

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA

**FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE
EN SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
Filière: Sciences Alimentaires
Spécialité: Sciences Alimentaires

Thème:

**COMPARAISON TECHNOLOGIQUE, ORGANOLEPTIQUE
ET NUTRITIONNELLE DE TROIS COUSCOUS ARTISANAUX
A BASE DE BLE DUR, D'ORGE ET DES GLANDES DE QUERCUS.**

Présentée par:

ELAHCENE FATIHA

Devant le jury composé de :

M.	B. KADRI	Maître de conférences B	USDB	Président
M ^{me}	A. DOUMANDJI	Maître de conférences A	USDB	Promotrice
M.	S.A. RAMDANE	Maître assistant A	USDB	Examineur
M ^{me}	Z.ABDELAOUI	Maitre assistante B	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2011 – 2012

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA

**FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES**

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE
EN SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
Filière: Sciences Alimentaires
Spécialité: Sciences Alimentaires

Thème:

**COMPARAISON TECHNOLOGIQUE, ORGANOLEPTIQUE
ET NUTRITIONNELLE DE TROIS COUSCOUS ARTISANAUX
A BASE DE BLE DUR, D'ORGE ET DES GLANDES DE QUERCUS.**

Présentée par:

ELAHCENE FATIHA

Devant le jury composé de :

M.	B. KADRI	Maître de conférences B	USDB	Président
M ^{me}	A. DOUMANDJI	Maître de conférences A	USDB	Promotrice
M.	S.A. RAMDANE	Maître assistant A	USDB	Examineur
M ^{me}	Z.ABDELAOUI	Maitre assistante B	USDB	Examinatrice

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2011 – 2012

Dédicaces

Je Dédie ce travail

Aux plus chaire trésor de ma vie

Mes parentes

**Qui ont été toujours avec moi et qui m'ont donné un courage pour
suivre en avant.**

A mes frères

Mohamed, Tayebe, Djamel, AbedeRaouf

A tout ma famille

A mes meilleures amies

Nacera, Salima, Amina, Wafaa, Souad, Khadidja, Wahiba, Meriam, Naima, Iman

A tout mes amies

**A tout mes amis de la promotion 2006-2011 des sciences agronomiques
Université de Blida**

Fatiha Elahcene

Remerciements

Je remercie mon Dieu de nous avoir donné la force et la santé et le courage d'achever ce travail.

Au terme de ce travail, je désire exprimer ma gratitude à toutes les personnes qui ont aidé à sa réalisation et à tous ceux qui ont participé au développement de mes idées.

Mes remerciements s'adressent en premier lieu à ma promotrice, **Dr DOUMANDJI Amel**, pour ses idées et ses conseils durant la réalisation de cette mémoire.

Je voudrais remercier **Mr KADRI**, qui nous fait l'honneur de présider ce jury, **Mm ABDELAOUI** et **Mr RAMDANE** pour avoir accepté d'examineur et de juger ce travail pour avoir accepté de faire l'évaluation de ce mémoire.

Je tiens également à exprimer ma plus vive reconnaissance à **ASSIA** qui m'a donné libre accès au laboratoire de l'unité SARL SOPI.

J'adresse mes remerciements à l'ensemble du personnel technique et administratif de l'unité des Production pâtes et couscous, à **Mr KRALED KEBIR Rabah** le chef de répartition.

Je remercie l'ensemble du personnel technique et administratif du centre de sidi Abdelkader en particulier **Mr Bouamrane**, **M^{elle} Sihem** pour leur aide et le courage au cours de la réalisation de ce travail.

Mes vifs remerciements vont à tous ceux qui ont collaboré à l'achèvement de ce travail particulièrement à ma famille.

ELAHCENE Fatiha

LISTE DES SYMBOLES ET DES ABREVIATIONS

α : Roulage et calibrage

AFNOR : Association Française de Normalisation.

°C : Degré Celsius.

FAO : Food and Agriculture Organisation.

FISE : Fonds International de Secours de l'Enfance.

G : Gramme.

GCO : Groupe Coopératif Occitan.

Ha : hectares

ISO : Internationale Standard Organisation.

Kg : kilogramme.

Kj : kilojoule

L : litre

M : mètre

ml : millilitre.

mm : millimètre

mn : minute.

NF : Normes Française.

OAIC : l'office algérien interprofessionnel des céréales.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

% : pourcent

pH : Peroxyde d'hydrogène.

Q : quercus

SG : Semoules grosses.

SM : Semoule moyennes.

SSSE: Semoules sassées super extra.

SSSF : Semoules sassées super fines.

μ m : micromètre

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX

Figure 1.1.	Coupe longitudinale d'une graine de blé.....	10
Figure 1.2.	Diagramme de grain d'orge.....	11
Figure 1.3.	Répartition géographique du chêne.....	19
Figure 1.4.	Coupe longitudinale de glande de quercus.....	20
Figure 1.5.	Diagramme de la production de couscous industrielle.....	25
Figure 2.6.	Echantillon des éléments de la fabrication des trois couscous de l'étude.....	31
Figure 2.7.	Les trois semoules de fabrication.....	31
Figure 2.8.	Diagramme traditionnel adopté pour la fabrication des couscous.....	33
Figure 2.9.	L'étape de calibrage, précuisson et d'hydratation de semoule.....	35
Figure 2.10.	L'étape de roulage et calibrage.....	36
Figure 2.11.	L'étape de précuisson de couscous (Etape de finition).....	37
Figure 2.12.	Le séchage de couscous.....	38
Figure 2.13.	Diagramme de cuisson du couscous.....	51
Figure 2.14.	Formulaire de réponse pour évaluation sensorielle.....	53
Figure 2.15.	L'aspect des couscous sec fabriqués.....	56
Figure 2.16.	Composition en cellulose brute.....	65
Figure 2.17.	Granulométrie des semoules de la fabrication.....	66
Figure 2.18.	Granulométrie des couscous fabriqués.....	67
Figure 2.19.	L'indice de Gonflement des couscous fabriqués à 25°C.....	68
Figure 2.20.	L'indice de Gonflement des couscous fabriqués à 100°C.....	68
Figure 2.21.	L'indice de Prise en Masse (IPM) des couscous étudiés.....	72
Figure 2.22.	Notes moyenne de couleur, collant, fermeté, goût et texture des couscous.....	74
Figure 2.23.	Présentation des trois plates étudiées après cuisson.....	75
Figure 2.24.	Images des particules de couscous des trois formules.....	76

Tableau 1.1.	La classification de blé dur	07
Tableau 1.2.	La classification d'orge.....	08
Tableau 1.3.	Composition générale des graines de céréales.....	12
Tableau 1.4.	La classification de chène.....	18
Tableau 2.5.	Bilan de fabrication des trois couscous.....	57
Tableau 2.6.	Teneur moyenne en eau des semoules et des couscous fabriquées.....	58
Tableau 2.7.	Teneur moyenne en cendres des semoules et des couscous fabriqués..	59
Tableau 2.8.	Teneur en gluten des semoules de la fabrication.....	60
Tableau 2.9.	L'acidité grasse des semoules et des formules des couscous fabriqués.....	62
Tableau 2.10.	Teneur en protéines, glucides et lipides des trois formules de couscous.....	63
Tableau 2.11.	Degré de délitescence et le Comportement de l'amidon de couscous...	71
Tableau 2.12.	Paramètres de cuisson des couscous étudiés.....	73
Tableau 2.13.	La perte à la cuisson des couscous étudiés.....	73
Tableau 2.14.	Représentation des résultats d'analyses microbiologiques des échantillons étudiés.....	77

Résumé

L'objectif de cette présente étude est l'élaboration des formules du couscous artisanaux, les trois formules à base de blé dur (*Triticum durum*), orge (*Hordeum vulgare*) et des trois variétés des glandes de quercus (*Quercus ilex*, *Quercus suber* et *Quercus coccifera*) et d'étudier leurs faisabilité technologique, leurs aptitudes culinaires et leurs apports nutritionnelles.

La granulométrie des couscous témoin et couscous d'orge (CO) sont appartenant à la classe] 630-1250 [μm , le couscous issu de la formule couscous des glandes de quercus (CGQ) renferme une proportion très élevée en fraction [1000-2000] μm .

La structure des trois formules fabriquées sont lisses avec présence des quelque microreliefs correspondant aux particules de fines semoules attachées à celle de la grosse semoule, le CGQ gonfle plus que les deux autres, pour le rejoindre au même niveau à 100 °C.

Les couscous de blé dur (CBD) et CO ont le même niveau de délitescence, alors que le CGQ ce délite moins. Notre nouveau couscous ou CGQ est présentée comme un aliment diététique pauvre en gluten, résoudre les problèmes de maladie de cœliaque.

Il semble que le temps de cuisson influés légèrement sur les IPM des CGQ ces indices restent toujours inférieurs à celui de CBD et CO.

Le couscous des glandes présentes un taux de cellulose brute d'environ 3,5 % contre 2,95% pour celui d'orge, le couscous de blé dur renferme la proportion la plus faible (1,9%).

Le couscous des glandes de quercus est très riche en lipides (3,5%), renferme la valeur énergétique la plus élevée.

