffère d'une région à une autre. Cependant les principales étapes de fabrication sont les mêmes :

- **Malaxage :**

La semoule est arrosée d'un peu d'eau, frottée avec les mains, puis séchée avec de la semoule fine. Cette opération est répétée jusqu'à l'obtention du diamètre souhaité (Benatallah et al, 2006).

Le degré d'hydratation de la semoule et la durée du mélange peut affecter la qualité de la cuisson et le rendement du couscous et facilitent l'opération de roulage.

- **Roulage :**

Une fois l'opération de mélange terminée, roulez le couscous obtenu d'avant en arrière avec la paume de la main pour assurer un bon mélange et favoriser l'absorption de l'humidité. Continuer à rouler tout en ajoutant la semoule à grains fins jusqu'à ce que la semoule soit agglomérée en grosses particules uniformes de forme régulière.

Selon (Yettou, 1998), le roulage est l'opération de mise en forme du couscous par agglomération de particules de semoule hydratée.

- **Tamisage :**

Pour assurer l'homogénéité du couscous, deux tamisages sont effectués :

- Le premier tamisage vise à éliminer les gros grumeaux qui sont formés au moment de l'agglomération.
- Le second tamisage élimine les particules fines de semoule qui ne sont pas agglomérées et qui sont recyclées. Le taux de grumeaux dépend de la granulométrie de la semoule utilisée (Yousfi, 2002).

- **Cuisson à la vapeur (Précuisson) :**

Le couscous ainsi tamisé est mis dans un couscoussier en deux parties. Un récipient inférieur d'eau bouillante, au-dessus duquel se trouve un autre récipient (couscous de 13 cm d'épaisseur) percé de trous pour laisser passer la vapeur et dans lequel placer le produit à cuire. Le temps nécessaire à la précuisson est égal à 10 minutes.

Selon (Guezlen, 1993), la précuisson est le traitement hydrothermique obligatoire du couscous après sa mise en forme afin de gélatiser l'amidon (valeur nutritive) et d'éviter l'agglomération des particules de couscous lors de la cuisson.

- **Séchage :**

Le séchage consiste à réduire le taux d'humidité (30%) du couscous précuit à 12-15% en fin de séchage pour stabiliser le produit fini et assurer une meilleure conservation, étaler le couscous sur un fil propre, à température ambiante sous, poussière -étanche pendant 2 à 3 jours.

En général, le temps de séchage est fonction de la température ambiante et de l'humidité relative.

A l'issue de la phase de séchage, le produit final obtenu est appelé "couscous sec", qui est conditionné dans des sacs en tissu et conservé dans un endroit sec à température ambiante. Pour prolonger la durée de conservation ou améliorer les qualités organoleptiques du couscous, les ménagères ajoutent d'autres ingrédients au couscous sec, comme des poivrons noirs ou rouges et des feuilles de laurier (Chemache, L et al,2018).

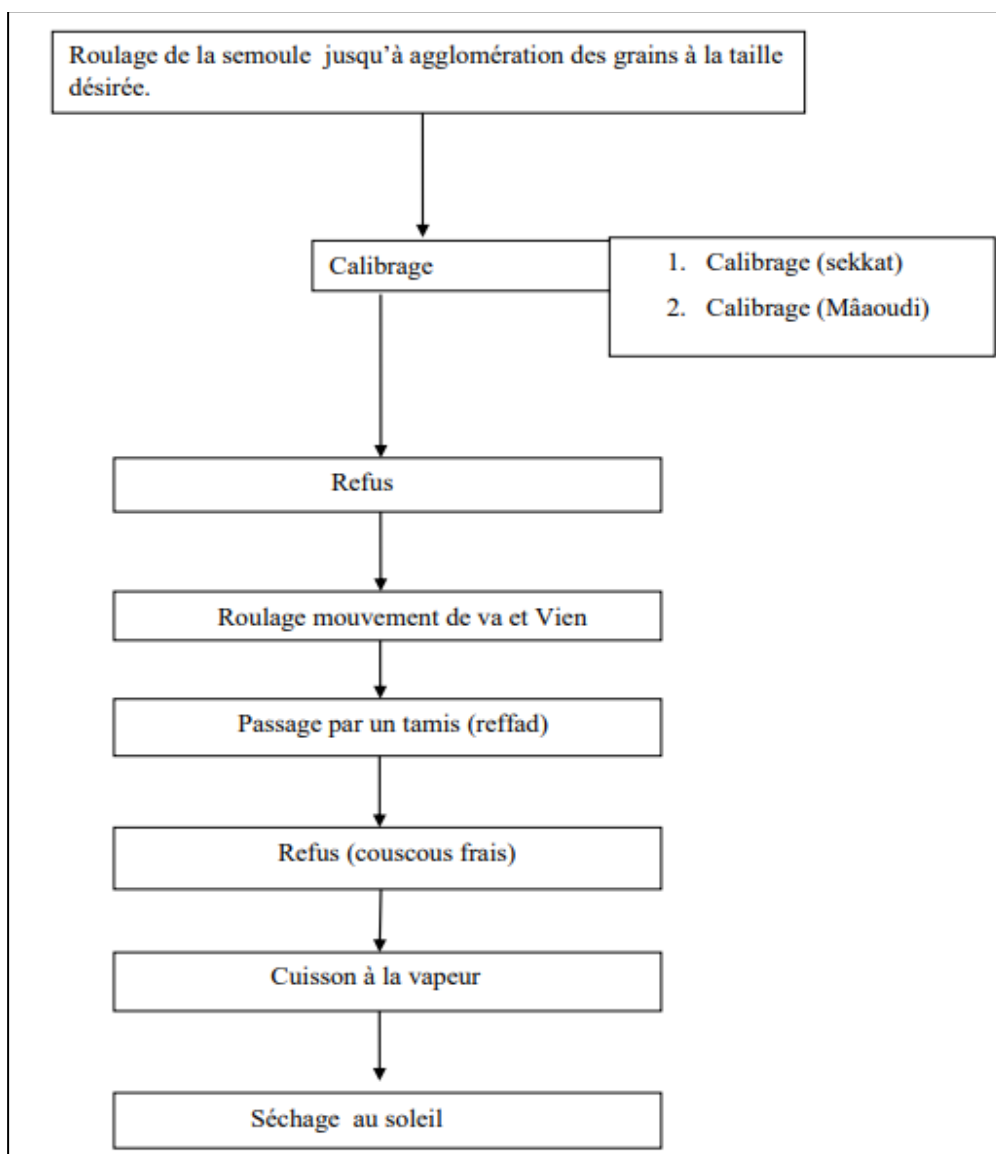


Figure n°1 : Diagramme de la fabrication du couscous artisanal (Anonyme,2001)

1.5 Mécanisme d'agglomération de la semoule au cours du roulage :

La première étape de la fabrication du couscous est le mouillage/mélange, qui a un impact majeur sur la qualité finale (taille et texture) du couscous. Du fait de la réactivité de la surface (gonflement, dissolution des composants et formation de réseaux macromoléculaires dus aux interactions protéiques), il existe peu d'études sur l'agglomération de farine de blé dur (Saad et al., 2010).

Le procédé d'agglomération par voie humide est basé sur le couplage des trois opérations unitaires. L'ajout du liquide qui provoque d'abord des forces d'adhésion entre les particules. Le mélange de la masse de poudre qui disperse le liquide sur les particules et favorise la croissance

des agglomérats. Opération finale de séchage nécessaire pour stabiliser les agglomérats (**Hafsa et al., 2015**).

L'agglomération de poudres alimentaires implique des changements irréversibles aux particules, et la contribution des forces visqueuses pour stabiliser les agglomérats. Les poudres alimentaires réagissent lorsqu'ils sont soumis à une augmentation de la teneur en eau et l'activité de l'eau, et/ou à des températures croissantes, et leurs molécules subissent des transformations physico-chimiques irréversibles (**Cuq et al., 2013**).

Lors de l'agglomération, les particules de la semoule natives sont rassemblées pour former des agglomérats. La connaissance de l'agglomération de la semoule de blé dur reste encore partielle, bien que des travaux scientifiques importants ont été réalisés au cours de ces dernières années (**Saad et al., 2010 ; Saad et al., 2011 ; Barkouti, 2012 ; Cuq et al., 2013 ; Hafsa et al., 2015 ; Rondet et al., 2016**) et des modèles ont été proposés pour décrire les mécanismes d'agglomération. Selon **Saad et al. (2011)**, lorsque la semoule de blé dur a été mélangée avec suffisamment d'eau, des changements significatifs dans la distribution granulométrique et dans les caractéristiques du grain se sont produites.

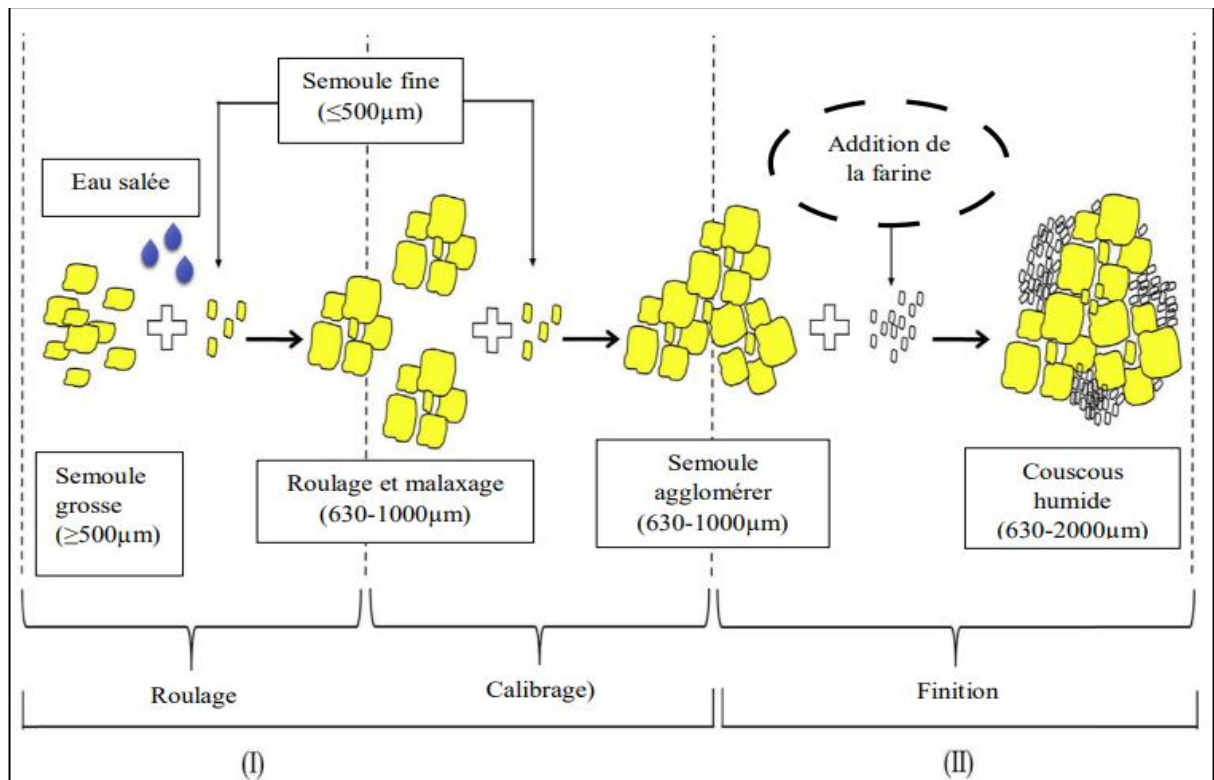


Figure n°2 : Représentation schématique des principales étapes contribuant à l'agglomération du couscous (**Chemache, L et.2018**)

Hafsa et al. (2015) ont proposé un modèle fonctionnel capable de décrire l'impact des paramètres du procédé sur les mécanismes physico-chimiques impliqués pendant l'agglomération (figure 4). A partir de la poudre native, le mélange des particules et l'addition d'eau initient les mécanismes de nucléation et de croissance qui conduisent à la formation des agglomérats humides. Le traitement à la vapeur induit de grands changements physico-chimiques qui contribuent à renforcer les agglomérats et à contrôler leurs propriétés finales. La diminution rapide de la teneur en eau pendant l'étape de séchage ne permet pas les mécanismes physico-chimiques de se produire de façon significative.

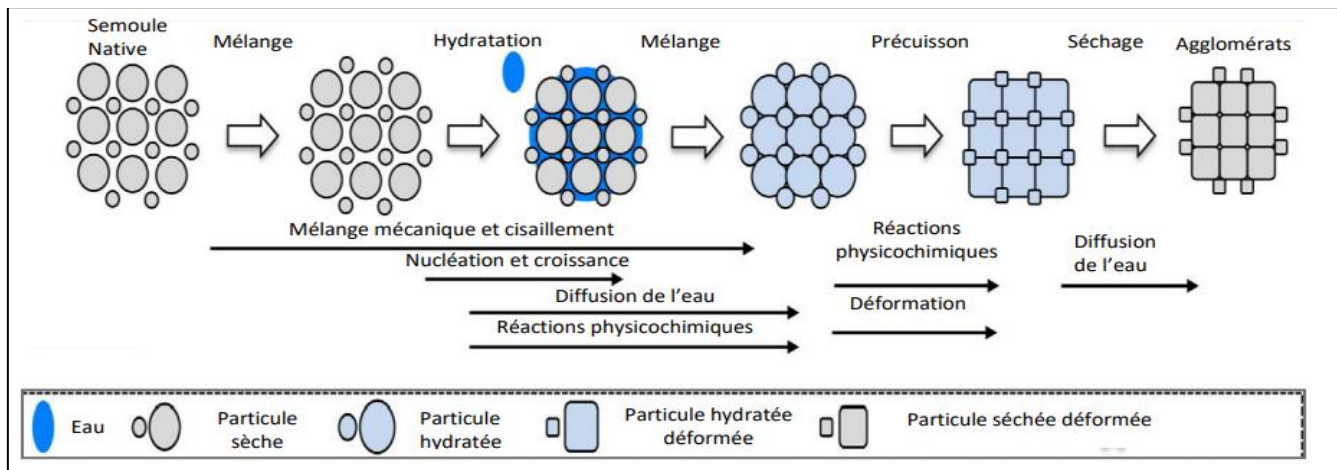


Figure n°3 : Modèle mécaniste qui décrit les mécanismes physiques et physico-chimiques impliqués dans l'agglomération des poudres de blé (**Hafsa et al., 2015**)

Pour agglomérer les particules initiales de semoule de blé dur, des quantités spécifiques d'eau et d'énergie mécanique sont nécessaires pour former des agglomérats de la bonne taille, avec suffisamment d'interaction entre les particules de la semoule pour obtenir des structures stables (**Saad et al., 2011**). Ces auteurs ont observé la microstructure des particules formées aux différents stades d'agglomération de la semoule de blé dur au cours de la mise en forme du couscous. Ils ont identifié 4 types de grains qui ont été générés dans des conditions spécifiques de niveaux d'eau (figure 4).

- Des particules de petite taille (figure 4 (A)) ont été principalement observées à des niveaux d'hydratation faible (0,15 - 0,25 g d'eau/g de matière sèche). Ces petites particules sont des particules de semoule de blé dur natives qui ne sont pas encore en contact avec l'eau pendant l'étape de l'hydratation/mélange.

- Certains grains aux diamètres près de 0,6-1mm (figure 4 (B)) ont été observées au niveau d'hydratation compris entre 0,25 et 0,40 (g d'eau/g de matière sèche). Ces grains semblent résulter de l'association n de plusieurs particules de semoule natives avec des gouttelettes d'eau pendant l'étape de l'hydratation, Ces gros grains peuvent être considérés comme les nucléi Il est

encore possible d'observer la forme native des particules de semoule à la surface du nucléi (figure 4 (B)). Sur la figure (C), qui est un zoom de la figure 4 (B), on peut observer que les structures du nucléi sont formées à partir de l'adhésion des particules de la semoule native.

- Certains gros grains irréguliers avec diamètre apparent près de 1-3mm ont été observés à des niveaux d'hydratation compris entre 0,40 et 0,55 (g d'eau/g de matière sèche). Ces gros grains irréguliers, appelés agglomérats, semblent être formés par l'association de plusieurs nucléi selon le mécanisme de coalescence (figure4 (D) et (E)). La stabilité des agglomérats est assurée par les ponts capillaires comme c'est le cas du nucléi et par les interactions biochimiques dues au large changement dans la microstructure des particules de la semoule.

- De très gros grains ayant un diamètre apparent supérieur à celui 4-6mm ont été observés à un taux d'hydratation supérieure à 0,55 (g d'eau/g de matière sèche) (figure 4 (F)). Ces très gros grains sont appelés pièces de pâte. La structure interne des pièces de pâte semble être formée d'une structure continue de pâte dont il est impossible d'identifier les particules natives de la semoule (figure 4 (G)).

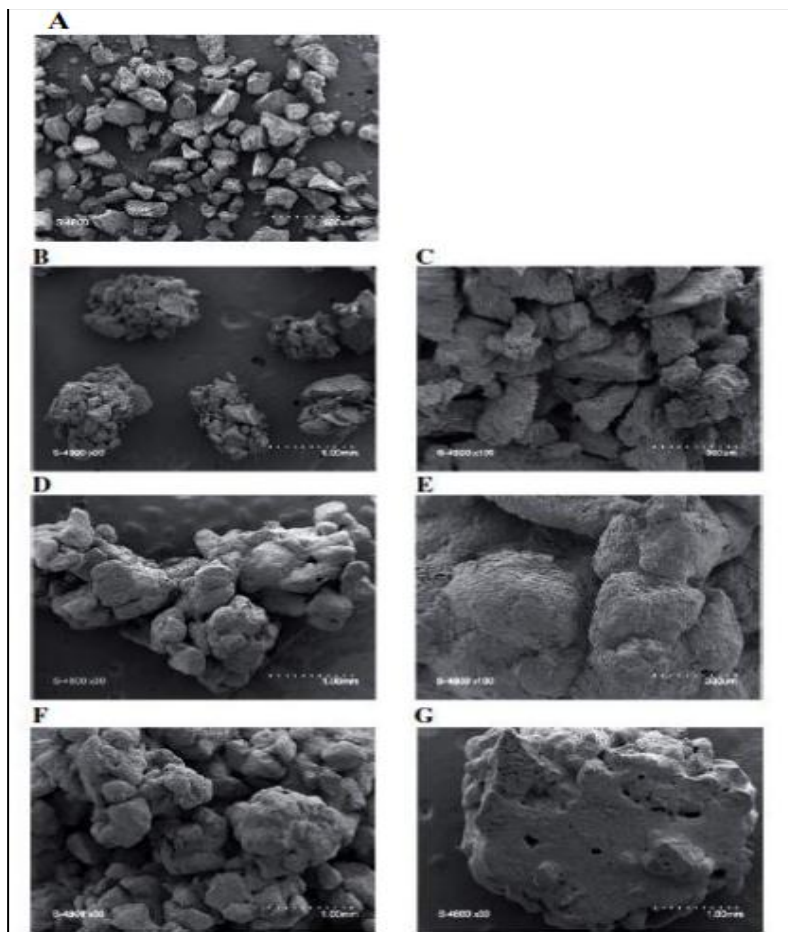


Figure n°4 : SEM microstructure des particules de la semoule de blé dur (A) des grains formés après hydratation et malaxage : nucléi (B, C), des agglomérats (D, E) et des pièces de pâte (F, G) (Saad et al., 2011)

1.6 Influence de la semoule sur la qualité du produit fini (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**).

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

De plus, (**Debbouz et al., 1994**), ont observé des rendements de couscous plus élevés dans les variétés de blé à fort gluten que dans les variétés de blé à faible gluten.

Le degré de purification de la semoule, évalué par sa teneur en minéraux, exerce un effet significatif sur le brunissement des pâtes et du couscous : plus la semoule est contaminée par les parties externes du grain, plus les pâtes correspondantes sont brunes et ternes (**Feillet et al,2000**).

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**).

L'aspect collant du couscous est fortement lié à la quantité de composants solubles dans l'amidon et à leur degré de ramification, qui doivent être les produits de l'hydrolyse enzymatique de l'amylopectine naturelle pendant la production du couscous (**Aboubacar et Hamaker,2000**).

1.7 Influence des conditions de l'hydratation sur la qualité du couscous

▪ Influence du taux d'hydratation

Une augmentation du taux d'hydratation a un impact sur les propriétés du produit fini. Des recherches ont montré que le taux d'hydratation affecte la qualité du couscous sec ainsi que la qualité culinaire. Selon (**Aluka et al.1985**) et (**Guezlane ,1993**) un taux d'hydratation suffisamment élevé et un malaxage de longue durée sont recommandés.

Le paramètre le plus d'impact sur le rendement de l'opération de roulage est le taux d'hydratation des semoules (**Aluka et al., 1985 ; Guezlane, 1993 ; Debbouz et al., 1994 ; Dahoun-Lefkir, 2005**). En effet, une hydratation insuffisante réduira considérablement la vitesse de roulage au profit des fractions fines. En revanche, une augmentation de taux d'hydratation de la semoule engendre sans doute une augmentation sensiblement égale des fractions moyennes et grosses (**Guezlane, 1993**). De même **Saad et al. (2011) et Barkouti et al. (2012)** ont indiqué que l'augmentation du taux d'hydratation induit une croissance significative des plus grosses particules.

Selon **Bar (2001)**, la couleur d'une pâte est principalement causée par deux propriétés du blé dur utilisé : son potentiel en pigments caroténoïdes et son activité enzymatique, qui peut entraîner au cours, de la pastification, des modifications de l'indice de jaune et une augmentation de l'indice de brun. Le taux d'hydratation élevé a un effet nuisible sur la couleur des couscous. En effet, l'indice de brun augmente avec l'augmentation du taux d'hydratation, tandis que l'indice de jaune diminue (**Guezlane, 1993 ; Rondet et al., 2016**). L'augmentation du taux d'hydratation favorise les réactions d'oxydation enzymatique impliquant les peroxydases et des polyphénols-oxydases de la semoule (**Guezlane, 1993**). Concernant la qualité culinaire, plusieurs auteurs ont noté que l'indice de gonflement du couscous augmente nettement avec l'augmentation du taux d'hydratation des semoules (**Aluka et al., 1985 ; Guezlane, 1993**). **Aluka et al. (1985)** ont constaté que la délitescence diminue avec l'accroissement du taux d'hydratation. Selon **Guezlane (1993)**, l'augmentation du taux d'hydratation a tendance à augmenter le collant des produits finis. D'après **Hafsa et al. (2015)**, les indices de solubilité dans l'eau des produits obtenus après le procédé d'agglomération sont plus élevés que ceux de la semoule native.

- **Influence de la température**

Il est connu chez les ménagères que le roulage du couscous avec de l'eau froide aide à rouler et augmenter le rendement. Or, dans la pratique l'eau utilisée dans la fabrication du couscous est à la température ambiante. Tandis que, pour la fabrication des pâtes alimentaires on utilise l'eau à 40°C. L'influence de la température de l'eau d'hydratation sur la qualité du couscous est très mal connue. Les seuls travaux qui existent sur cet aspect sont ceux de (**Dahoun-Lefkir ,2005**). Selon cet auteur, la réduction de la température de l'eau d'hydratation a eu un effet bénéfique sur les rendements en couscous car elle favorise la formation des grains de couscous est facilite le roulage. L'eau à basse température produit un couscous de granulométrie élevée et homogène. Par contre, la coloration du couscous est améliorée en utilisant de l'eau bouillante.

Les produits roulés avec de l'eau froide présentent une meilleure qualité culinaire. En effet, lorsque la température de l'eau d'hydratation diminue le gonflement des couscous augmente et le collant et les indices de solubilité diminuent (**Dahoun-Lefkir,2005**).

1.8 Qualité du couscous :

1.8.1 Qualité nutritionnelle :

(Selon le **Codex Alimentarius**), c'est la valeur nutritive du produit.

La qualité nutritionnelle d'un aliment dépend de ses propriétés propres, c'est-à-dire de sa composition, mais aussi des conditions dans lesquelles il est préparé et consommé (**Derouiche, 2003**). De plus, le couscous fournit une part importante de l'apport énergétique alimentaire (350 kcal/100g dm) en raison de sa forte teneur en glucides (**Dagher, 1991**)

Tableau 01 : La valeur nutritionnelle moyenne de couscous (pour 100 g) (**Boudaoud. S, 2016**).

| Valeurs nutritionnelles | Quantité |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Valeur énergétique | 350 Kcals |
| Glucides Dont sucres | 65 à 75g 0.7 à 2.7g |
| Protéines | 12.5 à 13.5g |
| Lipides Dont acide gras sature | 1.5 à 3.5g 0.44 à 0.64g |
| Fibre | 7 à 9g |
| Teneur en eau | < 13.5% |
| Sel | < 0.05g |

1.8.2 Qualité hygiénique

Habituellement, seules les bactéries saprophytes, dont la présence ne présente aucun danger, se développeront dans le couscous. Cependant, dans quelques cas isolés, des micro-organismes pathogènes tels que Staphylococcus et Salmonella ont été détectés (**Feillet, 2000**).

1.8.3 Qualité organoleptique :

(Qualité sensorielle selon le **Codex Alimentarius**) : couleur, forme, goût. 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 (**Guezlane, 1993**).

La qualité organoleptique du couscous regroupe la qualité commerciale et la qualité culinaire (**Guezlane, 1993**) :

- La qualité commerciale liée à l'aspect du couscous (couleur, granulométrie, forme des particules, etc.) (**Guezlane, 1993**). On peut étudier trois (03) paramètres :

❖ **Couleur du couscous**

La couleur de la pâte souhaitée est jaune. Cette coloration est due aux caroténoïdes présents naturellement dans le blé dur.

❖ **Granulométrie des particules**

La granulométrie de couscous doit être uniforme, que ce soit pour le couscous gros ou fin car le consommateur attache une grande importance à la régularité et à l'homogénéité de la taille du grain du couscous (**Norme Codex 202-1995**).

❖ **Les piqûres**

La présence des piqûres de sons dans les semoules apparaît sous forme de taches brunes sur les grains de couscous et l'existence des piqûres blanches sur les grains de couscous est due à une mauvaise hydratation ou à l'utilisation des semoules mitadinées affectent l'aspect de sire de couscous.

❖ **Masse volumique de couscous**

Les valeurs de la masse volumique s'étendent entre 0,60 g/cm³ pour le couscous artisanal, et 0,79 g/cm³ 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**).

❖ **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 clair.

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

1.8.4 La qualité culinaire :

La qualité culinaire d'un produit alimentaire correspond au comportement de l'aliment pendant et après sa cuisson (**YETTOU, 1998**). Par ailleurs, selon le même auteur, la cuisson des produits céréaliers a pour but de gélatiser l'amidon pour le rendre hydrophile, de modifier l'aspect textural des produits de manière à leur conférer les caractéristiques souhaitées et d'élever la température des produits.

La notion de cuisson de couscous regroupe quatre paramètres à savoir :

- Le temps de cuisson ;
- Le gonflement (l'absorption de l'eau) ;

- Le collant ;
- Perte de matière dans l'eau de cuisson.

❖ **Le temps de cuisson**

C'est le temps nécessaire pour que la vapeur d'eau traverse les particules de couscous, et atteigne la couche intérieure du produit.

❖ **Le gonflement**

On a aussi l'absorption d'eau : c'est la quantité d'eau absorbée par le couscous après cuisson. Le gonflement du couscous dépend du temps de cuisson appliqué, de la quantité d'eau ajoutée et de la dimension des granules de couscous et la quantité de gluten.

❖ **Le collant**

L'état de surface de produit dépend surtout de la teneur en protéine des semoules livrées et de l'opération de roulage.

Un grain lisse et bien serré colle moins qu'un grain lâche et rugueux.

Le problème majeur qui se pose actuellement pour l'industrie du couscous précuit est la remontée du collant, qui s'explique par la qualité des lipides complexes limitée dans la semoule, ce qui va favoriser la diffusion et la solubilisation de l'amidon dans la masse de grain de couscous, d'où l'augmentation de collant.

❖ **Perte de la matière première**

Un bon couscous ne se délite pas lorsqu'on lui ajoute de la sauce bouillante, Plus la perte en matière sèche est élevée, moins bonne sera sa qualité culinaire.

Les pertes à la cuisson, nous renseignons sur le degré de désagrégation du couscous (**Feillet, 2000**)

Un couscous de la bonne qualité doit répondre à quelques critères clés : à l'état sec, il doit être de granulométrie régulière et homogène ; à l'état cuit, le couscous doit présenter une capacité importante des grains à s'agglomérer, une légèreté et une versatilité ainsi qu'une bonne capacité d'hydrations (**Anonyme, 2005**)

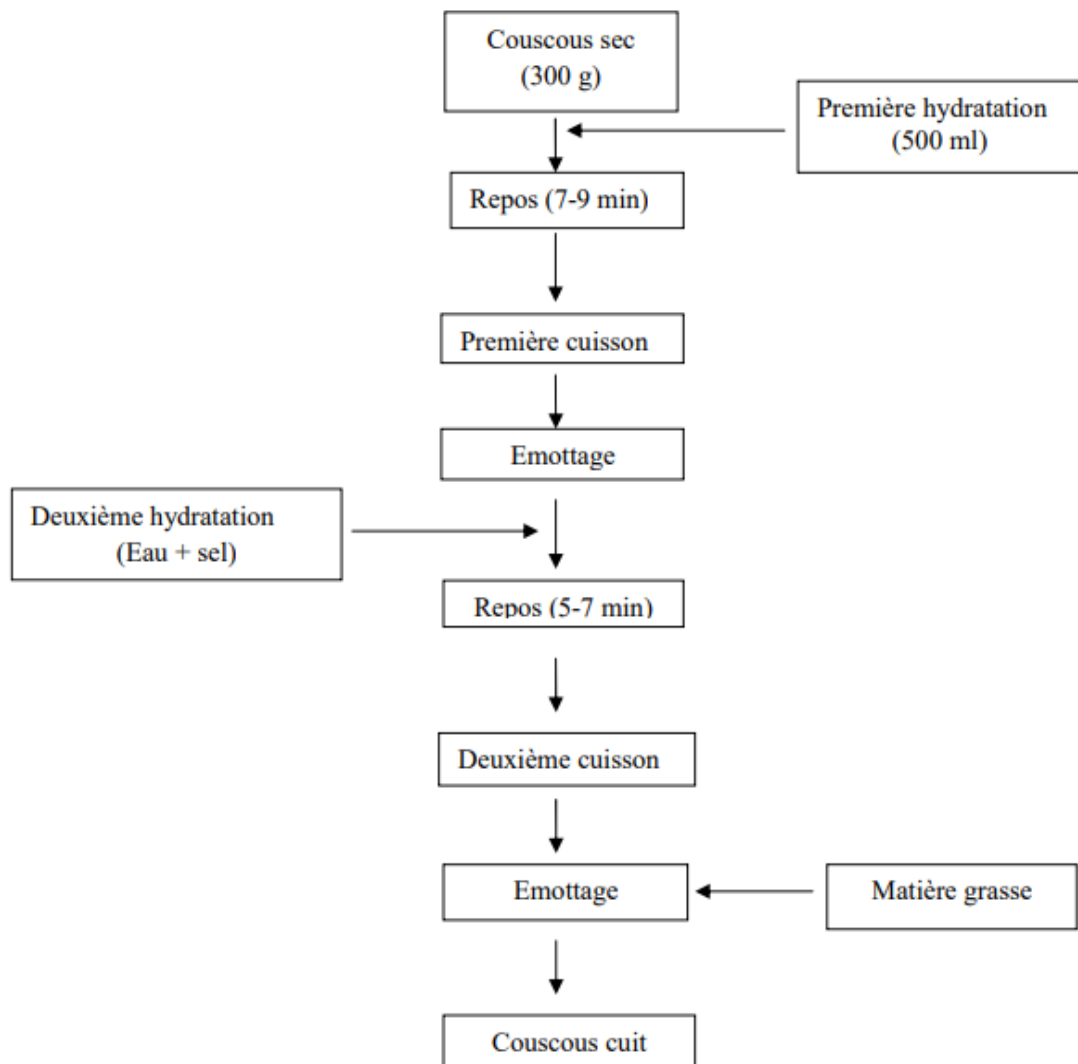


Figure n° 5 : Diagramme de cuisson traditionnelle de couscous (Derouiche, 2003)

Chapitre II

Lavandula Stoechas

2.1 Généralité :

2.1.1 Description de la famille des Labiées :

La famille des Labiées est une très grande famille de plantes aromatiques, connue pour sa diversité et ses propriétés médicinales. Elle comprend plusieurs herbes aromatiques représentées par plus de 236 genres et 7172 espèces, qui sont utilisés depuis l'antiquité en art culinaire, en parfumerie, et en thérapeutique (**Hussain, 2004**).

Caractérisées par leurs arômes, les labiées sont très riches en huiles essentielles ces dernières sont synthétisées pratiquement par toutes les parties des plantes, feuilles, tiges, fleurs,...etc. Elles contiennent des précieux réservoirs de composés chimiques multiples ayant une activité biologique différente selon leurs compositions structurales. Par conséquent, les huiles essentielles de cette famille possèdent plusieurs propriétés pharmacologiques : anti-infectieuses, antispasmodiques, antalgiques, toniques, digestives, cicatrisantes...etc (**Baikkalia et al, 2008**).