Mots clés: couscous artisanales, blé dur, orge, glandes de quercus, aptitudes culinaires, apports nutritionnelles.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو اعداد صيغ من الكسكسى التقليدي، الصيغ الثلاثة قائمة على القمح الصلب (تريتيكوم القاسي) والشعير (شعير فولغاري) وثلاثة انواع من غدد البلوط (البلوط الأخضر، بلوط *suber* و البلوط *coccifera*)، و دراسة الجدوى التكنولوجية، كفاءة الطهي و القيمة الطاقوية. حبيبات الكسكسى الشاهد و كسكسى الشعير تابع للفتة [630-1250 ميكرون، والكسكسى من صيغة الغدد يحتوي على نسبة عالية جدا من الجزء [1000-2000] ميكرون. هيئة الصيغ الثلاثة المصنعة أملس مع وجود بعض التعرجات البسيطة المنسوبة الى التصاق الدقيق الرفيق بالخشن ، كسكسى الغدد تنتفخ أكثر من الاثنين الآخرين، للانضمام إليه في نفس المستوى عند 100 درجة مئوية. كسكسى القمح الصلب و الشعير لديهما نفس المستوى من التفكك، في الوقت الذي يكون وكسكسى الغدد يتحلل اقل. ويقدم الكسكسى الجديد أو كسكسى الغدد كغذاء صحي منخفض في الغلوتين يجنب مشاكل مرض الاضطرابات الهضمية. يبدو أن وقت الطهي يؤثر قليلا على IPM من الغدد هذه المؤشرات تبقى دائما اقل من الكسكسى القمح القاسي و كسكسى الشعير.

كسكسى الغدد يحتوي على زيادة ملحوظة من الألياف الخام من نحو 3.5% مقابل 2.95% للشعير، الكسكسى القمح القاسي يحتوي على أقل نسبة (1.9%). كسكسى غدد البلوط غني جدا بالدهون (3.5%)، يتضمن أعلى قيمة للطاقة.

كلمات البحث: الكسكسى التقليدي، والقاسي والشعير و غدد البلوط، مهارات الطبخ و الحصيلة الغذائية.

Summary

The objective of this study is the development formulas couscous craft, the three formulas based wheat (*Triticum durum*), barley (*Hordeum vulgare*) and three varieties of glands *Quercus* (*Quercus ilex*, *Quercus suber* and *Quercus coccifera*) and are studying their technological feasibility, their culinary skills and nutritional intake.

The particle size of couscous witness and barley couscous (CO) are in class] 630-1250 [microns, couscous from the glands of *Quercus* (CGQ) formula contains a very high fraction [1000-2000 [microns.

The structure of the three formulas are manufactured with smooth microrelief presence of some particles corresponding to the fine attached to that meal of hominy, the CGQ swells more than the other two, to join him at the same level at 100 ° C.

The wheat couscous (CBD) and CO have the same level of disintegration, while it disintegrates CGQ monk. Our new couscous or CGQ is presented as a health food low in gluten, the problems of celiac disease.

It seems that the cooking time slightly influés on IPM of CGQ these indices are still less than that of CO and CBD.

Couscous glands present a significant rise in the crude fiber of about 3.5% against 2.95% for the barley; durum wheat couscous contains the lowest proportion (1.9%).

Couscous glands quercus is very rich in lipids (3.5%), contains the highest energy value.

Keywords: homemade couscous, durum, barley, *Quercus* gland, cooking skills, nutritional intake.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les céréales, blé dur (*Triticum Durum*) et l'orge (*Hordeum vulgare*) ont toujours occupé une place prépondérante dans l'alimentation humaine notamment des algériens. Longtemps considérées comme des aliments énergétiques de par leur richesse en glucides, elles constituent néanmoins une source importante de protéines alimentaire proviennent des céréales sous différentes plates.

Parmi les pâtes traditionnelles, le couscous vient en tête des pâtes consommées par la famille algérienne [1]. L'enquête de YOUSFI (2002) sur l'est algérien a révélé une consommation moyenne du couscous fin de l'ordre de 9,21 kg/an/hab. Une autre enquête réalisée dans la wilaya de Constantine a montré que le couscous est préparé au moins une fois par semaine par 57% des ménages enquêtés [2], mais la production totale des matières premières ne renferme pas les besoins des familles algériennes.

Le couscous n'est pas seulement le "plat national" mais il fait partie de la vie quotidienne de la famille algérienne ; la semaine ne saurait se terminer sans le plat du couscous du vendredi.

Le gluten des céréales et d'autres aliments est considéré comme un facteur environnemental qui provoque chez certain personnes une réaction inflammatoire anormale, la maladie cœliaque [3].

Le territoire algérien couvre un espace forestier important. La superficie de chêne est de 40315Ha soit 23,61% du territoire de la Wilaya de Tipaza, l'occupation du sol par essence donne une répartition où le pin d'Alep est le plus répandu avec 55,69% (22.452Ha) suivi du chêne vert 17,01% (6.857Ha), quant au chêne liège dont l'aire se situe beaucoup plus du côté ouest de la Wilaya, il occupe 6,98% (2.812Ha) de la superficie forestière totale de la Wilaya [4], la production des glandes de l'espace forestière de chêne est acceptable.

Les forêts qui les couvraient alors, ont donc, très tôt, enduré la présence de ces populations qui exigeaient tout d'elles: espace, nourriture, chauffage, matériaux de construction, pâturage, etc.... [5].

Dans un autre point, le consommateur algérien souffre de problèmes gastriques liés au trouble digestif et aux allergies liées au gluten ou maladie de cœliaque, pour palier à ces problèmes nous proposons deux types de couscous (couscous d'orge et le couscous des glandes de quercus) qui sont à la fois riche en fibres alimentaire et pauvre en gluten.

Les objectifs de cette présente étude sont comme suit:

- ✚ Formulation des trois types de couscous artisanale à base de blé dur, d'orge et des glanes de quercus.
- ✚ Valorisation des glandes du quercus pour une alimentation humaines.
- ✚ Ainsi que d'étudier L'aptitude technologique des trois formules avec appréciation des caractéristiques technologiques et nutritionnelles.
- ✚ Développer une nouvelle habitude culinaire en proposant au consommateur un produit alimentaire enrichi et satisfaisant.

PARTIE 1
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1

LES CEREALES

1- Les Céréales

1-1 La culture des céréales en Algérie

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale, cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière [6]; [7] et [8].

Cette filière est industrialisée, très liée au marché international avec une gouvernance étatique et une gouvernance privée de blé [9].

Pour 2011, l'OAIC, principal importateur public, devrait s'approvisionner pour 700 millions à 800 millions de dollars en produits céréaliers, hors importations des opérateurs privés, selon le ministère de l'Agriculture de l'Algérie [10]. La céréaliculture en Algérie est pratiquée par près de 600.000 agriculteurs dont 372.400 recensés au niveau des chambres de l'agriculture comme des professionnels de la filière sur une superficie qui a atteint 3,2 millions d'hectares [10], L'OAIC ne représentant dans ce segment que 30% de la commande interne. La production céréalière algérienne a atteint 42,5 millions de quintaux lors de la campagne 2010/2011, en baisse de 7% par rapport à la saison dernière [11].

L'Algérie a importé pas moins de 13 millions de tonnes de la France, en dehors de l'union européenne, sur les pays tiers, avec l'Algérie comme premier client. Les céréaliers français ont exportés 4,9 millions de tonnes de blé dur et tendre vers l'Algérie en 2010. L'Algérie a déjà importé 1,6 millions de tonnes, depuis le début de la campagne de commercialisation 2011-2012 [11].

Les quantités de blé importées par l'Algérie ont atteint 6,35 millions de tonnes durant les dix premiers mois 2011 contre 4,52 millions de tonnes à la même période en 2010, soit une augmentation de 1,83 million de tonnes [10].

L'Algérie a atteint une autosuffisance en blé dur pour la deuxième année consécutive, ont annoncé les services du ministère de l'Agriculture. Selon le ministre du secteur, la récolte jusqu'au 26 juin 2010 a atteint 2.722.500 quintaux, précisant que le blé dur représente 57% de cette quantité avec un volume de 6,1 millions de tonnes en 2009 [12].

L'Algérie importé 1 million 500000 tonnes de blé dur sur la France, cette année, l'Algérie va acheter 2 millions de tonnes de blé dur sur le marché mondial [13].

L'évolution quinquennale de la production des céréales (1961 à 2005), présenté par l'annexe 01.

1-2 Description générale

Selon CALVEL (1984) [14], les céréales sont des plantes cultivées principalement pour les grains .en effet l'albumen amylicé réduit en farine est consommable par l'homme et par les animaux domestiques.

La consommation des céréales est très élevée dans nous région, ce sont des produits énergétiques, stocké à long terme, présentant une facilité lors de leur transport [15].

L'orge comme toutes les céréales est une graminée annuelle, leur fruit est un caryopse pointu aux deux extrémités [16], comme le montre la figure 1.2.

En tant que sources énergétiques et protéiques, les céréales demeurent la principale nourriture de la planète, avec une présence continue [17].

1-2-1 Taxonomie et écologie

1-2-1-1 Taxonomie

1-2-1-1-1 Le blé dur

Le blé dur (*Triticum turgidum* ssp. *durum*) est une monocotylédone de la famille des Graminées, de la tribu des Triticées et du genre *Triticum*. En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre (*Triticum aestivum* L.), d'après **BOWDEN (1959) [18]** la classification de blé dur est comme suite :

Tableau 1.1 : La classification de blé dur

<u>Classification</u>	
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Sous-classe	Commelinidae
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Sous-famille	Pooideae
Tribu	Triticeae
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum turgidum</i>
Sous-espèce	<i>Triticum turgidum</i> ssp. <i>Durum</i>

1-2-1-1-2 L'orge

L'orge (*Hordeum vulgare*) est une céréale à paille, plante herbacée annuelle de la famille des poacées. Elle est la plus ancienne céréale cultivée, d'après **BOWDEN (1959) [18]** la classification de blé dur est présentée par le tableau 1.2.

Tableau 1.2 : La classification d'orge

<u>Classification</u>	
Règne	Plantae
Division	Magnoliophyta
Classe	Liliopsida
Ordre	Cyperales
Famille	Poaceae
Genre	<i>Hordeum</i>
Espèce	<i>Hordeum vulgare</i>

1-2-1-2 Ecologie

L'orge a besoin de beaucoup d'humidité au moins 500 mm de pluies, elle a une Bonne croissance surtout au dessus de 2000 m sont des sols limoneux fertiles, bien drainés avec un pH de 7-8 [16].