Les genres les plus cités dans la littérature sont : le genre *Lavandula* avec les lavandes, le genre *Mentha* avec les menthes, le genre *Rosmarinus* avec le romarin, le genre *Salvia* avec la sauge et le genre *Thymus* avec le thym (**Hussain, 2004**).

Pour le cadre de notre étude, nous nous intéressons au genre *Lavandula*.

2.1.2 Le genre *Lavandula*

Le nom *Lavandula* vient du latin *lavare* qui signifie "laver". La lavande était ainsi nommée par les Romains car ils parfumaient leurs bains avec cette plante (**Chu et Kemper, 2001**).

Le genre *Lavandula* se compose d'environ 28 espèces qui sont réparties en quatre principales catégories: *Lavandula latifolia* ; *Lavandula angustifolia*; *Lavandula X intermedia* (qui est un croisement de deux espèces *L. latifolia* et *L. Angustifolia*) et *Lavandula stoechas* (**Upson et Grayer, 2000**).

2.1.3 Présentation et description de la *Lavandula Stoechas*

2.1.3.1 la Nomenclature :

Le nom vient du latin *lavare* qui signifie laver. *Stoechas* est le nom donné par le botaniste grec Pedanius Dioscoride (40-90 après J.-C.) à une lavande qui poussait sur les îles d'Hyères, appelées à l'époque les Stoechades. (**Beniston, 1984**).

Noms vernaculaires de *Lavandula stoechas* selon (Bellakhdar et al., 1997) :

Arabe : *Halhal, Astuhudus, Meharga.*

Berbère : *Amezzir, Timerza, Imezzir.*

Anglais : *Spanish lavender* (in America), *lavender* (in Europe), *Italian lavender, top lavender*

Français : *lavande stoechade, lavande papillon, lavande stéchas, lavande à toupet.*

2.1.3.2 Classification botanique :

La classification botanique de l'espèce *L. stoechas* est la suivante :

Tableau n° 2: Taxonomie de la lavande à toupet (Upson et Andrews, 2004)

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| Règne | Plantae |
| Sous règne | Plantes vasculaires |
| Embranchement | <i>Spermaphytes</i> |
| Sous embranchement | <i>Angiospermes</i> |
| Classe | <i>Décotylédones</i> |
| Sous classe | <i>Dialypétales</i> |
| Ordre | <i>Lamiales</i> |
| Famille | <i>Lamiaceae</i> |
| Sous famille | <i>Nepetoideae</i> |
| Genre | <i>Lavandula</i> |
| Espèce | <i>Lavandula stoechas</i> |

I

2.1.3.3 Description botanique

La lavande papillon se présente sous forme d'un arbrisseau pouvant atteindre un mètre de hauteur (Benabdelkader, 2012), tomenteux, blanchâtre, tétragones (Jullien, 2016), très ramifié et très aromatique avec une lourde odeur semblable à celle du pin (Benabdelkader, 2012), l'essence qu'on peut en extraire a une odeur très forte et désagréable (Barbier, 1963). Elle supporte la mi-ombre, tolère le froid et préfère les endroits ensoleillés et les sols riches (Chu et Kemper, 2001).

Les tiges sont plusieurs, d'une longueur de 20 à 40 cm (Besombes, 2008), d'une couleur grisâtre, ramifiées, carrées, poussent souvent le long du sol, puis plier vers le haut, densément poilues. Les parties inférieures sont boisées et rugueuses (Aftab Siddiqui et al., 2016).



Figure n°6 : tiges de *lavandula stoechas*

Les feuilles sont petites, grisâtres, tomenteuses (**Besombes, 2008**), opposées, de 2 à 4 cm de long, sessiles, oblongues, lancéolées, linéaires, étroites et recourbées sur les bords (**Benabdelkader, 2012**), mais sans dents ni lobes, appariées ou groupées à des nœuds, parfumées lorsqu'elles sont écrasées (**Aftab Siddiqui et al., 2016**).



Figure n°7: feuilles de *lavandula stoechas*

Les fleurs sont de couleur mauve foncés , en épis courtement pédonculé, ovales ou oblongs, compacts, quadrangulaires, surmontés d'une houppe de grandes bractées stériles violettes. Les bractées fertiles larges sont obovales-sub trilobées, membraneuses, veinées, plus courtes que le calice très velu. Les carpelles ovales sont à trois angles (**Jullien, 2016**).

La floraison est plus précoce que chez les autres lavandes. Elle se déroule d'Avril à Mai puis en automne (**Giray et Kirici, 2008**).



Figure n°8 : fleur de *lavandula stoechas*

2.1.3.4 Répartition géographique

2.1.3.4.1 Répartition géographique dans le monde

La Lavande papillon dont le territoire géographique est le plus vaste est répandue dans tout le bassin méditerranéen (Europe méridionale, l'Afrique du Nord et le Moyen Orient) avec une petite disjonction sur la frontière Lybie-Egypte (**Figure n°9**). Actuellement, elle a été introduite et est cultivée en Bretagne, Nouvelle Zélande et en Australie (**Benabdlekader, 2012**).

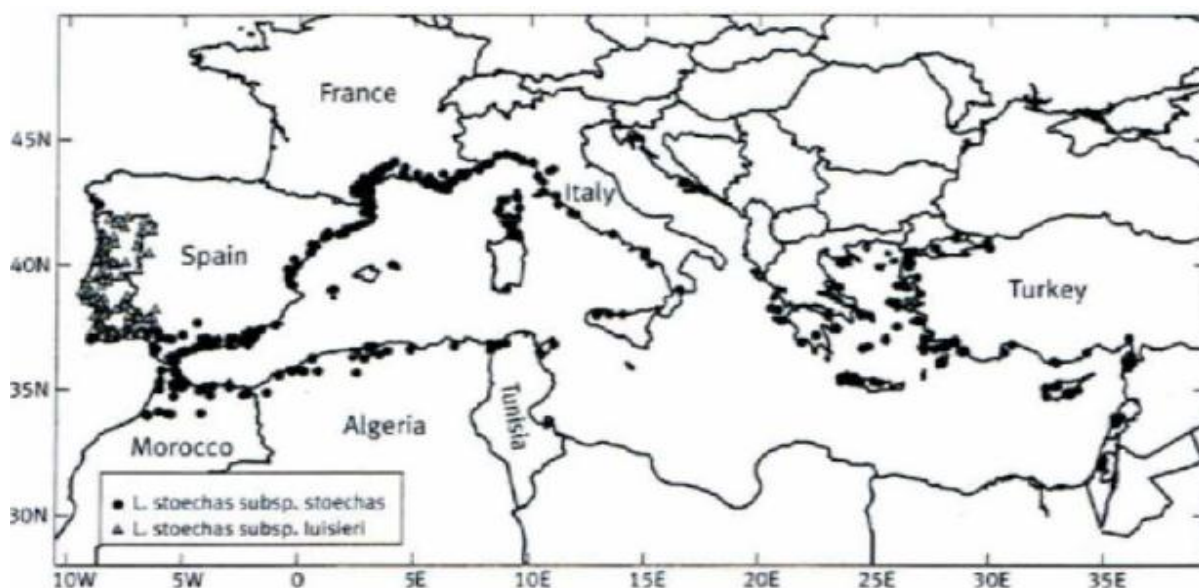


Figure n° 9 : La répartition géographique de *Lavandula stoechas* en bassin méditerranéen (Upson et Andrews, 2004).

2.1.3.4.2. Répartition géographique en Algérie

En Algérie, les populations naturelles de *Lavandula stoechas* L. sont situées au nord du pays, le long de la côte méditerranéenne dans les wilayas de Skikda, Jijel, Boumerdes, Bouira, Blida, Médéa, Ain Defla et Chlef (**Benabdelkader, 2012**), elle est parmi les très nombreuses espèces végétales qui forment la flore spontanée algérienne (**Haussein, 2000**).

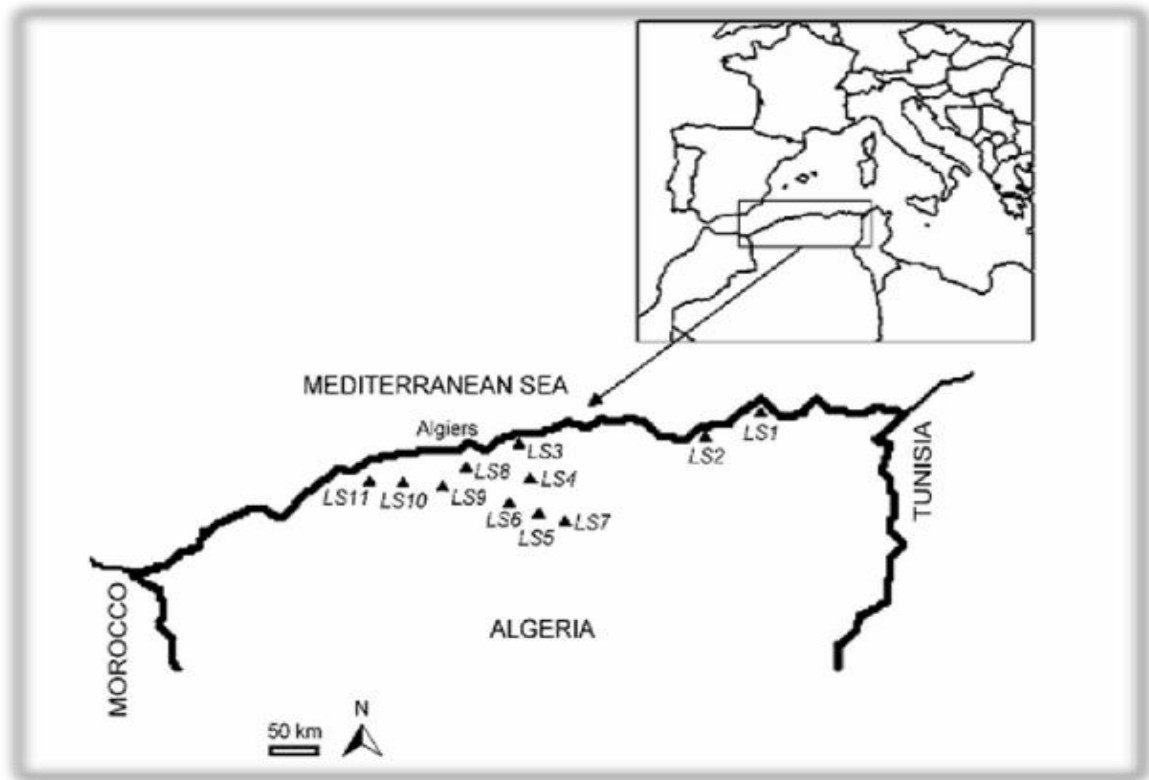


Figure n°10: Répartition géographiques de *Lavandula stoechas* L. en Algérie (**Benabdelkader, 2011**).

LS1 (Skikda), **LS2** (Jijel) , **LS 3** (Boumerdes) , **LS4** (Bouira ,Lakhdaria) , **LS5** (Bouira, Ain Bessam) , **LS6** (Bouira, Gucrouma) , **LS7** (Bouira, Taguedit) , **LS8** (Blida), **LS9** (Médéa) , **LS10** (Ain Defla) , **LS11** (Chlef).

2.1.3.5 Ecologie

L. stoechas est une plante originaire du bassin méditerranéen. C'est un arbrisseau aux feuilles persistantes, qui fleurit au printemps. Dans leur habitat naturel, les lavandes vivent sur des sols arides et calcaires ; en fait, elles s'accommodent aux divers types de sols, sauf de ceux qui seraient exagérément humides. Elle supporte d'ailleurs la sécheresse, les sols pauvres et les grands vents. Mais elle préfère les sols siliceux et les terrains acides. Elle tolère le froid jusqu'à -5°C. La floraison, plus précoce que chez les autres lavandes, se déroule d'avril à mai puis en automne (**Peter, 2004 ; Lim, 2014**).

2.1.3.6 Les composants photochimiques de *lavandula stoechas*.L

Les principaux composés photochimique *lavandula stoechas* sont résumés dans le tableau 3

Tableau n°3 : Constituants photochimiques de *Lavandula stoechas* . Sur nature chimique de base (Aftab siddiqui et al., 2017).

| Substance | Exemple |
|--|---|
| Substance organique | Les glucides, glycosides, phénol, stéroïdes, Terpines et résines |
| Substance inorganique | Aluminium, Calcium, Fer, Magnésium, Potassium et Strontium |
| Huile essentielle : contient 51 composés | Acétate de pinocarvyle, camphre, Eucalyptol, Myrthénol (Gilani et al., 2000). |
| Acide terpénique | β -stostérol, acide Ursolique, Apigénine, Lutéoline, acide rosmarinique |

2.1.3.7 utilisation de *lavandula stoechas* :

2.1.3.7.1 Parfumerie et cosmétologie

Les huiles essentielles de *Lavandula stoechas* L. sont largement employées dans l'industrie du parfum savons, eaux de Cologne, lotions pour la peau, vernis, démaquillants (Schauenberg et Paris, 2010). Elles sont employées dans le secteur de la cosmétique, notamment pour la fabrication des parfums, dans les compositions parfumantes des détergents et des produits de parfumerie fonctionnelle, L'utilisation des huiles essentielles pour l'élaboration des parfums est évidente (Besombes, 2008).

Malgré que *Lavandula stoechas* L. fût la première lavande à être utilisée en parfumerie, son huile essentielle est de plus en plus délaissée en raison de son odeur fortement camphrée et de la concurrence importante des autres lavandes qui se prêtent mieux à la culture intensive et dont l'odeur est plus agréable. La forte teneur en camphre généralement observée limite ses applications en cosmétologie (Monge, 2013).

2.1.3.7.2 Utilisation culinaire

En Algérie les lavandes sont employées pour préparer El HAMAMA : couscous sans sucre roulé avec les inflorescences de lavande et saupoudré de sucre accompagné de lait caillé elle connue pour leurs propriétés : Antiseptiques et béchique.

(**Baba Aissa 2011**)

On peut faire infuser des fleurs de lavande dans lait , utilisé ensuite pour la préparation de glace ou de crème à la lavande .(**Benabdelkader , 2012**)

2.1.3.7.3 Utilisation en médecine traditionnelle

L. stoechas L. possède des propriétés thérapeutiques ; La décoction des feuilles est utilisée dans le cas d'infections intestinales, de gastralgies ; mais c'est surtout pour ses propriétés antitussives qu'il est largement recommandé. Les fleurs en décoction apaisent l'hystérie , ingérées telles quelles, elles seraient également efficaces pour calmer la toux, l'asthme (**Beloued, 2005**).

La plante est également employée comme anti-inflammatoire (**Sosa et Altinier, 2005**), antispasmodique (**Gören et al., 2002**) dans les douleurs des coliques (**Nadkarni, 1982 ; Usmanghani et al., 1997 ; Siddiqui et al., 2016**), anti-carcinogène, antidépresseur, antioxydant (**Gören et al., 2002**), expectorant et stimulant (**Giray et Kirici, 2008**).

L'HEs est un précieux remède des premiers secours, elle accélère la guérison des brûlures des plaies (action cicatrisante, réparatrice (**Mennal et Chennafi, 2015**) et désinfectant des plaies contre les problèmes dermiques (**Gören et al., 2002**), a aussi des effets positifs sur les infections urinaires, les maladies cardiaques, l'eczéma (**Baytop, 1999**), spasmolytiques, contre le diabète, la fièvre (**Chu et Kemper, 2001**), les douleurs menstruelles féminines, les calculs rénaux, l'anthrax, l'otite, l'hypertension (**Skoula et Abidi, 1996**) et pour traiter l'infertilité (**Chu et Kemper, 2001**).

2.1.3.8 Propriétés pharmacologiques :

Lavandula stoechas L. est très connue pour son pouvoir antibactérien, antioxydant, anxiolytique marquée anticonvulsivant intéressant .

2.1.3.8.1 Propriétés antibactérienne, antifongique :

L'huile essentielle de la lavande stoechade possède des propriétés antibactériennes marquées sur une multitude de pathogènes : *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhimurium* ainsi que sur des levures et des champignons (*Rhizoctonia solani* et *Fusarium oxysporum* par exemple). Ces propriétés sont dues à sa richesse en 1,8-cinéole et fenchone (Gilaniet al, 2000) (adalioglu et al, 2004) (Angioni et al, 2006).