L'orge cultivée est représentée par un petit nombre d'espèces et de variétés mais par de nombreuses sortes dont certaines donnent de très beaux grains [19].

Le blé dur est bien adapté aux régions à climat relativement sec, où il fait chaud le jour et frais la nuit durant la période végétative, ce qui est typique des climats méditerranéens et tempérés [20].

1-2-2 Morphologie

Le grain se compose de 3 parties principales [21]; [22] et [23]:

- le **péricarpe** ou **enveloppe**: c'est la pellicule cellulosique qui protège le grain pendant sa formation dans l'épi, au cours de sa conservation et aussi pendant la levée, dans le sol, en limitant l'entrée des moisissures et des bactéries. Toutefois le péricarpe n'est pas étanche et permet le passage de l'air et de l'eau, cette partie occupe 12% à 15% de poids totales.
- l'**endosperme** ou **amande**: constitue presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon. On y trouve l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination avec un poids totale de 82% à 86%.
- le **germe** ou **embryon** comprend 2 parties (2% à 3% de poids totale): la plantule (future plante) et le cotylédon (réserve de nourriture très facilement assimilable, destinée à la plantule) qui contient l'essentiel des matières grasses du grain dans le cas des céréales.

Le fruit est un caryopse (fruit sec indéhiscent dont le péricarpe est soudé à la graine), l'orge est un grain vêtu par contre le blé est nus [15].

Les céréales sont de la famille des graminées, leur grain ou caryopse, se présente soit nu lorsqu'il a perdu ses enveloppes sous l'effet du battage (blé et maïs), soit vêtu lorsque ses enveloppes sont restées attachées ou soudées au grain après battage (orge, avoine, sorgho, riz) [21].

Les schémas ci-dessous (figure 1.1 et 1.2) représentent les différentes composantes de blé et d'orge

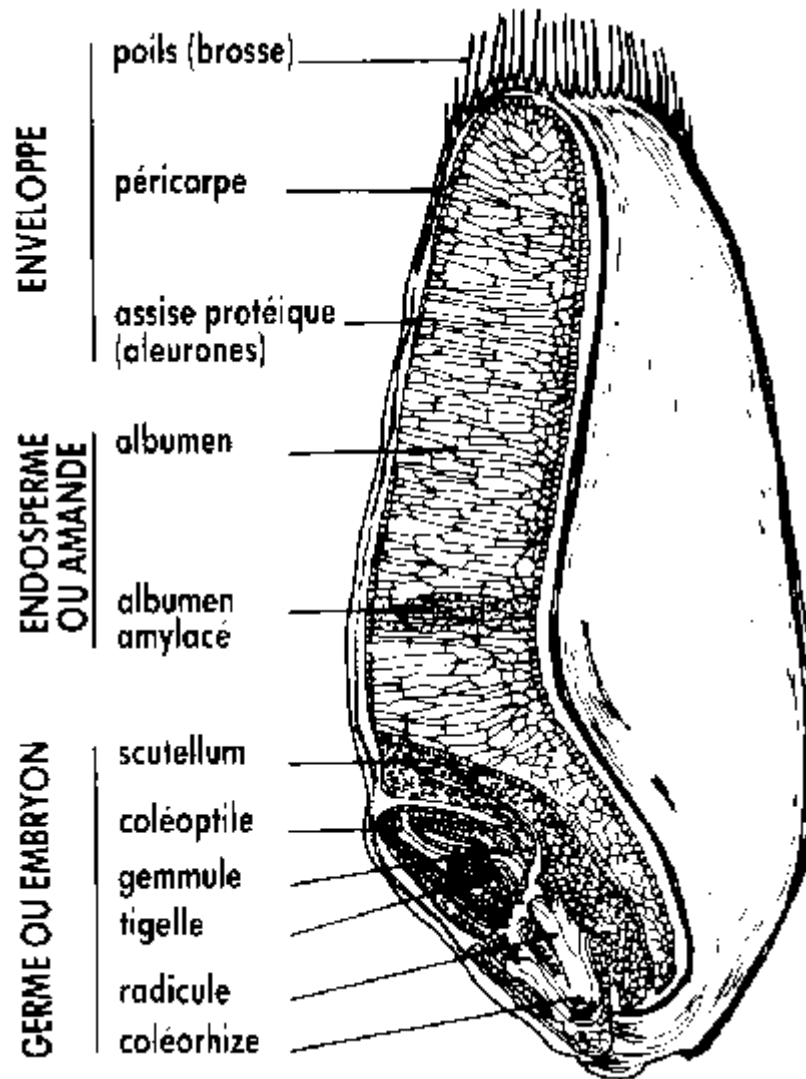


Figure 1.1 : Coupe longitudinale d'une graine de blé [21].

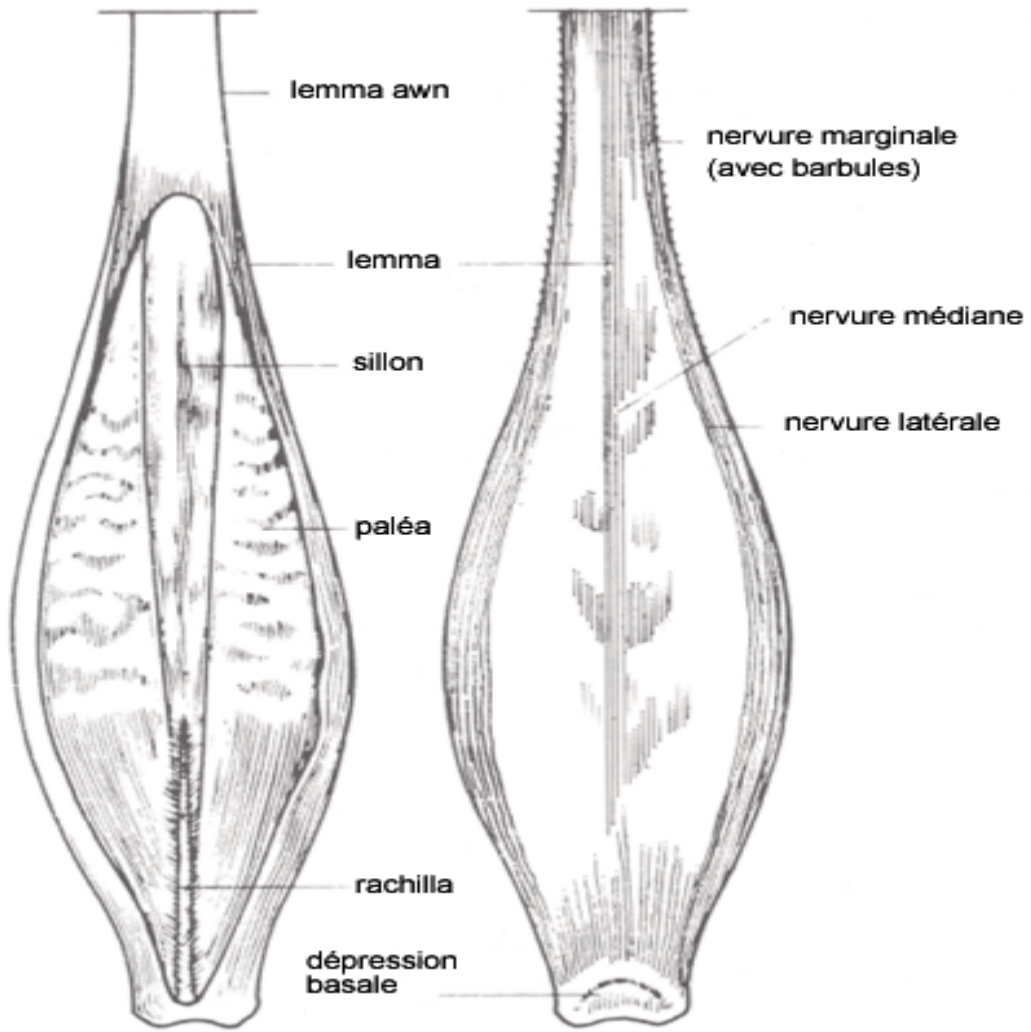


Figure 1.2 : Diagramme de grain d'orge [24].

1-3 Composition physico-chimiques des céréales

La composition physico-chimique générale des deux céréales est présentée dans le tableau présenté par **BOUDREAU et MENARD (1992)** [17].

Tableau 1.3 : Composition générale des graines de céréales

Composantes	Blé	Orge
Energie (kj /100g)	1381	1460
Protéines (%)	14,3	13,0
Glucides (%)	78,6	76,6
Lipides (%)	1,9	2,1
Fibres (%)	3,4	5,6
Cendres (%)	1,8	2,7

Les graines des céréales sont particulièrement pauvres en eau, avec un taux d'humidité entre 10 à 14% [23].

La teneur en protéines des semoules varie de 6 à 12% [23], ces composés jouent un rôle important dans la formation de gluten [25].

Dans les graines de céréales, les lipides présentent une faible quantité, d'environ 2% [25], avec une teneur variable des matières minérales (phosphore, potassium, magnésium et fer) surtout localisés dans l'écorce des graines [26].

Les protéines dans les céréales comprise entre 8 à 14% de la matière sèche, avec une déficientes en acides aminés notamment en lysine [22].

1-4 Secteurs d'utilisation des céréales

Les blés ont leur spécialité, il ya des blés à pâtes comme il ya des blés à pains ou des blés à biscuit. En situation d'abondance, personne n'utilisera un blé biscuitier pour faire des pâtes ou un blé à pâtes pour faire un biscuit, ils seraient des blés sans qualité technologique [27].

En raison de sa dureté, le blé dur n'est pas consommé en l'état. Il doit être transformé en semoules ou en farine qui servent principalement à la production de pâtes alimentaires et à la production de couscous, pain et pâtisserie... [28].

Elle représente l'aptitude de semoule à être transformée en pâtes alimentaires et la qualité de produits finis [15].

Selon **BOUKHAMIA (2003) [29]**, la semoule est classée en :

- ✓ Semoules grosses SG de granulométrie $>800\mu\text{m}$ destinée à la fabrication du couscous de type gros.
- ✓ Semoule moyennes SM comprise entre 500 et $800\mu\text{m}$ destinée à la fabrication des pâtes alimentaires et du couscous artisanale et industriel de type moyen.
- ✓ Semoules sassées super extra SSSE comprise entre 190 et $550\mu\text{m}$ destinées à la fabrication des pâtes alimentaires.

Semoules sassées super fines SSSF comprise entre 140 et $190\mu\text{m}$ proviennent des couches périphériques du grain

L'orge est utilisée pour la fabrication de la bière industrielle, pour l'alimentation animale et dans la fabrication des aliments pour bébé [16].

Ainsi que on peu réduite en farine, on le trouve dans les céréales à déjeuner, les aliments pour bébé et la farine à pain [17].

Ces plantes sont cultivées pour leur grain riche en amidon qui est consommé par l'homme et les animaux pour sa valeur énergétique [21]

L'orge, après avoir subi l'opération de maltage pour l'obtention d'un produit de fermentation est la bière, en Afrique du Nord, on fabrique de la semoule d'orge [8].

L'orge occupe une place importante parmi les espèces fourragères. Par sa production en vert, en foin (en association avec d'autres espèces), en ensilage et par son grain et sa paille, l'orge est l'élément clé de toute la production fourragère en Algérie [19].

CHAPITRE 2

LE QUERCUS

2- Le Quercus

2-1 Le quercus en Algérie

On peut ramener à 3 espèces principales, les chênes sclérophylles caractéristiques de la région méditerranéenne. Ce sont : le chêne liège (*Quercus suber*), le chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne Kermès (*Quercus coccifera*) [30]; [31] et [32].

Le Chêne liège (*Quercus suber*) viennent les forêts de Chêne vert (*Quercus ilex*) qui ne courent que 354.000 ha, formées pour essentiel de taillis dans son ensemble dégradé par des exploitations abusives, désorganisé par des incendies répétés et abandonné à des pacages inconsidérés [33].

En Afrique du Nord (Algérie 375 000 Ha, Maroc 440 000 Ha, Tunisie 144 000 Ha) [34].

En 2011, la Superficie de chêne cultivée en Algérie est de 410000 hectares, avec un volume de transformation de 6% de la superficie totale [35].

On distingue dans l'Afrique du nord des formations forestières, dont les essences dominantes sont les chênes et les résineux [36].

Les glandes de quercus sont consommées à l'état cru ou bouillies dans l'eau pour l'élimination de l'amertume ou faire broyée pour la fabrication artisanale de couscous [37].

Rognées depuis des siècles par les défricheurs, dévastées par les incendies, ces chênaies peuplent encore de vastes espaces, riches de multiples ressources dont les hommes de la Méditerranée ont su très tôt tirer parti : liège, bois, cendres, tan, cochenille, sans oublier la précieuse truffe [38].

Tous les pays méditerranéens savent qu'en termes d'occupation du tapis végétal, le Chêne vert joue un rôle indiscutablement plus important dans la partie occidentale du bassin méditerranéen que dans sa partie orientale [39].

2-2 Description général

Les chênes ont des feuilles persistantes ou caduques, peuvent atteindre 50 m de haut et vivre plus de 700 ans. Ils forment des arbres ou des buissons dont les houppiers sont noueux, irréguliers, avec de grosses branches ; leur écorce est fissurée et leurs feuilles souvent lobées ou dentées. La cupule en godet et la forme du fruit, nommé gland, sont particulièrement caractéristiques [40].

BROUSSAUD-LE-STRAT (2002) [41], indique que le quercus est divisée en :

- a) feuillage persistant : *Quercus coccifera L.*, *Q. suber L* et *Q. ilex L.*
- b) feuillage caduc : *Quercus pyrenaica Willd.*, *Q. lusitanica Lam* et *Q. faginea Lam.*

D'après **BROUSSAUD-LE-STRAT (2002) [41]** et **POULET (2011) [37]**, les populations anciennes d'Indiens d'Amérique (notamment Californie) vivaient essentiellement d'un régime à base de glands de chêne et de poissons.

Les glands de diverses espèces de chênes ont été consommés à peu près partout dans le monde par toutes les populations de chasseurs-cueilleurs dans les zones tempérées ; cet usage a persisté, aux époques modernes, les glands constituant alors un aliment complémentaire dans les périodes difficiles (aliment de disette) [41].

Les glanes sont amères à cause de présence de tannins Le tannin étant hydrosoluble, la préparation de base consistait à broyer les fruits et les faire bouillir dans plusieurs eaux jusqu'à disparition de l'amertume [37].

2-2-1 Taxonomie et écologie

2-2-1-1 Taxonomie

Le genre *Quercus* (famille des fagacées) est indigène dans l'hémisphère nord et comprend quelque 500 espèces accompagnées de nombreux hybrides. Le centre de répartition se situe en Amérique du Nord, mais un grand nombre d'espèces peuple la région méditerranéenne et l'ouest de l'Asie [40].

D'après **LEBRETON et al. (2001) [42]** la classification de chêne est comme suite :

Tableau 1.4 : La classification de chêne

<u>Classification</u>	
Règne	Plantae
Sous-règne	Tracheobionta
Division	Magnoliophyta
Classe	Magnoliopsida
Sous-classe	Hamamelidae
Ordre	Fagales
Famille	Fagaceae
Genre	<i>Quercus</i>
Espèces	<i>Quercus ilex</i> <i>Quercus suber</i> <i>Quercus coccifera</i>

2-2-1-2 Ecologie

Dans l'Afrique du Nord où le Chêne occupe les zones bioclimatiques se succédant entre le semi aride et l'humide, voire localement le per humide comme en certains points du Rif [39].

Le chêne vert est l'arbre emblématique des collines de Méditerranée. Comme ses proches cousins chêne-liège, chêne kermès, calliprinos, zéen, chêne du Portugal... il témoigne des stratégies de résistance des plantes au difficile climat méditerranéen [38].

Le *Quercus ilex* supporte des sols très variés, des sables au sol très caillouteux [43], avec un sol acide pour le *Quercus suber* [37].

Quercus ilex colonisait les régions tempérées aussi bien en zone littorale et sublittoral, qu'en montagne humide [39].

Dans les parties les plus méridionales de son aire et notamment sur le Grand Atlas, le Chêne vert peut organiser des peuplements continus jusqu'à 2 400-2 500 m d'altitude [39].
Le *Quercus ilex* n'est pas totalement rustique mais apprécie tous les sols, même calcaire, sauf en cas d'hydromorphie [37]



■ Zone de chêne

Figure 1.3 : Répartition géographique du chêne dans la région méditerranée [35] et [34].

2-2-2 Morphologie des glandes

Le fruit du chêne (*Quercus sp*, de la famille des *Cupulifères (Fagacées)*) est un akène (fruit sec indéhiscent) [44].

D'après (PRATE et al., 2010) [44] On distingue la cupule hémisphérique (en bas) et l'akène contenant une graine.

Les principales composantes sont présentées dans la figure 1.4.

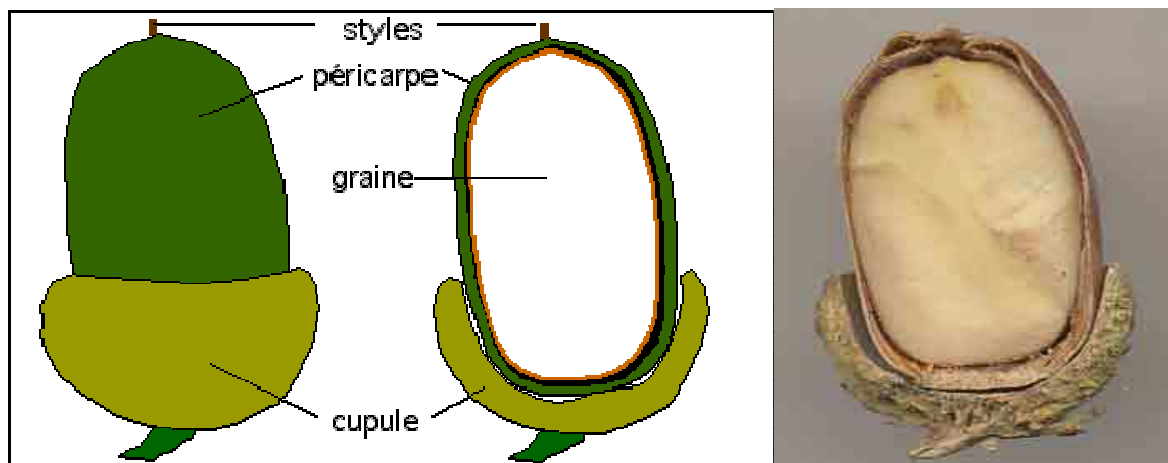


Figure 1.4 : Coupe longitudinale de glande de quercus [44].

2-3 Composition physico-chimique des glandes

La fraction lipidique contenue principalement dans les cotylédons du gland, ces huiles sont acceptable pour le *Quercus ilex*, par contre les glandes de *Quercus suber* sont acides, elles sont d'une valeur moyenne de 7%, les huiles des glandes présentent en effet de très grandes ressemblances avec celles des huiles d'olive et de grignon d'olive [45].

Le chêne pour certaines espèces comporte un taux de tanin très élevé, la valeur énergétique de ces glandes pour les animaux est de 0,5 Kcal par Kilo [46].