2.1.3.8.2 Propriété antioxydante :

Cette propriété a été évaluée par la méthode au DPPH, ainsi que par la mesure de la peroxydation lipidique (Baptista et al, 2016)

La peroxydation lipidique des membranes par une réaction en chaîne va perturber leur fonctionnalité en entraînant une modification de leur fluidité, de leur perméabilité, ainsi qu'une perte d'activité enzymatique entraînant de nombreuses pathologies. L'huile essentielle de lavande stoechade a également été testée sur des souris pour appuyer son effet protecteur contre le stress oxydatif induit par le malathion (insecticide qui, à fortes doses, attaque le foie et les reins principalement). Cette huile essentielle présente une activité hépatoprotectrice et néphroprotectrice significative, par inhibition de l'oxydation lipidique au niveau de ces organes par son effet protecteur contre le stress oxydatif (Selmi et al, 2015).

Une autre étude a porté sur les effets de l'huile essentielle de lavande papillon sur des rats diabétiques (le diabète étant induit par l'alloxane, molécule qui exerce une toxicité sélective sur les cellules du pancréas productrices d'insuline) (Sebaih et al , 2015).

2.1.3.8.3 Propriété anxiolytique :

L'huile essentielle de la lavande stoechade a aussi prouvé son effet anxiolytique. En testant l'efficacité d'inhalations d'huile essentielle de lavande stoechade chez les patients ayant eu un infarctus du myocarde, les résultats obtenus montrent une réduction significative de l'état anxieux des patients (Najafi et al, 2014).

2.1.3.8.4 Propriété anticonvulsivante :

L'huile essentielle de lavande stoechade a été testée sur des souris ayant reçu du pentylène tétrazole (inducteur épileptogène). (Sebai et al, 2015).

Après avoir injecté ce produit, la lavande a permis une réduction significative des convulsions, ainsi qu'un espacement des crises. En même temps, la lavande a montré un effet sédatif, les souris étant retrouvées détendues et calmes.

2.1.3.8.5 Propriété insecticide :

L'huile essentielle de la lavande stoechade est hautement toxique sur les quatre stades larvaires de *l'Orgyia trigotephras*, par contact. Elle peut aussi agir par ingestion, ainsi qu'en fumigation. L'activité insecticide de la lavande stoechade est ici expliquée par sa composition en monoterpènes, connus pour leur pouvoir insecticide. L'huile essentielle de la lavande stoechade pourrait offrir, en synergie avec d'autres huiles essentielles, une alternative saine aux insecticides synthétiques néfastes pour la santé (**Badreddine et al , 2015**).

2.1.4 Toxicité de la lavande :

L'essence de la lavande en usage interne doit être employée avec prudence car, à fortes doses, elle peut produire de la nervosité et même des convulsions (**Bouillard, 2001**). Les HEs de la lavande à forte dose sont considérées comme des poisons narcotiques. Elles peuvent causer de graves dermatoses (**Bouillard, 2001**). *L.stoechas* est la plus toxique que les autres espèces de lavande. Elle est contre-indiquée pour les bébés, les enfants et les femmes enceintes (**lis-Balchin, 2002**).

Partie

Expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

1.1 Objectif et lieu de travail :

L'objectif de ce travail consiste à incorporer la poudre des fleurs de lavande à différents pourcentages au couscous artisanal et d'évaluer leurs caractéristiques physico-chimiques et organoleptiques des couscous obtenus.

Les analyses ont été réalisées au niveau des structures suivantes :

- Laboratoire PFE laboratoire de projet de fin d'études. Au département de vétérinaire.
- Laboratoire de sciences agroalimentaires de la faculté SNV -université BLIDA1-
- Laboratoire des répressions des fraudes de la wilaya de Blida.

1.2 Matériel d'étude :

1.2.1 Matériel végétal :

1.2.1.1 La lavande :

La variété étudiée appartient à l'espèce "*lavandula stoechas*" est une plante aromatique, très utilisée en médecine traditionnelle et dans les industries pharmaceutiques (Figure n°11).

La plante a été récoltée durant la période de floraison au mois d'Avril 2022. Seule la partie florale a été utilisée dans ce travail. Le site de cueillette se situe au niveau de la station de Beni Ali (800 mètres) au niveau de la région de Chréa, wilaya de Blida.



Figure n°11 : *Lavandula stoechas*

A/ Vue générale de la partie aérienne, B/ Fleurs (photos originale)

1.2.1.2 Préparation de la plante :

➤ Lavage :

Les fleurs fraîches et saines de *lavandula stoechas* récoltées sont lavées avec de l'eau propre afin d'enlever divers contaminants tels que les poussières.



Figure n°12 : Les fleurs de *lavandula stoechas* lavées (Photo originale)

➤ Séchage:

Les fleurs ont été séchées à l'air libre et à l'abri de la lumière pendant une semaine pour préserver au maximum leurs contenus, afin de les protéger contre les altérations et la prolifération des micro-organismes.



Figure n°13 : Les fleurs de *lavandula stoechas* séchées (Photo originale)

➤ **Broyage :**

Le broyage des fleurs séchées a été effectué à l'aide d'un broyeur électrique de cuisine type "Moulinex" a fin de faciliter l'incorporation de la poudre lors de la préparation du couscous.



Figure n°14 : La poudre de *lavandula stoechas*

➤ **Conservation :**

La poudre des fleurs de *lavandula stoechas*, broyée a été conditionnée dans un flacon en verre hermétiquement fermé et stockée dans un endroit sec à l'abri de la lumière.

1.3 Fabrication de couscous artisanal :

1.3.1 Matière première :

Le couscous artisanal a été fabriqué à partir de la semoule de granulométrie moyenne qui provient de la semoulerie de SARL (SOPI), produit le 1 mars 2022.

En ce qui concerne le taux d'incorporation de la poudre des fleurs de lavande, les pourcentages retenus dans ce travail sont comme suit : 5%, 10% et 15% de poudre de lavande pour respectivement 95%, 90% et 85% de semoule.

Par ailleurs, un couscous exempt de poudre de lavande (0%) a été pris comme témoin.

1.3.2 Ingrédients :

Eau : l'eau utilisée légèrement froide afin d'éviter l'agglomération de la semoule de blé dur.

Sel : le sel utilisé dans ce travail était, le sel de cuisine iode type "ENASEL", conditionné en sachet de 1 kg.

1.3.3 Les ustensiles :

➤ « Guessâa » :

Ecuelle en bois du diamètre de 50 cm, utilisée couramment pour la fabrication de couscous (Figure n°15).



Figure n°15 : Guessâa en bois (photo originale)

➤ Les tamis :

Deux types tamis ont été utilisés de maillages différents et sont fabriqués par des matériaux naturels à base de fibres de cellulose appartenant à l'espèce "*Alfa alfa* " ou de fibres textiles tendus sur un cadre et qui sert à séparer des particules solides de tailles différentes. (Figure n°16)



Figure n°16 : Les tamis (photo originale)

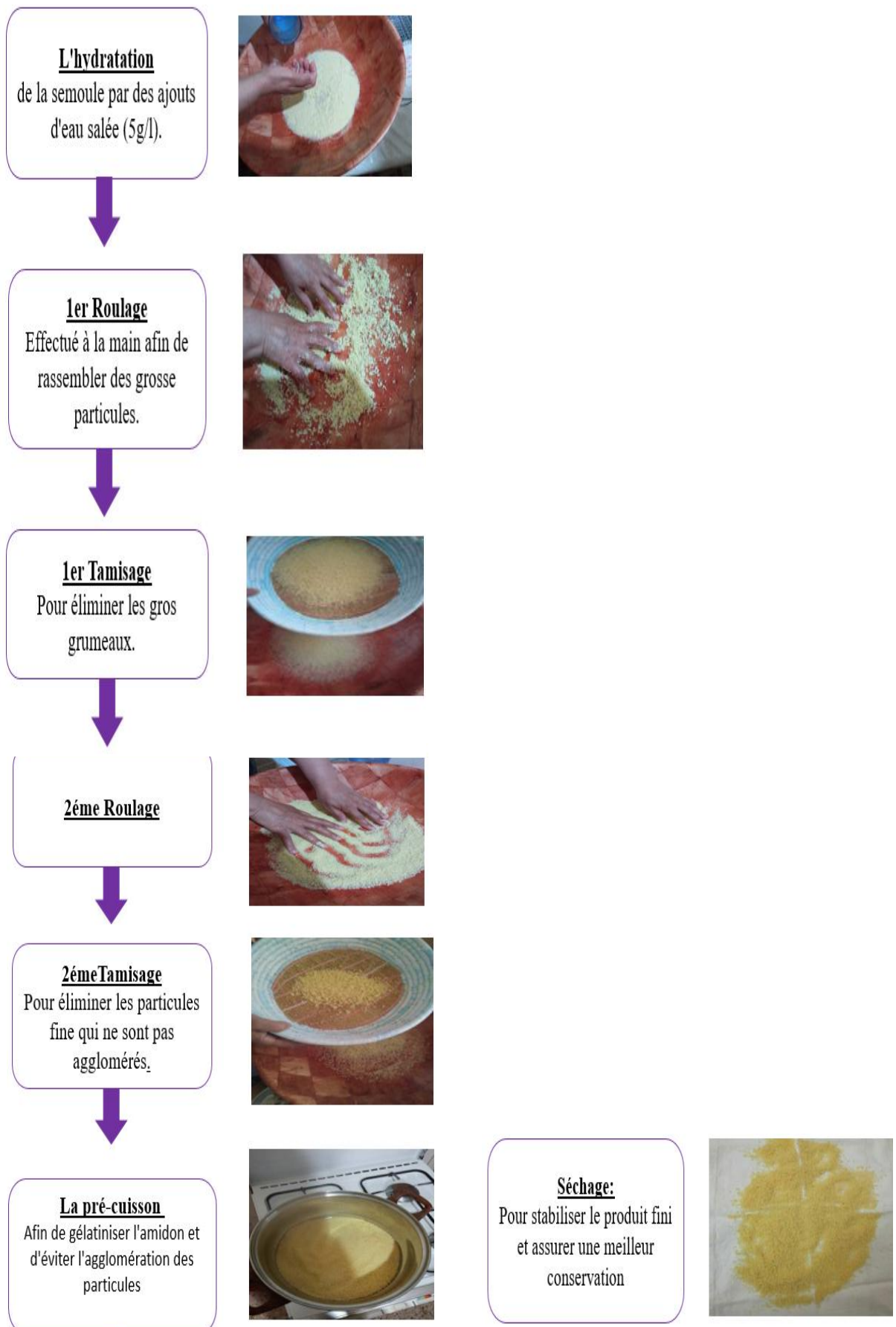
➤ **Couscoussier :**

Le couscoussier utilisé est un plat en terre cuite percé de trous, adaptable au-dessus d'une marmite contenant de l'eau. Ce plat en terre est garni de couscous afin qu'il cuise à la vapeur (Figure n°17).



Figure n°17 : Couscoussier (photo originale)

1.3.4 Procédé de fabrication de couscous traditionnel (témoin) :



1.3.5 Procédé de fabrication de couscous artisanal enrichi en lavande :



1.4 Analyses physico-chimique :

1.4.1 Analyses effectuées sur la semoule :

1.4.1.1 Teneur en eau :

Elle est effectuée selon la méthode normalisée en Algérie, **NA/1133/1990**.

❖ Principe :

La teneur en eau est la perte de masse, déterminée par séchage de 5g de l'échantillon après broyage à une température de 130°C.

❖ Mode opératoire :

- Sécher les capsules avec leurs couvercles à l'étuve (voir l'Annex 1) pendant 15 mn à 130°C, puis refroidir dans un dessiccateur.
- Peser 5g de l'échantillon et broyer rapidement si l'échantillon nécessite un broyage.
- Verser dans la capsule et adapter rapidement le couvercle.
- Introduire la capsule contenant la prise d'essai dans l'étuve et laisser séjourner 2heures.
- Retirer rapidement la capsule de l'étuve, et laisser refroidir dans un dessiccateur.
- Peser la capsule.

La teneur en eau est exprimée en % :

$$H = (M1 - M2 / M0) \times 100$$

H : humidité.

M₀ : la masse en gramme de la prise d'essai (5g).

M₁ : la masse en gramme de la capsule + la prise d'essai avant séchage.

M₂ : la masse en gramme de la capsule + la prise d'essai après séchage.

1.4.1.2 Taux de cendre :

Le taux de cendre est déterminé selon la norme **NA 732-1991** qui est en concordance technique avec la norme Française NF.11.28.1985.

❖ Principe :

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900 C° jusqu'à combustion complète de la matière organique. La teneur en cendre est déterminée par la pesée du résidu.

❖ Mode opératoire :

- Chauffer durant 10 min des nacelles dans un four réglé à 900°C±25°C, et les peser à 0.1 mg près.
- Mettre dans les nacelles 3g de la semoule.
- La porte du four à moufle (voir l'annexe 1) étant ouverte, placer et sont contenue à l'entrée du four, réglé à 900°C jusqu'à ce que la matière s'enflamme.
- Aussitôt que la flamme est éteinte, placer les nacelles dans le four, pour suivre l'incinération durant environ 2 heures jusqu'à disparition des particules charbonneuse, qui peuvent être incluses dans le résidu et obtention d'une couleur gris clair ou blanchâtre.
- Retire progressivement les nacelles du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante, et puis les peser.

• Expression des résultats :

Le taux de cendre rapporté à la matière telle quelle :

$$C = (m_2 - m_0 / m_1 - m_0) \times 100 \times (100 / 100 - H)$$

C% : teneur en cendre

M₀ : la masse en gramme de la prise d'essai.

M₁ : la masse en gramme de résidu.

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

1.4.1.3 Granulométrie (taux d'affleurement) : selon la norme (NF V03 – 721/1994)

❖ Principe :

La granulométrie est une opération de classement des particules selon leurs tailles, par présentation sur des surfaces perforées. Ces dernières laissent passer des grains de dimensions inférieures aux dimensions des perforations tandis que les grains de dimensions supérieures sont retenus. Le but de la granulométrie est de déterminer l'homogénéité de l'échantillon (semoule ou couscous).

Elle est déterminée par tamisage d'un échantillon de 100 g de produit à travers une série de tamis à ouvertures de mailles décroissantes.

- Pour la semoule fine, on utilise des tamis de 450 μ à 150 μ .
- Pour la semoule moyenne, on utilise des tamis de 800 μ à 450 μ .
- Pour le couscous moyen, on utilise des tamis de 1.8 μ à 1 μ .
- Pour le couscous fin, on utilise des tamis de 1 μ à 500 μ .

❖ Mode opératoire :

- Peser 100g d'échantillon à analyser (semoule de blé dur).
- Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur.
- Placer les tamis sur un appareil qui exerce des mouvements circulaires vibratoires uniformes, dont la vitesse est de 60 tr/mn pendant 10 mn.
- Peser le refus de chaque tamis.

1.4.2 Analyses effectuées sur le couscous :

1.4.2.1 Teneur en eau (Taux d'Humidité) :

La détermination de la teneur en eau est effectuée selon la méthode normalisée en Algérie, **NA/1133/1990** cité dans la page 55.

1.4.2.2 Taux de cendre :

La détermination du taux de cendre est effectuée à partir de la méthode normalisée : (**NA. 1.1.28.1985**) citée dans la page 56.

1.4.2.3 Granulométrie :

D'après **Linden et Lorient (1994)**, la granulométrie du couscous est une opération de classement dimensionnel des granules selon leurs tailles, par présentation sur des surfaces perforées qui laissent passer de granules de dimensions inférieures aux dimensions des perforations tandis que les grains de dimensions supérieures sont retenus. Le but est de déterminer l'homogénéité du couscous tel que la taille de grain formé.

La détermination de la granulométrie du couscous est effectuée à partir de la méthode normalisée : **(NF V03 – 721/1994)** citée dans la page 57.

1.4.2.4 Dosage des glucides totaux :

❖ Principe :

Les carbohydrates totaux sont déterminés par la méthode phénol-acide sulfurique de **Dubois et al. (1956)**. Les glucides, à chaud en présence d'acide fort, se déshydratent et forment des dérivés furaniques (furfural dans le cas de pentoses et hydroxyméthylfurfural dans le cas d'hexoses), qui se condensent avec le phénol pour donner un complexe jaune-orangé dont le maximum d'absorption est entre 480 et 490 nm.

❖ Mode opératoire :

Pour le dosage des glucides totaux, une étape d'hydrolyse acide est effectuée pour libérer les sucres simples constitutifs des polysaccharides. Une quantité de 0,5 g d'échantillon est mélangé avec 10 ml d'une solution d'acide sulfurique à 0,5 M. Le mélange est placé dans une étuve à 105°C durant 3 h. Après refroidissement, l'extrait est récupéré par filtration. Une aliquote de 0,3 ml du filtrat dilué est mélangée avec le même volume de phénol 5% (p/v) et 1,5 ml d'acide sulfurique concentré. Après une incubation de 5 min à 105°C, suivi d'un refroidissement à l'obscurité de 30 min, l'absorbance est mesurée à 490 nm.