2-4 Secteurs d'utilisation des glandes de quercus

Les glandes de quercus sont traditionnellement commercialisées et consommées au Maroc. Ces glands de chêne ou " Ballout " sont de saveur douce puis que l'usage en serait tombé en désuétude avec la déforestation pour ne subsister que pour l'alimentation du bétail [41], ces fruits servaient de nourriture aux porcs, moutons et chèvres [40].

Les fruits de *quercus ilex* ou l'yeuse est le premier cueilli par l'homme pour sa nourriture, consacré aux aliments de famine pendant les guerres [41].

Les glands ne servaient qu'à la confection d'un pain de substitution : "Séchés, décortiqués, puis finement moulus, ils fournissaient un pain très pâteux qui fut consommé en Europe jusqu'au XVIIIe lors des périodes de disette." [47].

D'après **BROUSSAUD-LE-STRAT (2002) [41]** et **POULET (2011) [37]**, les fruits de quercus sont ramassés et consommés de manière naturelle crus ou grillés sur des braises à la manière de nos châtaignes, ou encore bouillis dans de l'eau, séchés puis réduits en farine. C'est un aliment de disette, considéré comme un aliment de pauvre.

Les glands ont probablement constitué une des bases de l'alimentation de nombreux peuples préhistoriques en Europe et en Amérique, mentionne également le pain de glands comme un aliment de base des montagnards de Lusitanie [41]. Ces un aliment de base des indiens de Californie [37].

En cas de disette de céréales également, on fait avec les glands séchés moulus en farine une pâte en guise de pain. Même encore aujourd'hui, dans les Espagne, le gland figure au second service. Il est aussi plus doux rôti sous la cendre [41].

Le café de glands doux se prépare avec les glands d'Espagne (*Q. ilex, yeuse*), Il constitue un breuvage excellent dans les cas si nombreux où les convalescents conservent une susceptibilité intestinale qui rend l'alimentation difficile [41]; [44] et [46].

La racahout et le palamoud sont des aliments légers et aromatique dont la fécule de glands est la base. Le racahout n'est qu'un mélange de glands doux torréfié, de sucre et de chocolat. La palamoud contenant en outre un peu de farine de maïs" [41] ; [44].

Les glandes peuvent être consommée par les humains sous forme de purée [48].

CHAPITRE 3

LE COUSCOUS

3- Le Couscous

Le couscous, originaire de l'Afrique du nord, est un aliment dont la consommation a largement franchi le continent africain. Le plus courant est le couscous de blé dur à petit grain (*Taam* ou *keskesu*), mais les maghrébins, connaissent d'autres variantes comme le couscous à gros grains (*âiche* ou *mhamssa*), le couscous à base d'orge (*meghlouht* ou *boumeghlouth*), et le couscous à base des glandes de quercus (*haamoume*) [49].

3-1 Description générale

3-1-1 Définition

BOUDREAU et MENARD (1992) [17], décrivent le couscous comme une semoule de blé dur étuvée et agglomérée en granules de 1 à 2 millimètres de diamètre.

Le couscous était défini dans les dictionnaires italiens, comme « un plat de viande, semoule grossière, herbes et œufs durs, d'origine arabe et très apprécié des juifs de Livourne, qui l'appellent communément *Cuscussù*, à la manière portugaise » [50]

Le couscous est un grosse semoule gonflée à l'eau, cuite à la vapeur d'un pot-au-feu de viande (mouton, bœuf ou poulet), ou même poisson, de légumes divers, de pois chiches et de raisins sec, on la mange mouillée d'un bouillon coloré fortement épicé au piment (harissa) [51].

D'après **FEILLET (2000) [22]**, le couscous est un aliment traditionnel des pays d'Afrique du nord (Algérie, Egypte, Maroc, Tunisie, Libye), c'est un plat préparé avec des semoules agglomérées et généralement servi avec des légumes, de la viande ou du poisson.

Le couscous est un plat d'Afrique du Nord, d'origine berbère, populaire dans de nombreux pays. L'origine du mot couscous est moins sûre. Il vient de l'arabe classique *KOUSKOUS* et du berbère *K'SEKSU*, qui désigne à la fois la semoule de blé dur et le plat populaire dont elle est l'ingrédient de base. Le couscous est souvent accompagné d'un bouillon dénommé « *marga* » [52].

3-1-2 Historique et l'origine du couscous

En 1970 d'un voyage chez les juifs du Maghreb, décrivait dans son compte rendu en hébreu le couscous comme plat de cuisson longue, dans les ingrédients de base étaient, outre la semoule grossière, les fèves d'Espagne, les œufs durs et la viande hachée [50].

Les repas principal dans le haut atlas consistent en général en une sorte de couscous d'orge grossier agrémenté avec des navets, des courges et de temps à autre, mais rarement de la viande, qui est réservée aux jours de fêtes [51].

3-2 La production du couscous

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

Dans l'industrie, le couscous est fabriqué avec des machines pour être vendu en grandes quantités dans les supermarchés comme toutes les autres pâtes alimentaires [49].

Les conditions de fabrication artisanale, qui diffèrent d'une région à autre de l'Afrique du nord, consistent en une agglomération manuelle des particules de semoule hydratées, suivie d'un tamisage (sur plusieurs tamis) des agrégats formés d'une reprise des particules les plus grosses et les plus fine, les graines de dimension recherchée sont séchées au soleil [22].

Le principe de la fabrication traditionnelle du couscous est presque le même dans toutes les régions de l'Algérie avec quelques différences.

Le couscous est préparé à partir d'un mélange de semoule grosse et de semoule fine. Il peut aussi être préparé à partir de la semoule dite «grosse-moyenne» [53].

Le couscous artisanal est plus apprécié des populations du Maghreb que celui fabriqué par les industries [22]

Les types de semoules destinés à la fabrication de couscous sont de granulométrie supérieure à celle des pâtes alimentaires [17].

Les étapes d'hydratation et du roulage sont responsables d'une oxydation notable des pigments caroténoïdes par l'action des lipides et des lipoxygénases, tandis que l'étape de cuisson améliore la coloration du couscous humide [17].

Le séchage joue un rôle important sur les caractéristiques organoleptiques du produit fini [17].

D'après FEILLET (2000) [22], la production de couscous industrielle est présentée par le diagramme suivant :

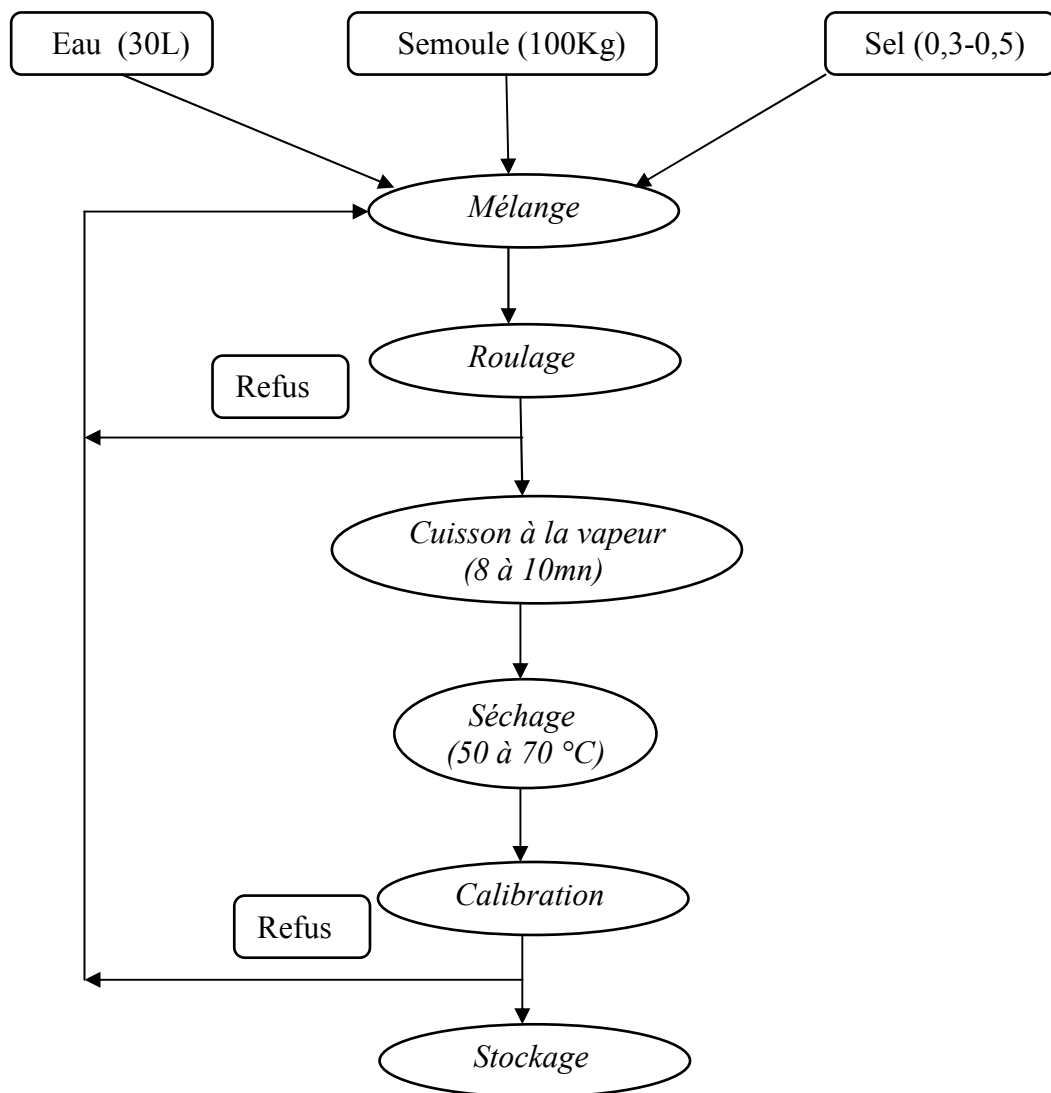


Figure 1.5 : Diagramme de la production de couscous industrielle.

3-3 La qualité de semoule et du couscous

3-3-1 La qualité de la semoule destinée à la fabrication du couscous

Selon le **CODEX STAN 178. (1991) [54]**, la semoule de blé dur doit être saine et propre à la consommation humaine sans odeurs, ni de goûts anormaux. la semoule de blé dur doit être exempte de métaux lourds en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé et respecte les normes limites pour ce qui concerne les pesticides et les mycotoxines. une semoule de qualité est définie par sa valeur pastière. En effet, on recherche :

- Des semoules pures de couleur ambrée avec une granulométrie homogène et une bonne teneur en gluten pour la fabrication du couscous.
- Des semoules pures et non contaminées par le son ou par la présence de moucheture avec une qualité protéique satisfaisante [55].

La qualité des semoules utilisées n'est guère différente de celle requise pour fabriquer des pâtes alimentaires, si ce n'est une granulométrie souvent plus élevée [22].

Le couscous industriel est préparé à partir d'un mélange d'un tiers de grosse semoule (630 à 800 micromètres) et deux tiers de fines semoule (250 à 630 micromètre) [17].

Selon **BOUDREAU et MENARD (1992) [17]**, la valeur couscoussière d'une semoule se caractérise par une teneur élevée en protéines (13.5% sur base humide). Ce qui est exprimé peut-être chez les ménagères par la couleur jaune et la pureté de la semoule [56] et [1], sachant que plus un blé ou une semoule, contient de protéines, plus la quantité de pigments jaunes est élevée [57].

D'après **TRENTESAUX (1993) [57]**, les critères de qualité retenus sont : la granulométrie de la semoule mise en œuvre, ainsi que sa couleur

Le degré de purification des semoules, apprécié par la teneur en matières minérales, exerce un effet prononcé sur le brunissement des pâtes alimentaires : plus la semoule est contaminé par les parties périphériques du grain, plus les pâtes correspondantes sont brunes et ternes [58].

3-3-2 La qualité de couscous

Le couscous artisanal est caractérisé par une plus grande homogénéité en taille et une surface plus lisse et plus uniforme, avec une prédominance des formes ovales et rondes des grains de couscous [22]

Généralement la qualité culinaire du couscous est appréciée par sa tenue a la cuisson telle que reflétée par le délitexence qui traduit la désintégration des particules de couscous, les caractéristiques essentielles de composition et de qualité sont tout d'abord des facteurs visant à la sécurité alimentaire telle que le fait que les grains soient "sains et propres à la transformation pour la consommation humaine". Ils doivent également ne pas présenter de saveurs et d'odeurs anormales, d'insectes et d'acariens vivants [59].

Les critères retenus pour l'évaluation de la qualité sont : la granulométrie du couscous, sa couleur, sa texture, son gonflement, et sa prise en masse après réhydratation [57]. Ces critères sont aussi repris en tout ou partie par **GUEZLANE et ABECASSIS (1991) [60]** et par la norme française **AFNOR (NF V 50-001 1992)**.

Un couscous de qualité est défini par la majorité des consommateurs comme étant un produit fin, de granulométrie homogène et de couleur jaune clair. A l'état hydraté et cuit, les grains de couscous doivent être intègres et individualisée. A sa consommation, le couscous ne doit pas apparaître asséché ni donner l'impression d'un produit manque de sauce ou de cuisson [61] ; [56] et [1].

PARTIE 2
ETUDES EXPERIMENTALES

CHAPITRE 1

MATERIEL ET METHODES

1-1 Matières premières : préparation, types et codification

Trois types de couscous sont fabriqués à base des semoules du blé dur, d'orge et des glandes douces du quercus (figure 2.6), les trois formules sont :

1-Couscous de blé dur (CBD) : notre témoin, composé par 100% de semoule du blé dur (*Triticum durum*).

2-Couscous d'orge (CO) : composée par 100% de semoule d'orge (*Hordeum vulgare*).

Les graines de blé dur et d'orge sont récoltées en juillet 2010 de la région de Mitidja, ces graines sont nettoyés, séchés (pendant 7journées) et broyés à l'aide d'un broyeur électrique (Marque ALBERT NICOLAS MLE DST-Alger) à Ahmer El Ain-Tipaza).

3-Couscous des glandes de quercus (CGQ) : composée par 1/4 de semoule d'orge et 3/4 de farine des glandes de quercus préalablement récoltées, et broyées manuellement à l'aide d'une meule rotative.

Les glandes de quercus sont récoltées en novembre 2011 à partir de région méditerranéennes en Algérie de benimileuk (Eldamous), de variétés mixtes composées par des différentes espèces de quercus (*quercus ilex*, *q. suber* et *q. coccifera*).

Les semoules utilisées dans notre fabrication sont présentées par la figure 2.7.

Les trois couscous sont préparés durant la période d'hiver (le 26 à 30 décembre 2011).

L'eau de fabrication des couscous est une eau de robinet, Le sel utilisé est un sel de cuisine iodé produit par l'ENASEL.



Photos 01 : L'orge



Photos 02 : Le blé dur



Photo 03 : Le quercus

Figure 2.6 : Echantillon des éléments de l'étude (photographie originale).



Photos 04 : D'orge

Photos 05 : DE blé dur

Photos 06 : Des glandes

Figure 2.7 : Les trois semoules de fabrication (photographie originale).

1-2 Ustensiles et diagramme traditionnel de fabrication

1-2-1 Ustensiles de fabrication des trois couscous

Pour la fabrication traditionnelle de couscous un cuiseur qu'on appelle « *couscoussier* », composées par deux compartiments, la partie inférieure « *kadrat el taam* » permet de faire bouillir l'eau et cela produit de la vapeur servant à la cuisson des aliments dans la partie supérieure. Cette dernière est un récipient dont le fond est criblé de petits trous nommées « *Keskass* » permettant la montée de la vapeur produite dans la couche de couscous ou d'aliment mis à cuire.

Les opérations de roulages se font dans un grand récipient en aluminium appelées « *Jaffna* », trois différentes tamisent désigné par le nom « *siyar* » nommée « *Gharbal* », « *Reffad* » et « *khareje* » sont utilisées pour les opérations de sassage ou de calibrage.

-Tamis *khareje* (TK) : il s'agit du tamis possédant les plus larges mailles, il sert au tamisage et au calibrage du couscous et de semoule précuit, dans notre production il ya deux types de ce tamis sont : « *khareje meftouh* ou *Khareje 1* », « *khareje moyenne* ou *Khareje 2* ».

-Tamis *Reffad* (TR) : tamis d'ouverture de maille moyenne, utilisé pour séparer le couscous humide de la semoule « *fetla* » ou des grains imparfaits et trop fins.

-Tamis *Gharbal* (TG) : tamis plus fin, utilisé pour la séparation de la semoule, et pour éliminer les traces de sons.

1-2-2 Diagrammes de fabrication traditionnelle

1-2-2-1 Présentation

La fabrication de couscous a été réalisée selon un protocole traditionnel courant dans la région de Tipaza, le diagramme est présenté par la figure 2.8.

La fabrication des couscous a été réalisée hors laboratoire, par une praticienne expérimentée qui a opéré dans les conditions habituelles avec le même matériel connu et employé dans les traditions.

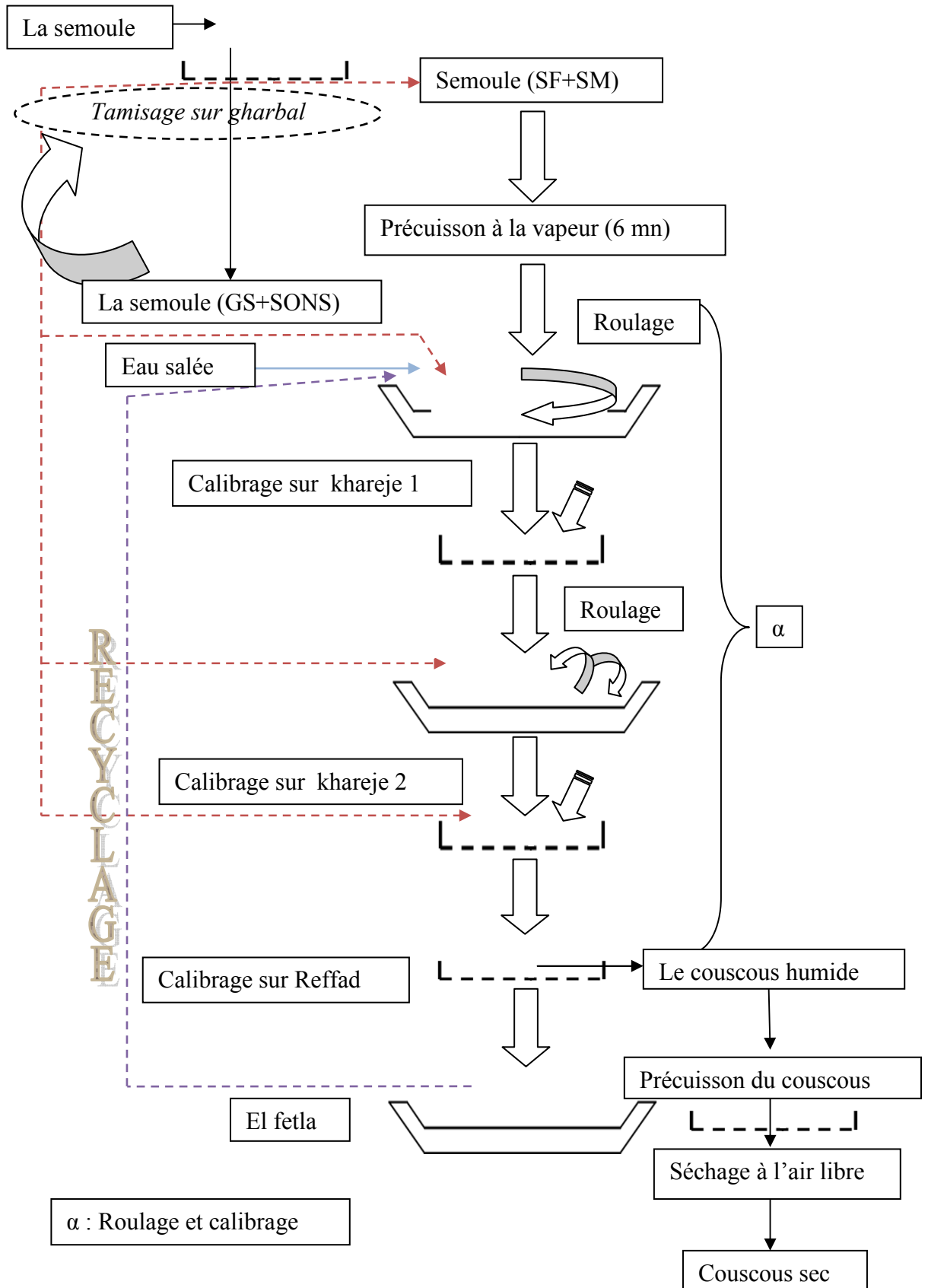


Figure 2.8 : Diagramme traditionnel adopté pour la fabrication des couscous (Photographie originale).