Le taux de glucides totaux est calculé par référence à une courbe d'étalonnage préalablement établie avec le glucose (Figure n°1, Annex 3). Les résultats sont exprimés en g d'équivalent glucose par 100 g MS.

1.4.2.5 Dosage des composés phénoliques totaux :

❖ Principe :

Le dosage des polyphénols totaux repose sur la méthode de Folin-Ciocalteu. Ce dernier est un réactif composé d'acide phospho-tungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et d'acide phospho-molybdique qui

se réduisent, dans un milieu basique, en un mélange d'oxydes bleus de tungstène et de molybdène par les composés phénoliques. L'intensité de la coloration bleue produite est proportionnelle à la quantité de polyphénols présents dans l'extrait.

La méthode de dosage des polyphénols utilisée est celle décrite par **Velioglu *et al.* (1998)**.

❖ **Mode opératoire**

Un volume de 200 µl d'extrait est additionné de 750 µl du réactif de Folin-Ciocalteu, après 5 min, 400 µl de carbonate de sodium sont ajoutées. Le mélange réactionnel est laissé à l'obscurité durant 90 min à température ambiante. L'absorbance de la coloration bleue développée est mesurée à 720 nm.

La teneur en polyphénols est déterminée en référence à une courbe d'étalonnage obtenue avec l'acide gallique (0,02 à 0,1 mg/ml) (Figure n°2, Annex 3). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent acide gallique (EAG) par 100 g MS.

1.4.2.6 Dosage des flavonoïdes

❖ **Principe**

Les flavonoïdes peuvent être dosés en utilisant l'une de leurs propriétés structurales : la chélation des cations métalliques. Dans un milieu contenant des ions Al^{3+} , les flavonoïdes se complexent avec ces cations grâce à leurs groupements hydroxyles, en formant une coloration jaune dont l'intensité est proportionnelle à la quantité de flavonoïdes présents dans l'extrait.

❖ **Mode opératoire**

La teneur en flavonoïdes est déterminée selon la méthode de **Djeridane *et al.* (2006)**, qui consiste à mélanger deux volumes égaux d'extrait et de chlorure d'aluminium à 2%. Le mélange est laissé 15 min à l'obscurité, à température ambiante. Après incubation, l'absorbance est mesurée à 430 nm.

La concentration en flavonoïdes est déterminée grâce à une courbe d'étalonnage réalisée avec une solution de quercétine (Figure n° 3, Annex 3). Les résultats sont exprimés en mg d'équivalent quercétine (EQ) par 100 g MS.

1.5 Les analyses technologiques :

1.5.1 Indice de gonflement : NF V 50-001

❖ Principe :

Le gonflement nous renseigne sur la capacité de d'hydratation du couscous il est réalisé selon la norme **NF V 50-001**.

❖ Mode opératoire :

- Peser 50g de couscous à vider par gravité dans une éprouvette graduée de 250ml. Soit V_i la valeur du volume occupé lue sur l'éprouvette à exprimer à 2ml près.
- Vider l'éprouvette de la prise d'essai et la conserver soigneusement
- Remplir l'éprouvette avec 200ml d'eau de robinet, versé rapidement la prise d'essai dans l'éprouvette.
- Remuer l'éprouvette deux à trois fois à l'aide d'une tige en verre.
- Relever après 30 minutes le volume V_f a exprimé à 2ml près qu'occupe le couscous dans l'éprouvette.

❖ Expression des résultats :

L'indice de gonflement est calculé selon la formule suivante :

V_f : volume final du couscous lu sur l'éprouvette

V_i : volume initial du couscous sec sur l'éprouvette

1.5.2 Test de cuisson :

❖ Principe :

Il 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 et suivre les modifications rapportées sur le poids après chaque étape de préparation.

❖ Mode opératoire :

- Premier mouillage : mouiller le couscous avec de l'eau puis faire égoutter tout de suite et laisser le pendant 10 min pour que les grains de couscous absorbent l'eau ajoutée.
- Première évaporation : faire cuire le couscous à la vapeur pendant 15min.
- Deuxième mouillage : arroser progressivement le couscous d'une certaine quantité d'eau.
- Deuxième évaporation : faire cuire une deuxième fois à la vapeur pendant 15 min.
- Peser le couscous après chaque étape de préparation.

1.5.3 Test de dégustation :

❖ principe :

L'appréciation sensorielle est couramment utilisée pour le contrôle de la qualité organoleptique et la mise au point de nouveau produit alimentaire. Elle comprend l'examen visuel, olfactif et gustatif des aliments.

Les essais sensoriels permettent de recueillir instantanément une impression détaillée, regroupent l'influence d'incorporation de la poudre de lavande dans le couscous artisanal à 5%, 10%, 15% de taux d'incorporation.

Le couscous artisanal enrichi en poudre de lavande a été soumis à un test de dégustation, par un jury composé de 20 personnes âgées entre 20 ans et 50 ans, choisies au hasard pour aborder en particulier les points suivants :

- L'acceptabilité du couscous artisanal enrichi en poudre de lavande.
- L'étude de l'influence du taux d'incorporation sur les caractéristiques organoleptiques (le goût, la couleur, l'odeur, la saveur et la granule).

Ces essais de dégustation se font sur de couscous cuit à la vapeur mais sans sauce (Figure n°18).

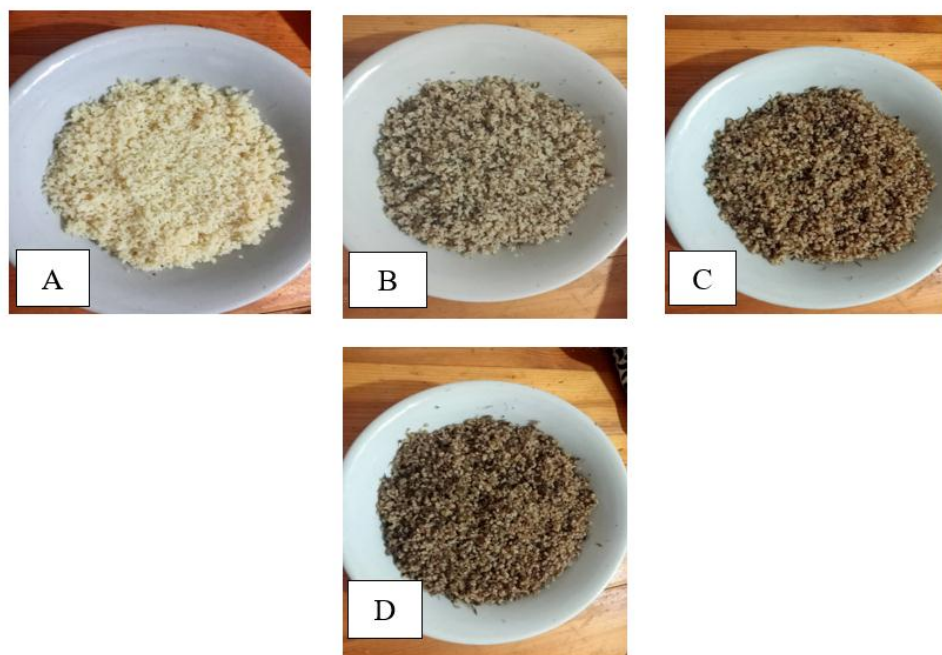


Figure n°18 : Différents types de couscous élaborés : Témoin (A), Couscous à 5%(B), Couscous à 10% (C), Couscous à 15% (D)

Chapitre II

Résultats et discussion

2.1 Analyses physico-chimiques :

2.1.1 Analyses effectuées sur la semoule :

2.1.1.1 Teneur en eau (Taux d'Humidité) :

Les résultats du taux d'Humidité de la semoule sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau n°4 : Résultat du taux d'humidité de la semoule de blé dur

| Taux d'Humidité % | | | | |
|--------------------|------------|------------|---------|------------|
| Semoule de blé dur | 1ère essai | 2ème essai | Moyenne | Norme (NA) |
| | 14.07 | 14.05 | 14.06 | < 14.5 |

D'après le tableau n°4, la teneur en eau de la semoule étudiée (14.06%) est conforme à la norme algérienne (**NA.732/1991**) qui assure le bon conditionnement du produit fini.

En règle générale, plus l'humidité est faible plus la conservation est meilleure. Selon **Feillet (2000)**, l'humidité est un facteur crucial dans l'évolution des phénomènes biologiques, le contrôle de l'humidité des semoules permet de minimiser le risque d'altération lors de conditionnement et du stockage, plus la teneur en eau est faible plus la qualité des semoules est meilleure.

2.1.1.2 Taux de cendre :

Les résultats des analyses des échantillons sont indiqués dans le tableau suivant :

Tableau n°5 : Résultat du taux de cendre de la semoule de blé dur

| Taux de cendre % | | | | |
|--------------------|------------|------------|---------|----------|
| Semoule de blé dur | 1ère essai | 2ème essai | Moyenne | Norme NA |
| | 0.53 | 0.59 | 0.56 | 0.8-1.1% |

La mesure de la teneur en cendre est le critère principal utilisé pour apprécier la pureté d'une semoule.

D'après le tableau n°5 ; la teneur en cendre de la semoule analysée est acceptable et conforme à la norme **NA.732/1991**, elle est de l'ordre de 0,56%. Donc notre semoule est pure.

Selon la norme, le taux de cendres est la quantité de matières minérales, principalement contenues dans le son et encore mélangées à la semoule. Plus la semoule est pure, plus le taux de

endres est faible. Ce taux est réglementé par les pouvoirs publics et permet le classement des semoules selon un certain nombre de critères bien déterminés. Plus le taux d'extraction est élevé plus le taux de cendre diminue.

Selon le **Codex Stan 202-1995**, [112] ce taux ne doit strictement pas dépasser 1,1 % qui peut avoir un effet défavorable sur la qualité réglementaire.

2.1.1.3 Granulométrie :

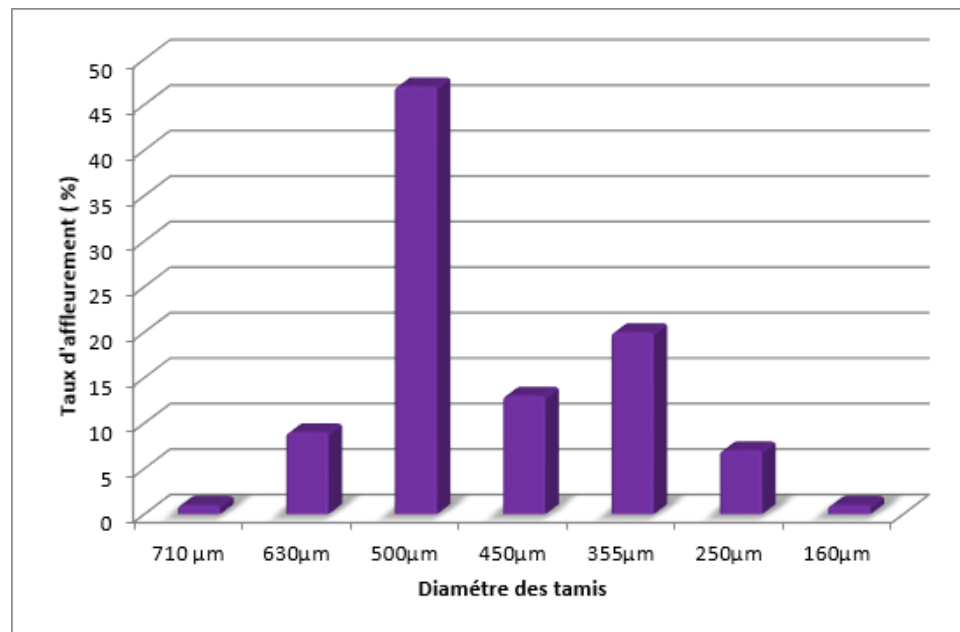


Figure n°19 : Granulométrie de la semoule de blé dur

La distribution granulométrique de la semoule est un facteur déterminant du fait qu'elle affecte les propriétés d'absorption en eau des pâtes et par conséquent elle influe sur la qualité du produit fini (**Dick et Matsuo, 1988**).

D'après la figure n°19 ; la semoule étudiée a une granulométrie homogène qui se situe entre 500µm et 355µm, néanmoins pour la fabrication de couscous il est nécessaire de maintenir un taux bas de semoule fine pour favoriser le roulage du Couscous.

2.1.2 Analyses effectuées sur les couscous élaborés :

2.1.2.1 Teneur en eau :

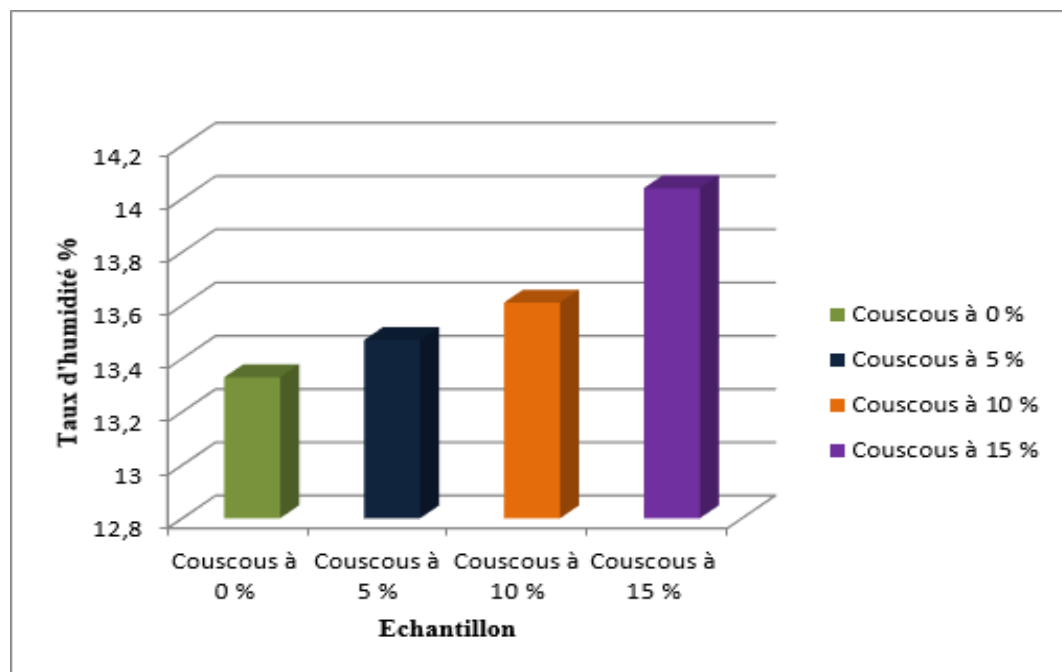


Figure n°20 : La teneur en eau des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation

Les résultats présentés dans la figure n°20 montrent que la teneur en eau de couscous enrichi en poudre des fleurs de lavande augmente en fonction du taux d'incorporation. Elle est de 13.33%, 13.47%, 13.61%, 14.04% respectivement pour le couscous à témoin, 5%, 10%, 15%.

La teneur en eau du couscous témoin et du couscous enrichi à 5% est conforme à la norme du **Codex Alimentarius (Codex Stan 202-1995)**, qui exige une humidité inférieure à 13.5%.

Les résultats obtenus montrent qu'il y a une relation proportionnelle entre la teneur en eau et le taux d'incorporation, c'est-à-dire qu'à chaque fois qu'on augmente la quantité de la poudre des fleurs de lavande au niveau du mélange on constate que la teneur en eau augmente. Ceci peut être expliqué par sa richesse en fibres qui ont la capacité d'adsorber naturellement l'eau.

2.1.2.2 Taux de cendre :

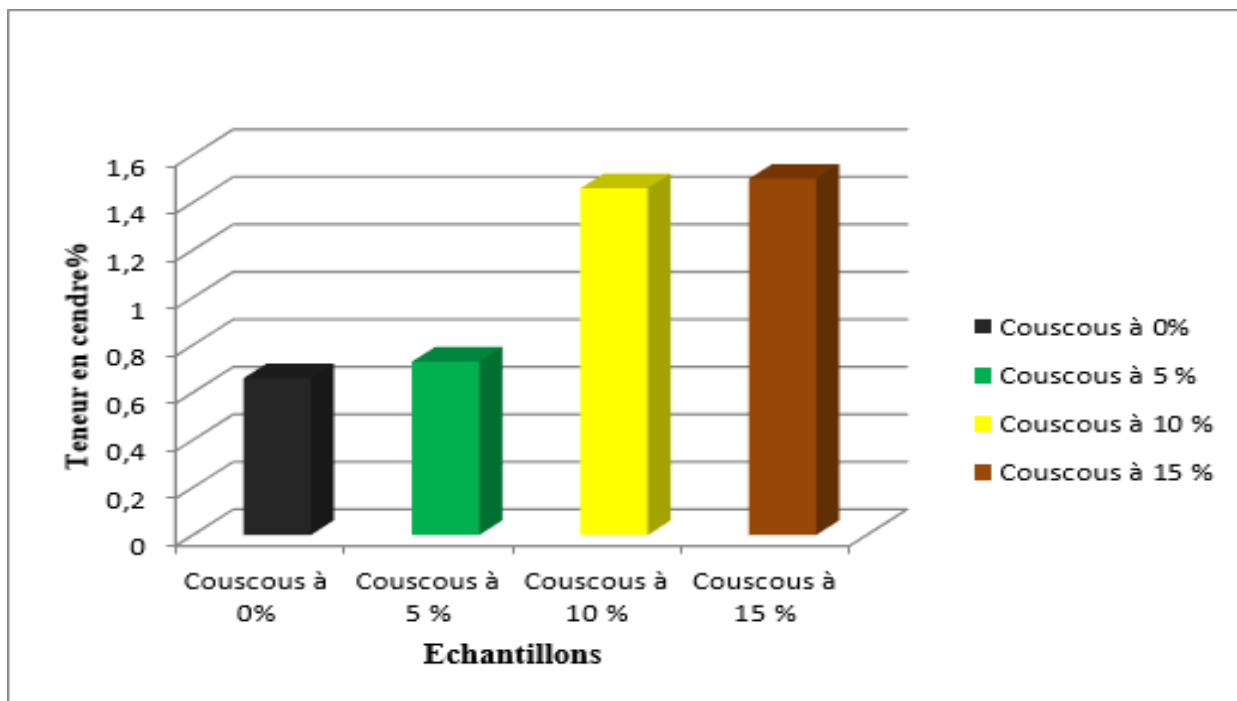


Figure n°21 : La teneur en cendres des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)

Les résultats d'analyses de cendres des différents échantillons de couscous présentés dans la figure n°21 montrent que le taux de cendres augmente en fonction du taux d'incorporation de la poudre des fleurs de lavande. Il est de 0.6% pour couscous témoin, 0.73% pour couscous enrichi à 5%, par contre l'augmentation est presque identique pour le couscous enrichi à 10% et 20 %, enregistre une valeur de 1.46% et de 1.5% respectivement pour le couscous enrichi à 10% et 15%, ceci peut être expliqué du fait que la poudre des fleurs de lavande ajoutée apporte une quantité de fibre au produit fini.

La teneur en cendres du couscous témoin et du couscous enrichi à 5% est conforme à la norme Algérienne (NA/732/1991), tandis que la teneur en cendres du couscous à 10% et 15% dépasse la norme Algérienne (0.8-1.1%).

2.1.2.3 Granulométrie :

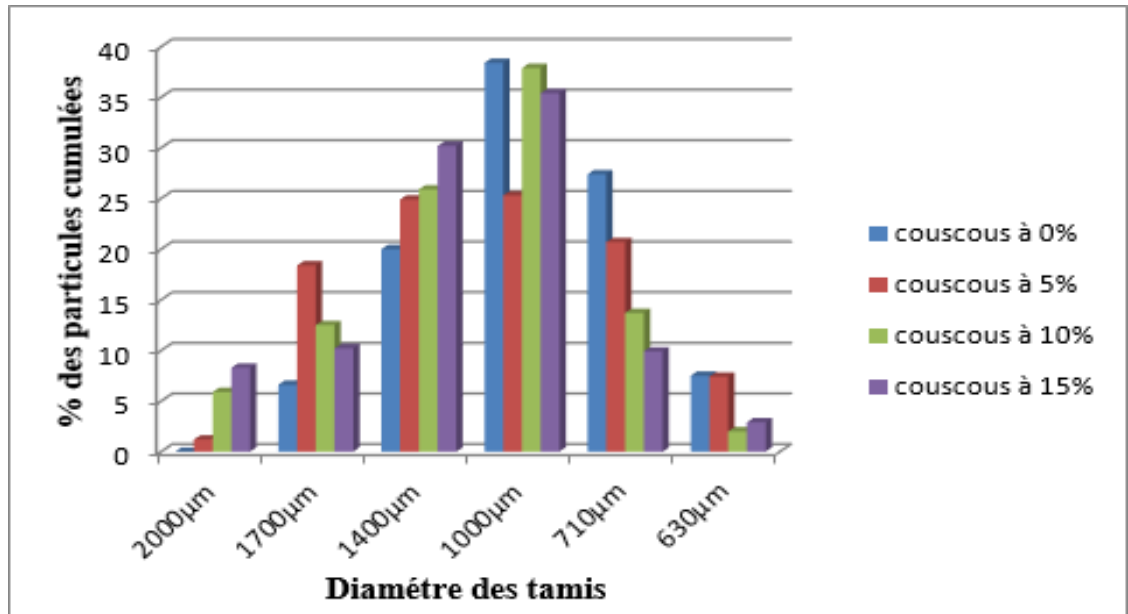


Figure n°22 : Résultats de la granulométrie de différents types du couscous

La détermination de la granulométrie présente un intérêt majeur, qui est l'estimation du degré d'homogénéité du produit fini. Selon (**Guezlane et al Abecassis,1991**), une granulométrie homogène conduit à une bonne préparation d'où intervient le rôle du calibrage.

D'après la figure n°22, on constate que le couscous témoin et le couscous enrichi à 10% et à 15% ont une granulométrie homogène qui situe entre 1000µm et 1400µm par rapport au couscous enrichi à 5%. Cela signifie que, seulement le couscous enrichi à 5% n'a pas été préparé de la même manière que les autres types de coucoucous.

La qualité des graines de couscous dépend de critères précis, comme sa granulométrie et ses propriétés techno-fonctionnelles (gonflement, collant, ténacité...). Le procédé de fabrication du couscous à partir de semoule de blé dur comprend différentes étapes de mise en forme. C'est au cours des étapes de mouillage, de mélange et de roulage que l'agglomération des particules de semoule c'est à dire leur association puis la croissance et la densification des granules a lieu (**Guezlane L ; 1993**).

La différence granulométrique des différents types de coucoucous peut être expliquée par les caractéristiques de la matière première et les conditions opérationnelles au stade de roulage et la qualité des tamis (en particulier homogénéité des mailles).

2.1.2.4 Teneur en glucides totaux :

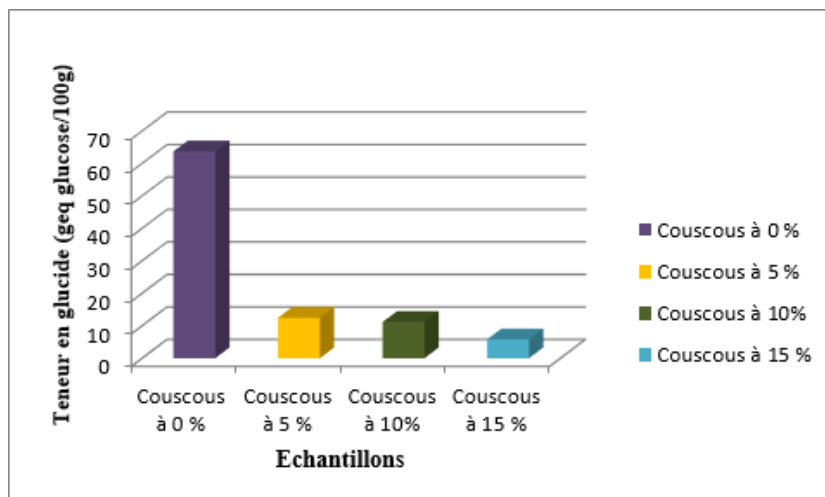


Figure n°23 : La teneur en glucides totaux des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)

La figure n°23 indique que le couscous enrichi en poudre des fleurs de lavande présente une teneur en glucides entre (5.8 et 12.46 gEAG/100g), alors que le couscous témoin dépasse les 60 gEAG/100g, cela revient à la richesse du couscous en glucides.

En règle générale, les céréales sont des produits énergétiques riches en glucides qui se présentent sous une forme simple et complexe, le plus important est l'amidon qui est la substance énergétique par excellence (Chehat, 2007).

2.1.2.5 Teneur en polyphénols totaux :

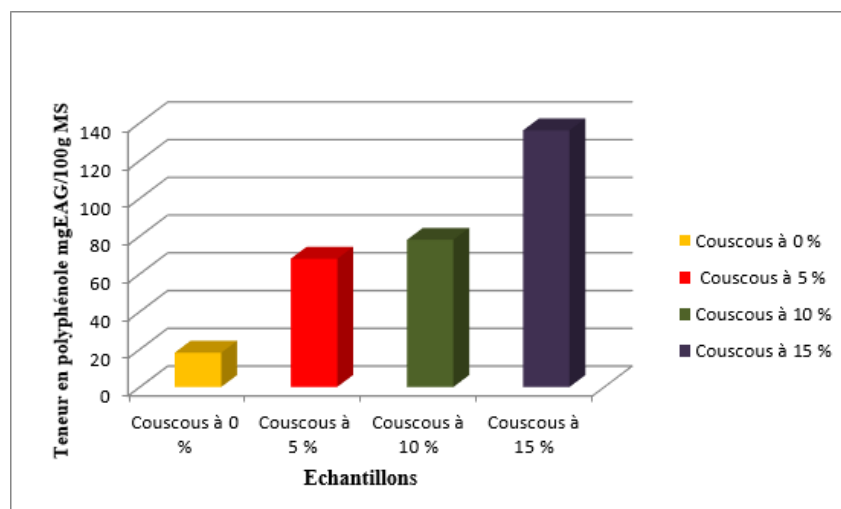


Figure n°24: La teneur en polyphénols totaux des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)

D'après la figure n°24, la teneur en polyphénols totaux du couscous témoin est de (18.2 mg EAG/100g), l'addition de 5%, 10% et 15% de la poudre des fleurs de lavande au couscous a engendré une augmentation progressive de la teneur en polyphénols totaux, ce qui leurs confèrent un avantage nutritionnel.

Les polyphénols sont connus par leur pouvoir antioxydant et leurs vertus biologiques. Ils contribuent à la prévention des maladies dégénératives et les maladies cardiovasculaires (Manach *et al.*, 2004 ; Henk *et al.*, 2003 ; Scalbert *et al.*, 2002), ils participent à la régénération de certains antioxydants tel que la vitamine E (Scalbert *et al.*, 2002).

Les polyphénols sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en réponses à des agressions de notre environnement (cigarette, polluants, infections,...etc) qui favorisent le vieillissement cellulaire (Djéridane *et al.*, 2006 ; Morelle, 2003, Scalbert, 2000). Ils seraient impliqués dans la prévention des maladies cancéreuses (Scalbert, 2000 ; Rice-Evans *et al.*, 1995 ; Block et Langseth, 1994 ; Block, 1992).

2.1.2.6 Teneur en flavonoïdes :

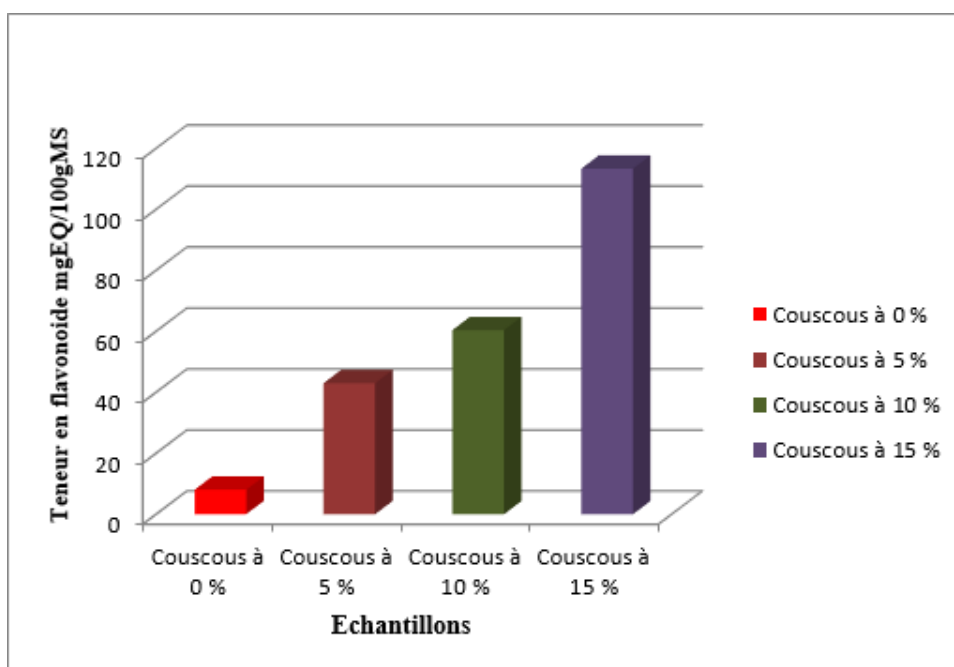


Figure n°25 : La teneur en flavonoïdes des échantillons de couscous artisanal à différents taux d'incorporation (0%, 5%, 10%, 15%)

D'après les résultats d'analyse obtenues on note que la teneur en flavonoïde augmente avec l'augmentation du taux d'incorporation de la poudre des fleurs de lavande, dans lequel le couscous enrichi à 15% présent une teneur de 113.33mgEAG/100g.

Les flavonoïdes sont les plus actifs parmi les antioxydants végétaux alimentaires (Grille, 2003). Ils ont des actions pour le traitement des inflammations, des infections virales et du cancer (Ndhalala et al, 2006, Marelle, 2003).

2.2 Appréciation de la qualité culinaire du couscous

2.2.1 Indice de gonflement :

La détermination de l'indice de gonflement parmi les critères d'appréciation de la qualité culinaire du couscous (Guezlen et et Abecassis,1991).

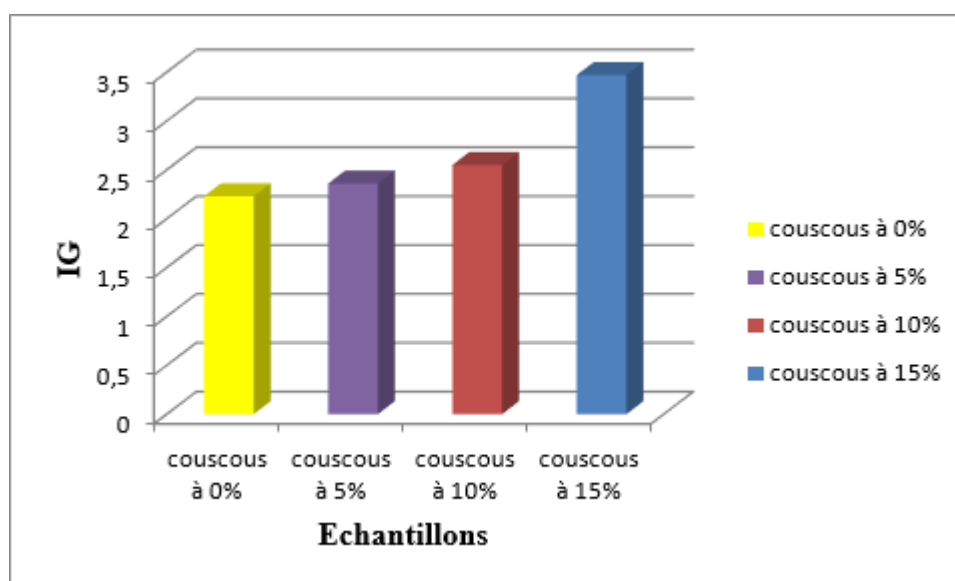


Figure n°26 : Indice de gonflement de différents types du couscous

D'après la figure n°26 on constate que l'indice de gonflement augmente avec l'augmentation du taux d'incorporation de la poudre des fleurs de lavande, ceci pourrait être expliqué d'un côté par le bouleversement de la structure native de l'amidon ; en se gélifiant à 100°C, il devient plus hydrophile et accroît la capacité de gonflement, et de l'autre côté par la richesse en fibres pour les couscous enrichis en particulier qui ont la capacité d'adsorber les molécules d'eau et par conséquent ils peuvent participer à phénomène de gonflement.

Le couscous enrichi à 15% absorbe le plus d'eau avec un indice de gonflement le plus important par rapport à ceux observés pour les couscous (0%, 5%, 10%).

Dahoun-Lefkir (2005) a souligné que le roulage manuel permet l'obtention de grains de couscous compacts et donc de masse volumique élevée, ce qui permet des gonflements plus importants.