1-2-2-2 Les étapes de diagramme de fabrication

1-2-2-2-1 Précuisson des semoules

Avant la précuisson il faut séparées entre la semoule et sons (photos 07),

Une 1/2 de la quantité totale des semoules (composées par la semoule fine et moyenne) ou « *fetla* » est précuit à la vapeur dans le « *Keskess* » pendant 6mn (photos 08), le but de cette opération est de faire faciliter l'agglomération de semoule.

1-2-2-2-2 Roulage et calibrage

La semoule précuit est ensuite malaxée dans la « *Jaffna* » avec la semoule restant par un mouvement circulaire des doigts avec ajout progressive d'eau salé (7g/l) (photos 09), dans cette étape on observe une formation des agglomérats (photos 10).

L'étape de roulage qui s'en suit, se fait par la paume de la main et par les doigts en appliquant une légère pression sur les particules dans un mouvement de va et vient, cette partie se fait à l'aide de trois tamis dans un ordre décroissant d'ouvertures de mailles nommés : « *khareje meftouh* », « *khareje moyenne* » et « *Reffad* ».

Après chaque étape de roulage les graines sont contrôlées par sassage et calibrage dans les trois tamis.

Les étapes de roulage sont présentées par la figure 2.10.

1-2-2-2-3 Précuisson et calibrage du couscous humide

Le couscous est récupéré dans « *Reffad* », ces derniers sont cuits à la vapeur pendant 10mn, le passant dans « *Khareje* » pour captées le couscous humide (figure 2.11), est faire recyclé les extraits de « *Reffad* » nommé « *fetla* » par l'addition de l'eau salé et de semoule.

1-2-2-2-4 Séchage du couscous

Le séchage se fait en couche fine à l'ombre sur un drap propre, la période de séchage est de 7journées pour assurées une bonne conservation de notre couscous (figure 2.12).



Photos 07 : Séparation entre semoule et sons sur TG



Photos 08 : La précuisson de semoule

Photos 09 : Hydratation (roulage circulaire)



Photos 10 : Formation d'agglomérats

Figure 2.9 : L'étape de calibrage, précuisson et d'hydratation de semoule
(photographie originale).



Photos 11 : Calibrage sur TK1 avec une légère pression



Photos 12 : Calibrage sur TK2



Photos 13 : Calibrage sur TR, écrasement des gros grains contre la grille du tamis

Figure 2.10 : L'étape de roulage et calibrage (photographie originale).



Photos 14 : Le couscous humide



Photos 15 : La précuisson de couscous



Photos 16 : Gâteau du couscous précuit



Photos 17 : Calibrage sur TK2



Photos 18 : Le couscous humide

Figure 2.11 : L'étape de précuisson de couscous (Etape de finition)
(photographie originale).



Figure 2.12 : Le séchage de couscous (**photographie originale**).

1-3 Rendement en couscous

Le rendement en couscous sec (RCS) est calculé selon la formule suivante :

$$RCS (\%) = \frac{MCS \times 100}{MGFS}$$

RCS : rendement en couscous sec.

MCS : masse de couscous sec.

MGFS : masse des grosses et fine semoules utilisées.

1-4 Caractérisation physico-chimiques des échantillons

1-4-1 Teneur en eau (NA.1132/1990 tiré de la méthode normalisée AFNOR NF ISO de juin 1989)

Elle est déterminée par dessiccation dans une étuve chopine pendant 2 heures avec circulation d'air à une température de 130°C, sur 5 g de produit pesé.

La perte de masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit, exprimée en pourcent selon la relation suivante :

$$H (\%) = \left(\frac{M1 - M2}{M0} \right) \times 100$$

H : humidité

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

M1 : la masse (g) de la capsule + la prise d'essai avant séchage

M2 : la masse (g) de la capsule + la prise d'essai après séchage

1-4-2 Dosage des cendres (NA.732/1991 titrer des méthodes normalisées AFNOR NFV03-720 décembre 1981).

Les cendres sont le résidu obtenu après incinération d'une prise d'essai de 5g dans un four à moufle GEFNAN 1001, jusqu'à obtention d'un résidu minéral ayant un poids constant. La teneur en cendres est déterminée à 900°C pendant une durée de 1h 30min.

Le pourcentage de cendres est calculé par la relation :

$$Tc (\%) = \left(\frac{M2 - M0}{M1 - M0} \right) \times 100 \left(\frac{100}{100 - H} \right)$$

Tc : taux de cendre

M0 : la masse (g) de la nacelle vide

M1 : la masse (g) de la nacelle + la prise d'essai avant incinération

M2 : la masse (g) de la nacelle + la prise d'essai après incinération

H : la teneur en eau (%) de la masse de l'échantillon

1-4-3 Teneur en gluten (NA 735/1991)

L'extraction de gluten manuelle par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de 10g de semoule et 5,5 ml de chlorure de sodium à 2,5%.

1-4-3-1 La teneur en gluten humide (GH)

Donnée en pourcent par la formule suivant :

$$GH(\%) = \frac{M \times 100}{10}$$

M : la masse en gramme de gluten humide

Le gluten humide est exprimé en pourcentage en masse du produit rapporté à la matière sèche.

$$\frac{GH \times 100}{100 - H}$$

1-4-3-2 La teneur en gluten sec (GS)

L'échantillon obtenu par lavage est placé dans une étuve pendant 24 heures.

Le gluten sec est exprimé en pourcentage en masse du produit est donner par la formule suivantes :

$$GS(\%) = \frac{M \times 100}{10}$$

M : la masse en gramme de gluten sec

Le gluten sec est exprimé en pourcentage en masse du produit rapporté à la matière sèche

$$\frac{GS \times 100}{100 - H}$$

1-4-3-3 La teneur en gluten index (GI)

Est Réalisé par la formule ;

$$GI(\%) = \frac{\text{Gluten restant sur le tamis} \times 100}{\text{gluten totale}}$$

1-4-3-4 La capacité d'hydratation

Représente la capacité du gluten à retenir l'eau, il est exprimé en pourcentage est donné par la relation ;

$$\text{Coefficient d'hydratation}(\%) = \frac{GH - GS}{GH} \times 100$$

1-4-4 L'acidité grasse (NA.1182/1991 titré de la méthode normaliser AFNOR NF ISO.730 de novembre 1998).

Le principe de cette méthode est la mise en solution dans l'éthanol à 95% des acides gras libre. Après centrifugation, le surnageant est titré par l'hydroxyde de sodium (0,05%).

Les résultats de l'acidité grasse sont exprimés en gramme d'hydroxyde de sodium (H_2SO_4) par 100 gramme de matière sèche :

$$AG = 7,13 \times \frac{(V1 - V2) \times T}{M} \times \frac{100}{(100 - H)}$$

V1 : le volume (ml) d'hydroxyde de sodium utilisé dans le titrage d'échantillon.

V2 : le volume (ml) d'hydroxyde de sodium utilisé dans l'essai à blanc.

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

M : la masse (g) de la prise d'essai.

H : la teneur en eau.

7.13 : le coefficient de conversion en acidité grasse.

1-4-5 Dosage des protéines (NA.1158/1990 tirer de la méthode de KJELDAHL NF 1.1.34/1985)

Dans notre produit l'azote peut se trouver sous forme minérale et organique; pour le doser dans sa totalité, il faut détruire les composés organiques de manière à obtenir tout l'azote sous une même forme minérale. On effectue pour cela une minéralisation. L'azote est ensuite dosé par dosage acide-base sous la méthode de KJELDAHL

Le principe de cette méthode est donné par trois étapes successives :

- ✓ D'abord procéder à une minéralisation

La minéralisation est effectuée à l'aide d'un excès d'acide sulfurique concentré et chaud, en présence d'un mélange de catalyseurs (K_2SO_4 et $CuSO_4$) pendant 3 heures.

- ✓ Distillation de l'ammoniac

Le NH_3 se dégage sous forme de vapeurs que l'on capte, que l'on condense et que l'on recueille pour le dosage.

Cette étape a pour but de déplacer l'ammoniac du sel d'ammonium obtenu.

- ✓ Titrage de l'ammoniac

Pour neutraliser par une solution acide de titre connu.

L'ammoniac ainsi piégé est neutralisé au fur et à mesure de son arrivée par une solution étalonnée d'acide fort (H_2SO_4) en présence d'un indicateur coloré (mélange de rouge de méthyle et de bleu de méthylène) amené au préalable à sa teinte sensible (gris sale).