2.2.2 Test de cuisson :

Les résultats obtenus de test de cuisson sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau n°6 : Résultats de test de cuisson du couscous.

| Couscous | Témoin à 0% | Couscous à 5% | Couscous à 10% | Couscous à 15% |
|--|-------------|---------------|----------------|----------------|
| Temps de cuisson | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Poids initial(g) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Poids final(g) | 101 | 127 | 132 | 144 |
| Granulation observée | Uniforme | Uniforme | Uniforme | Uniforme |
| Le gonflement | Bon | Bon | Très bon | Très Bon |
| Comportement à la Réhydratation | Non collant | Non collant | Moins collant | Collant |

D'après les résultats représentés dans le tableau n°6, nous observons une augmentation du gonflement donc une augmentation du poids final des échantillons de couscous enrichi en poudre des fleurs de lavande (5%, 10%, 15%), par rapport au couscous témoin (0%).

Le couscous témoin (0%) et le 5% présente des propriétés très appréciés, il n'est pas trop collant, avec un bon gonflement et le degré d'individualisation des grains est satisfaisant, contrairement au couscous de 10% et 15% d'incorporation de la poudre de lavande.

Le temps de cuisson du couscous selon les travaux de **(Yousfi, 2002)** et **(Derouiche, 2003)** est le temps nécessaire pour que les grains soient tendres sans qu'ils soient collants ou pâteux.

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

2.2.3 Test de dégustation :

L'appréciation de la qualité culinaire des différents échantillons de couscous étudiés est résumée au niveau des figures suivantes :

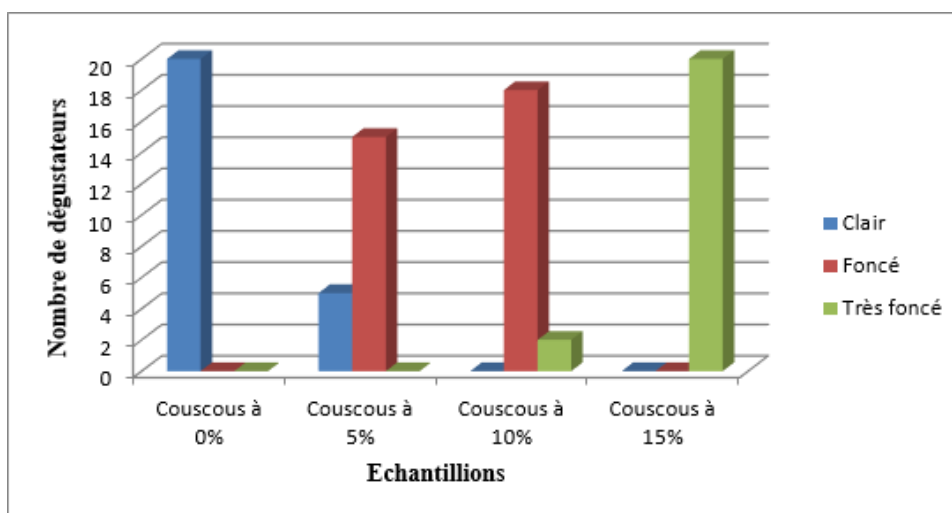


Figure n°27 : Appréciation de la couleur de différents types du couscous

D'après la figure n°27, l'ensemble de dégustateurs jugés que le couscous témoin a une couleur claire et le couscous à 15% a une couleur très foncée. Alors que, 15 et 18 dégustateurs jugés que le couscous à 5% et à 10% respectivement ont une couleur foncée.

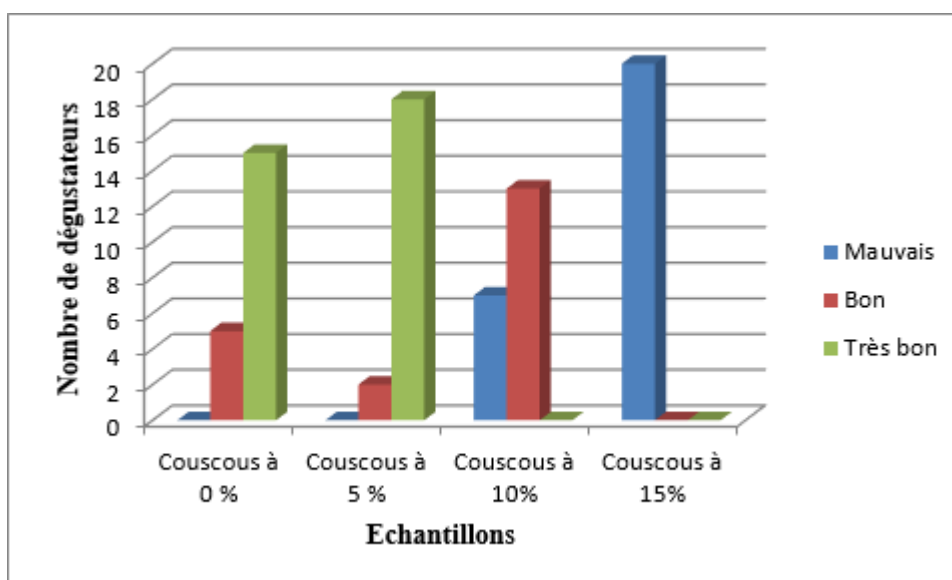


Figure n°28 : Appréciation du goût de différents types du couscous

D'après la figure n°28, la majorité de dégustateurs jugé que le goût du couscous témoin et du couscous enrichi à 5% est très bon.

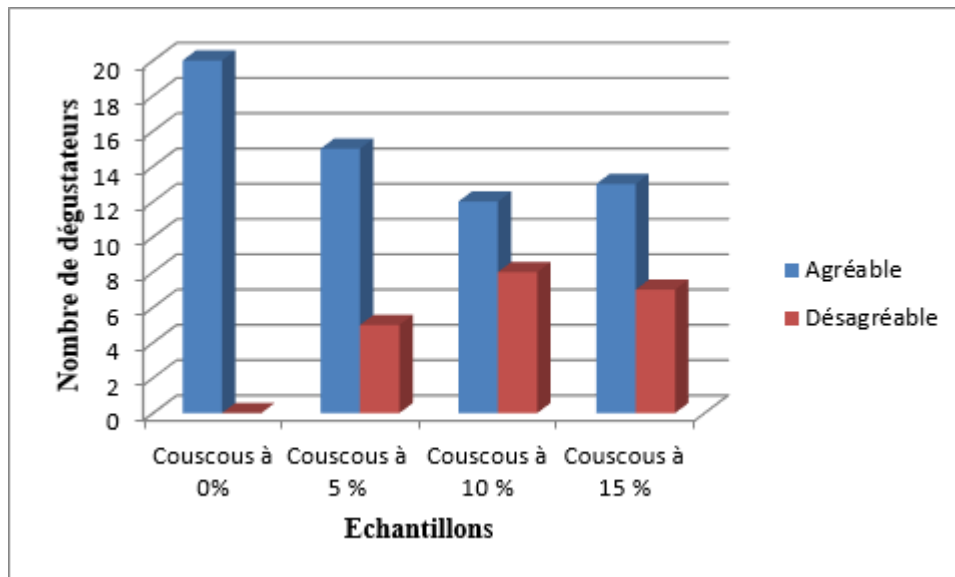


Figure n°29 : Appréciation de l'odeur de différents types du couscous

D'après la figure n°29, la majorité de dégustateurs ont jugés que le couscous témoin a une odeur agréable. Par contre, 66% ont jugés que le couscous enrichi à la poudre des fleurs de lavande a une odeur agréable.

Le test de dégustation effectué sur les différents échantillons de couscous à l'état cuit par les jurys nous a permis de conclure que l'appréciation du couscous enrichi n'est pas influencée par le changement de la couleur apportée par la poudre des fleurs de lavande. Par ailleurs, pour certains dégustateurs, la couleur ne risque pas d'influencer le choix du consommateur puisqu'il existe une gamme très riche sur le marché algérien de couscous de couleur plus foncée (couscous à base d'orge, couscous à base des glands...). Par contre, le goût amer affecte d'une façon catégorique le choix de consommateur.

/

Conclusion

Conclusion

La présente étude constitue la mise en valeur d'un produit de terroir, qui est le couscous à la lavande, très connus au niveau de la région de Métidja, par l'évaluation de quelques paramètres nutritionnels, technologiques, culinaires et organoleptiques.

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons de couscous étudié permettent d'affirmer qu'elles sont de qualité appréciable :

Pour l'humidité, les valeurs obtenues sont entre (13.33% et 14.04%) donc les résultats dépassent la norme algérienne qui est (≤ 13.5). Concernant taux de cendre, les résultats obtenus varie entre (0.6% et 1.5%). On constate que les résultats sont conformes à la norme algérienne qui est entre (0.9%-1.5%). Dans le cas de granulométrie de couscous étudiée est plus au moins homogène et la dimension des granules sont d'une taille moyenne, ce qui permet de les classés au catégorie des couscous moyens. Pour la teneur en glucides totaux, le couscous enrichi en poudre de lavande présente une teneur en glucides plus faible comparée au couscous témoin, ceci quelques soit le taux d'incorporation. Concernant la teneur en polyphénols totaux et les flavonoïdes, les résultats obtenus montrent que les polyphénols totaux et les flavonoïdes dans le couscous témoin sont à l'état de traces difficilement mesurables, alors que les couscous enrichis à la poudre des fleurs de lavande avaient des teneurs élevées en ces substances. Cela permet de dire, que ce type de couscous peut avoir des propriétés antioxydante certaines.

La qualité culinaire a été appréciée par l'indice de gonflement et le test de cuisson. nous avons constaté que le couscous analysé présente un bon gonflement lors de la réhydratation et une bonne absorption d'eau et surtout il ne se colle pas, ce qui permet de dire qu'il est d'une bonne qualité culinaire.

Le test de dégustation réalisé par un échantillon un peu restreint choisi au hasard, ne reflète pas réellement le comportement et la réaction du consommateur. Malgré ça, les résultats enregistrés permettent de donner des orientations vers quelques préférences.

Le couscous le plus apprécié par la majorité des dégustateurs est celui avec un taux d'incorporation de 5% qui qualifié comme "Excellent".

En conclusion, les résultats montrent que le couscous étudié présente des caractéristiques intéressantes tant sur le plan nutritionnel, technologique, culinaire et sensoriel. Il serait donc souhaitable d'approfondir les recherches dans ce genre de travaux à savoir la détermination du:

- Potentiel bioactif ;
- Potentiel diététique ;
- Potentiel thérapeutique ;
- Labellisation de ce genre du produit.

Références bibliographiques

A

- **Aboubakar A., Hamaker B. R., 2000.** Low molecular weight soluble starch and its relationship with sorghum couscous stickiness. *J. Cereal Science* 31 pp 119-126
- **Afnor, 1991 :** Recueil des normes françaises : Céréales et produits céréaliers. 3^{ème} édition. Paris p360.
- **Aftab siddiqui, M., Khalid, M., Akhtar , M., Sddiqui ,H., Farogh, A.,Mauzzamkhan ,M., -Ahmed,M., Sad,M.(2016)** «Lavadulastoechas (Ustukhuddus)» ,Amiracleplant .Journal of innovations in pharmaceuticals and biological science, 3(1),96-102p.
- **Aluka, K., Miche, J., Faure, J., 1985.** Conditions d'une fabrication mécanique du couscous de maïs en Afrique de l'Ouest. *Industries alimentaires et agricoles* 102, 457-461.
- **Alloui K.,Assasla A. (2013).** Enquête De Consommation Du Couscous Dans La Ville De Guelma Et Etude De Sa Qualité Technologique.Mémoire de master. UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA.
- **Angionia, Barra A, Coroneo V, Dessi S, Cabras P,(2006) :** Chemical composition, seasonal variability, and antifungal activity of Lavandula stoechas L. Ssp.stoechas essential oils from stem/leaves and flowers, *J Agric Food Chem.*, 54(12), 4364--- 4370.
- **Arkoun Y.,2004 :** le couscous ou l'histoire millénaire d'un grain « magique » GREEN. Algérie (1). Pp 13-15

B

- **Baptista R, Madureira M, Jorge R, Adao R, Duarte A, Duarte N, Lopes MM, Teixeira G, (2015) :** Antioxidant and antimycotic activities of two native lavandula species from Portugal, *Evid Based Complement Alternat Med.*, (en ligne), (page consultée le 1 Février 2016).
- **Badreddine BS, Olfa E, Samir D, Hnia C, Lahbib BJ, (2015)** Chemical composition of Rosmarinus and Lavandula essential oils and their insecticidal effects on *Orgyia trigotephras* (Lepidoptera, Lymantriidae), *Asian parc J Trop Med.*, 8(2), 98---103.

- **Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D., & Idaomar, M. (2008)** « Biological effects of essential oils»,review. Food and chemical toxicology, 46(2), 446-475p.
- **Bar, C., 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux : guide pratique. ITCF
- **Barbier, E. (1963)** «Les lavandes et l'apiculture dans le sud-est de la France, les Annales de l'Abeille», Inra éditions, 6 (2), 85-159p.
- **Barkouti, A., 2012.** Agglomération humide de poudres à réactivité de surface- Approche mécanistique de la morphogenèse de structures alimentaires agglomérées. Université Montpellier II-Sciences et Techniques du Languedoc.
- **Barkouti, A., Rondet, E., Delalonde, M., Ruiz, T., 2012.** Influence of physicochemical binder properties on agglomeration of wheat powder in couscous grain. Journal of Food Engineering 111, 234-240.
- **Baytop T. 1999.** Therapy with medicinal plants in Turkey (Past and Present). No. 3255 (2nd ed., pp. 244–245). Istanbul : Publications of the Istanbul University
- **Beji-Becheur A.** Couscous connexion : l’histoire d’un plat migrant. (2008) Session 2. 17p
- **Bellakhdar J., 1997.** La pharmacopée marocaine traditionnelle. Médecine arabe ancienne et savoirs populaires. IBIS Pess.318 P.
- **Benabdelkader, T., Zitouni, A.,Guitton ,Y., Jullien ,F., Legendre, L., Kameli, A .(2011)** «Essential oils from Wild Population of Algerian *Lavandula stoechas* L. composition , chemical variability , and in vitro Biological properties . Chem Biodivers. », 937-53p.
- **Benatallah L., Zidoune M. N., Oulamara H., Aglia., 2006.**Formulation et fabrication de couscous à base de riz et de légumes secs pour malades coeliaques. Actes SAR GP3A, Tunis : 160-164.
- **Besombes. C,(2008)** «Contribution à l’étude des phénomènes d’extraction hydro-thermomécanique d’herbes aromatiques : Application généralisées»,thèse de Doctorat. Université de la Rochelle, 289p.
- **Block. G., (1992).** A role for antioxidants in reducing cancer risk. Nut.Rev, 50, pp 207-213.
- **Block. G., Langsteh L., (1994).** Antioxidants vitamins and disease prevention. Food Technol, pp 80-84.

- **Bouillard. B, (2001).** Plantes médicinales du monde, croyances et réalités. Edition ESTEM. P306-307
- **Boudreau . A, Germainménar,(1992) :** Le Blé éléments fondamentaux et transformation. Presses Université Laval, 1992 - 439 pages.

C

- **Chehat, F. (2007).** Analyse macroéconomique des filières, la filière blés en Algérie. Projet PAMLIM “ Perspectives agricoles et agroalimentaires Maghrébines Libéralisation et Mondialisation” Alger : 7-9 Avril 2007.
- **Chu,C. J et Kemper, K. J. (2001)** « Lavender (*Lavandula spp.*) ». Longwood Herbal Task. Force, 32p.
- **Codex Alimentarius :** Norme codex 202-1995. Norme codex pour le Couscous. P 01- 03
- **Codex stand 178-1991(Rév-1-1995)** Norme codex pour la semoule et la farine de blé. 1-4 p
- **Cuq, B., Mandato, S., Jeantet, R., Saleh, K., Ruiz, T., 2013.** Food powder agglomeration. Handbook of Food Powders, Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition No. 255, pp. 150-177.
- **Chemache, L ; Kehal, F ; Namoun. H ; Chaalal. M et Gagaoua. M, (2018).** Couscous : ethnic making and consumption patterns in the Northeast of Algeria. Journal of Ethnic Foods.

D

- **Dadalioglu .I., Evrendilek GA, (2004):** Chemical compositions and antibacterial effects of essential oils of Turkish oregano (*Origanum minutiflorum* Bay laurel (*Laurus nobilis*), Spanish lavender (*Lavandula stoechas* L.), and fennel (*Foeniculum vulgare*) on common foodborne pathogens, *J Agric Food Chem.*, 52(26), 8255---8260.
- **Dahoun-Lefkir, S., (2005).** Influence des conditions de l’hydratation sur la qualité technologique du couscous. Thèse de Magister, INA, El-Harrach, Alger
- **Debbouz A., Dick J W., Donnelly B.J., (1994):** Influence of raw material on couscous quality. *Cereal foods word-* 39(4) : 231-236

- **Debbouz A. et Donnelly B.J.,(1996)** : Process effect on couscous quality. Engineering and processing. Cereal chem. Vol. 73. P : 668-671.
- **Derouiche. M, (2003)** : Couscous – Enquête de consommation dans l’est algérien, fabrication traditionnelle et qualité. Thèse de Magister. INATAA. Université de constantine.125 p.
- **Dexter J.W. et Matsuo R.R., 1980.**Relation between durum weat protein properties and pasta dough rheology and spaghetti cookinn quality.J. Agric. Food Chem. 26-899p.
- **Djeridane, A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N., (2006).** "Antioxidant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolic compounds." *Food chemistry* 97.4: 654-660.
- **Dick J. W. et Matsuo R.R., 1988.** Durum wheat and pasta products, pp: 507-547. In « Wheat Chemistry and Technology ». Ed. AACCC. St. Paul Minnesota. USA.
- **Dubois. G , (1956).** de Chiroptères. *Rev. Suisse Zool*, 63, 183-202.

E

- **Elias E. M., 1995.** La qualité du blé dur dans la régions méditerranéenne Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 1995.284 p. (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; N°22.

F

- **Fortin. (1996).** Etude comparative des paramètres physicochimiques, technologiques, rhéologiques et microbiologiques des différentes marques de semoule mises sur le marché de la commune de Tébessa. Mémoire de Master, Université de LARBI TEBESSI TEBESSA.
- **Feillet. P., Autran J.C., Icard-Verniere C., 2000.** Bases biochimiques du brunissement des pates alimentaires. In Royo C. (ed), Nachit M.M.(ed) Di Fonzo N.(ed), Araus J.L (ed) Durum wheat improvement in the Mediterrean region: New challenges.L’amélioration du blé dur dans la region méditerranéenne : Nouveaux défis Zaragoza : CIHEAM-IAMZ, 2000.620p

- **Feillet, P (2000).** Le grain de blé composition et utilisation. In : INRA EDITIONS, Paris, France, 308-303P.

G

- **Gilani. A., Aziz .N., Khan. M., Shaheen. F., Jabeen Q., Siddiqui. BS., Herzig. J :** Ethnopharmacological evaluation of the anticonvulsant, sedative and antispasmodic activities of *Lavandula stoechas* L., *J Ethnopharmacol.*, 2000 71(1---2), 161---167.
- **Giray. E et Kirici, S. (2008)** «Comparing the effect of sub-critical water extraction with conventional extraction methods on the chemical composition of *Lavandula stoechas* L. *Talanta*» 74, 930-935p.
- **Görena, A.C., Topc , G., Bilsela, G., Bilsel, M., Aydog ĩmus , Z and Pezzuto, J.M. (2002)** «The Chemical Constituents and Biological Activity of Essential Oil of *Lavandula stoechas* ssp.*stoechas*», 798-799p.
- **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.

H

- **Hafsa, I., Mandato, S., Ruiz, T., Schuck, P., Jeantet, R., Mejean, S., Chevallier, S., Cuq, B., (2015).** Impact of the agglomeration process on structure and functional properties of the agglomerates based on the durum wheat semolina. *Journal of Food Engineering* 145, 25-36.
- **Henk J., Zwir E., Rik L., (2003).** Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes Ingrédients Additifs*, N° 44, pp 42-45.
- **Hussain A. (2004).** Characterization and biological activities of essential oils of some species of *Lamiaceae* Théses de Doctorat. Université d'agriculture Faisalabad. Pakistan

J

- **Jullien. J , Juillet, (2016)** «Guide de reconnaissance Plantes hôtes potentielles de *Xylella fastidiosa* subsp, multiplex en France, Surveillance biologique du territoire (SBT) dans le domaine végétal, Symptôme d'une infection de *Xylella fastidiosa* subsp, multiplex sur *Polygala myrtifolia* », 1ère édition.

K

- **Kellou, R. (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité qualité-méditerranéen le cas coopératif sud céréales, groupe coopératif accitan et Auecoop. Thèse master, CIHEMM Montpellier.

L

- **Lim T,(2014).** Edible medicinal and non-medicinal plants (Vol. 1, pp. 656-687). Springer.
- **Linden et Lorient (1994).** Biochimie agro-industrielle : valorisation alimentaire de la production agricole. Paris : édition Masson. 367p.
- **Lis-Balchin M. (2002).** Lavender, the genus *Lavandula*. London & New York : Taylor and Francis, 268p.

M

- **Manach C., Scalbert A., Morand C., Remezy C., Jimenez L.,(2004).** Polyphenols : food sources and bioavailability. *Journal American of Clinical Nutrition*, 79, 5, pp
- **Mennal. H et Chennafi. S, (2015):** Synthèse bibliographique des résultats de recherche sur l'application des huiles essentielles de quelques espèces de la famille de Lamiacées obtenues à l'Université de Khemis Miliana. Faculté : Science de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre
- **Messaadi, H. A et Samai, S. (2016).** Etude comparative des paramètres physicochimiques, technologiques, rhéologiques et microbiologiques des différentes marques de semoule mises sur le marché de la commune de TEBESSA. Mémoire de master, Université de Larbi Tébessi TEBESSA.

- **Mezroua. L, (2011) :** Etude de la qualite culinaire de quelques couscous Industriels et artisanaux et effet d'adjonction de la matière grasse durant la cuisson. Thèse de magister. Université Mentouri Constantine, Algérie. 107pages.

N

- **Nadkarni. K, (1982)** «Indian Materia Medica », third ed. Popular Prakashan, Bombay, 730p.
- **Najafi Z., Taghadosi. M., Sharif .K., Farrokhian. A., Tagharrob. Z (2016) :** The effects of inhalation aromatherapy on anxiety inpatients with myocardial infarction : a randomized clinical trial, *Iran Red Crescent Med J.*, (en ligne), 2014, 16(8), (page consultée le 11 février 2016).

P

- **Paul, A. F., Houssu, (2007).** Segla.W .PADONOU, Mariene C.D.N. VODOUHE, Hermine.A.F.HOUSSU,Segla.W..PADONOU,Mariene C.D.N. VODOUHE, METOHOUE.
- **Peter K. V,(2004).** Handbook of herbs and spices. v. 1. Woodhead publishing
- **Godon, B. Willim, C. (1988).** Les industries de première transformation des céréales, 561p.

R

- **Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G., (1995).** Structure-Antioxidants Activity Relationships Of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(07), pp 933-956.
- **Rondet. E., Cuq. B., Cassan. D., Ruiz. T., (2016).** Agglomeration of wheat powders by a novel reverse wet agglomeration process. *Journal of Food Engineering* 173, 92-105.

S

- **Saad. M., Rondet. E., Ruiz. T., Cuq. B., Barkouti . A., (2010).** Réactivité et mécanismes d'agglomération de la semoule de blé dur : description de la croissance et de la texture des agglomérats. *Industries des Céréales* 169, 30-31.
- **Saad. M., Barkouti. A., Rondet. E., Ruiz.T., Cuq. B., (2011).** Study of agglomeration mechanisms of food powders: application to durum wheat semolina. *Powder technology* 208, 399-408.

- **Scalbert .A., Morand. C., Manach. C., Rémésy. C., (2002).** Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacother*, 56, pp 276-282.
- **Sebah, Selmi. S., Rtibi. K., Gharbi. N., Sakly .M, (2015) :** Protective effect of *Lavandula stoechas* and *Rosmarinus officinalis* essential oils against reproductive damage and oxidative stress in alloxan---induced diabetic rats, *J Med Food.*, 2015, 18(2), 241---249.
- **Selmi. S., Jalloulim, Gharbi. N., Marzouki. L, (2015):** Hepatoprotective Hepat and Renoprotective Effect of Lavender (*Lavandula stoechas* L.) Essential Oils Against Malathion---Induced Oxidative Stress in Young Male Mice, *J Med Food.*, 18(10), 1103---1111.
- **Schauenberg et Paris. (2010)** « Guide des plantes médicinales, Analyse, description et utilisation de 400 plantes. Delachaux et Niestlé».
- **Skoula.M., Abidi.C., & Kokkalou.E,(1996).** Essential oil variation of *Lavandula stoechas* L. ssp.*stoechas* growing wild in Crete (Greece). *Biochemical Systematics and Ecology*, 24(3), 255-260.
- **Souci .S ; Fahmann. N, et Kraut, (1994).** Enquête de consommation du couscous dans la ville de GUELMA et étude de sa qualité technologique. Mémoire de Master, Université 8 Mai 1945 GUELMA.

U

- **Upson T. M., Grayer R. J., Greenham J.R., Williams C. A., Al-ghamdi F et Chen F.H. (2000)** «Leaf flavonoids as systematic characters in the genera *Lavandula* and *Sabaudia* », *Biochemical Systematics and Ecology*. n. 28, 991-1007p.
- **Upson, T. and Andrews. S, (2004).** The genus *Lavandula*. Portland and Oregon, USA : Timber Press. P 442.
- **Usmanghani K., Saeed A. et al.(1997).** *Indusynic Medicine. Traditional Medicine of Herbal, Animal and Mineral Origin in Pakistan*, University of Karachi, University of Karachi Press, p 273.

V

- **Vandecandelaere E ., Arfini F., Belletti G., Marescotti, A.(2009).** territoires, produits et acteurs locaux: des liens de qualité Guide pour promouvoir la qualité liée

à l'origine et des indications géographiques durables .ISBN 978-92-5-206374-2. FAO 2009.

- **Velioglu, Y., Mazza, G., Gao, L., & Oomah, B. D. (1998).** Antioxidant activity and total phenolics in selected fruits, vegetables, and grain products. *Journal of agricultural and food chemistry*, 46(10), 4113-4117.

Y

- **Yettou N., Ait Kaci M., Guezlane L., Ait Amar H., (1997).** Détermination des caractéristiques viscoélastiques du couscous cuit au moyen du viscoélastographe Chopin. Ind. Ali. Agr. N°12. P : 844-847
- **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., Guezlane L., Ounane G., (2000).** Mise au point d'une méthode instrumentale d'évaluation de la délitescence du couscous de blé dur. Pp : 271-277. In : blé 2000, enjeux et stratégies. Actes du premier symposium international. Sur la filière blé. OAIC Alger. 348 pages.
- **Yousfi. L , (2002).** Influence des conditions de fabrication sur la qualité du couscous industriel et artisanal. Thèse de Magister. DNATAA. Université de Constantine. 141p.

Annexe

Annexe 01 : Appareillage .



Four à moufle



Etuve



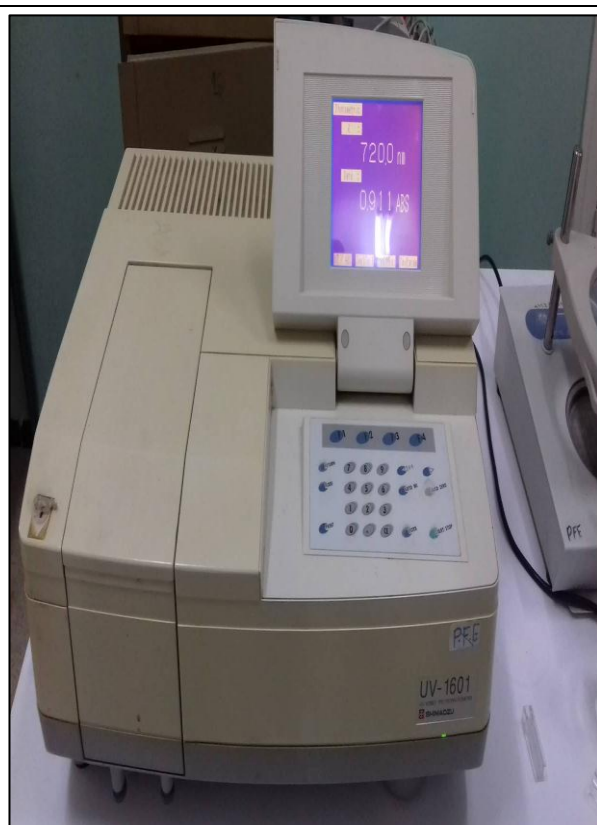
Dessiccateur



Plansichter



Balance analytique



Spectrophotomètre



Agitateur magnétique

Annex 2

Verreries et autres :

- Flacons
- Fiole jaugée
- Béchers
- Nacelles (pour le four à moufle)
- Micropipettes
- Entonnoir en verre
- Erlenmeyer
- Éprouvette graduée
- Tube à essai stérile

Réactifs :

- Acide sulfurique
- Méthanol
- Folin-ciocalteu
- Chlorure d'aluminium
- Carbonate de sodium
- Phénol

Annex 3

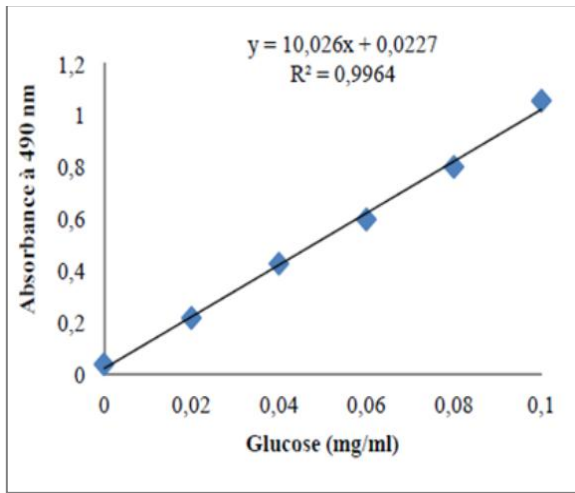


Figure n°1: Courbe d'étalonnage des glucides totaux

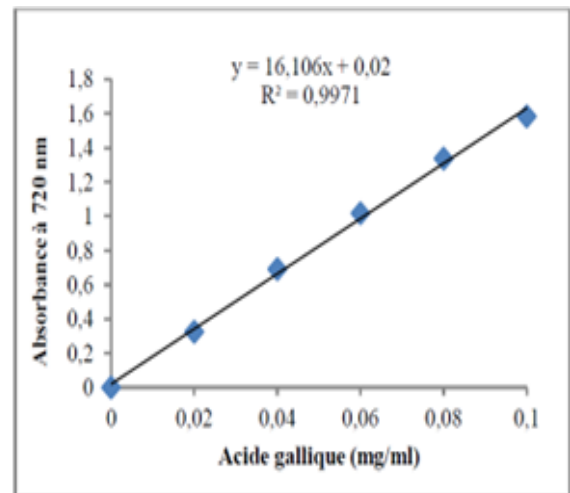


Figure n°2: Courbe d'étalonnage des polyphénols

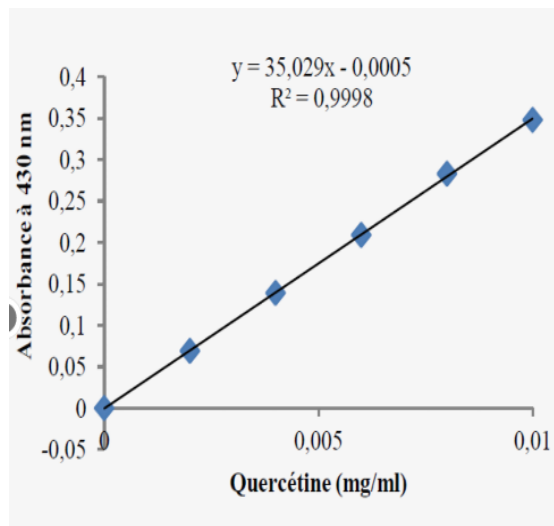


Figure n°3 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Annex 4



UNIVERSITE DE BLIDA1



FACULTE DES SCIENCES DE NATURE ET DE LA VIE
DEPARTEMENT AGRO-ALIMENTAIRE
MASTER 2 : AGRO-ALIMENTAIRE ET CONTROLE DE QUALITE
ANNEE UNIVERSITAIRE 2021-2022
FICHE SENSORIELLE ET DE DEGUSTATION

Date de la dégustation : / /

NOM DU PRODUIT : COUSCOUS ENRICHI EN POUDRE DE LAVANDE

Nom :

Prénom :

Age :

Sexe : Masculin

Féminin

Légende :

Couscous à base de blé dur seul

Couscous à base de blé dur enrichi

1. COULEUR

Claire :

Foncé :

Très foncé :

2. ODEUR :

Agréable :

Désagréable :

Aucune :

3. GOUT

Mauvais :

Bon :

Très bon :