La détermination de la teneur en azote totale (Ta) rapportée à la matière sèche par la relation :

$$Ta \text{ (g/100g)} = \frac{V}{M} \times 0,0014 \times 100$$

V : volume (ml) de la solution d'acide sulfurique versé à la burette lors du titrage.

M : masse (g) de la prise d'essai (1g).

Ta : teneur en azote exprimée en g/100g.

La teneur en protéine (Tp) est obtenue par la relation :

$$T_p \text{ (g/100g)} = T_a \times K$$

Tp : teneur en protéine exprimée en g/100g.

K : le coefficient de conversion de l'azote en protéines totales (K= 5,7).

La teneur en protéines peu exprimée en %par rapport à la matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$T_p = T_a \times K \times 100(100 - H)$$

H : la teneur en eau en pourcent.

1-4-6 Dosage des glucides (Dubois et *al.*, 1956).

La teneur en glucides est déterminée en milieu sulfurique et à chaud.

Les oses neutres donnent des dérivés du furfural qui se condensent avec le phénol pour donner un complexe de couleur brune jaune, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides ; la densité optique est déterminée à 490 nm.

1-4-7 Dosage des lipides totaux (NF V03-905)

Cette méthode basée sur l'extraction directe par l'éther de pétrole à l'aide de SOXHLET, après évaporation du solvant d'extraction, le résidu est séché et pesé.

Placer dans le SOXHLET 10g d'échantillon, introduite 150ml d'éther de pétrole dans le ballon et régler la température à 45°C.

Par la suite, chasser la majeure partie du solvant à l'aide de l'évaporateur rotatif pour éviter l'ébullition de l'huile qui à la longue pourrait modifier les indices d'acidité.

Placer le ballon qui contenant les lipides dans l'étuve pendant 30minutes à 103°C, puis au dessiccateur pendant 30 minutes.

La masse des lipides est obtenu par la différence entre le poids finale et initial du ballon.

La teneur en lipides totaux, en pourcentage par rapport à la matière sèche, est donnée par la relation :

$$MG (\%) = \frac{(A - B) \times 100}{C \times \frac{MS}{100}}$$

MG : teneur en matière grasse exprimée en % de MS.

A : poids du ballon + extrait en gramme.

B : poids du ballon vide en gramme.

C : poids de la prise d'essai en gramme.

1-4-8 Détermination de la cellulose brute (CB)

La détermination de la cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE, par convention, la teneur en cellulose brute est le résidu organique obtenu après deux hydrolyses successives, l'une en milieu acide et l'autre en milieu alcalin.

Le principe de cette méthode est l'utilisation de l'acide sulfurique et le soude pour l'hydrolyse totale à l'aide d'un réfrigérant rodé, après dessiccation et incinération la teneur en (CB) est déterminée par la relation :

$$CB(\%MS) = \frac{(A - B) \times 100}{C \times MS}$$

A : Poids du creuset+Résidu après dessiccation.

B : Poids du creuset+Résidu après incinération.

C : poids de l'échantillon de départ.

1-5 Appréciation de la qualité

1-5-1 Qualité technologique : La granulométrie des couscous et des semoules (NF V03-721/1994)

La granulométrie a un rôle important dans le comportement de l'échantillon lors de son hydratation et après.

Elle est déterminée par tamisage d'un échantillon de 100g, de matière semoule et couscous sec, pesée à l'aide d'une balance technique de marque KERN ALS 220-4N.

Le tamisage est réalisé sur une batterie de quinze tamis standardisés, de type TRIPETTE ET RENAUD.

La granulométrie des semoules de fabrication est donnée par le passage dans les tamis suivant : 1,25 mm, 1 mm, 0,9 mm, 710 μm , 630 μm , 500 μm , 450 μm , 355 μm , 250 μm , 160 μm et <160 μm d'ouverture de maille.

La granulométrie des trois formules fabriquées est obtenue par le passage de 100g de chacun dans les tamis : 2 mm, 1,8 mm, 1,6 mm, 1,4 mm, 1,25 mm, 1 mm, 0,9 mm, 710 μm , 630 μm , 500 μm et <500 μm d'ouverture de maille.

1-5-2 Qualité culinaire

1-5-2-1 Le gonflement à froide et au chaude

Le gonflement renseigne sur la capacité d'absorption d'eau du couscous.

Un échantillon de 20g de couscous cru est versé dans une éprouvette graduée de 100 ml contenant 50 ml d'eau distillée (à 25°C et à 100°C). L'éprouvette est bouchée. On effectue 10 retournements successifs de manière à bien hydrater l'ensemble des particules. On ajoute 50 ml d'eau pour faire descendre les particules restées collés le long de la paroi. Celle-ci est laissée au repos puis on note le volume du couscous après 5, 10, 20, 30, 40, 50, et 60mn. On détermine l'indice de gonflement (IG) selon la relation (**GUEZLANE et ABECASSIS, 1991**) :

$$IG\% = 100 \times \frac{V_f - V_i}{V_i}$$

Vi: volume initial de couscous

Vf : volume final de couscous

1-5-2-2 Degré de délitescence et la prise en masse du couscous cuit

1-5-2-2-1 Degré de délitescence

La préparation consiste en une cuisson rapide. Une prise d'essai de 10g de couscous sec est placée dans un bécher de 200ml et hydratés avec 16.5ml d'eau distillée bouillante salée à 5g/l. Après addition de l'eau, le bécher est immédiatement recouvert et placé pendant 12min dans une étuve maintenue à 90°C (**GUEZLANE et ABECASSIS, 1991**).

Un volume de 50 ml d'eau distillée à 25°C est ajouté au couscous cuit dans un bécher de 200ml. Après une agitation durant 6mn par un agitateur magnétique ; le surnageant est récupéré par filtration sur un tamis d'ouverture de maille 1000µm. Une partie aliquote de 10g est séchée dans l'étuve à 100°C jusqu'au poids constant (17heurs).

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

$$DD (\%) = \frac{(ES \times 5 \times 100) \times 100}{10(100 - H)}$$

ES : extrait sec (g) issu des 10 ml de prise aliquote.

H : teneur en eau du couscous en pourcent.

1-5-2-2-2 la prise en masse du couscous cuit (IPMT)

La prise en masse est recherchée à 8, 12, 16, 20 et 24mn, Chaque temps est divisé en deux durées égales (première cuisson et deuxième cuisson) séparées par une hydratation et un temps de repos. A la fin de la deuxième cuisson, l'échantillon subit un émottage puis un tamisage pendant 1 min avec un tamis d'ouverture de maille 3300µm. Le refus est pesé et l'indice de prise en masse (I.P.M.T) est évalué selon la formule (**GUEZLANE, 1993**) :

$$IPMT(\%) = \frac{Refus\ 3300\mu m}{PE} \times 100$$

PE : prise d'essai

1-5-2-3 Comportement de l'amidon (ANDERSON, 1969)

Le comportement de l'amidon dans l'eau est donné par deux types de transformation : le gonflement et la solubilité.

- L'indice de solubilité (IS) : permet d'apprécier le degré de désagrégation de l'amidon, il est défini par le poids de la substance dissoute de l'échantillon. Consiste à peser l'extrait sec issu d'un étuvage à 100°C pendant 15 heures.

L'indice de solubilité est donné par la formule suivante :

(Exprimé en % de matière sèche)

$$IS = \frac{\text{Moyenne de l'extrait sec obtenu (g)}}{PE \times 100 - \frac{H}{100}} \times 100$$

PE : prise d'essai (2,5g)

H : humidité (%)

- L'indice de gonflement (IG): permet d'apprécier le degré de gélatinisation de l'amidon, il est défini par le poids du culot rapporté au poids initial de l'échantillon diminué du poids de l'extrait sec.

L'indice de gonflement est donné par la formule suivante :

(Exprimé en g d'eau /100g de matière sèche)

$$IG = \frac{\text{Poids de culot}}{PE - \text{solubilité(MS)}} \times 100$$

1-5-2-4 Teste de cuisson des couscous

La cuisson est réalisée à l'aide d'un petit couscoussier sur un échantillon de 20g de produit sec selon le diagramme représenté par la figure 2.13.

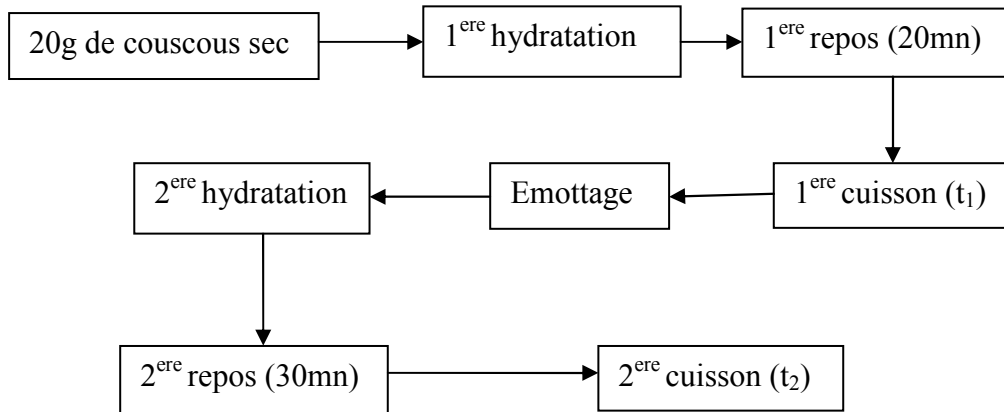


Figure 2.13 : Diagramme de cuisson du couscous

Les dimensions du couscoussier utilisé au laboratoire pour la cuisson sont comme suit

- Récipient supérieur :
 - diamètre du fond égal à 68 mm
 - diamètre du haut égal à 90 mm
 - hauteur : 40mm
 - nombre de trous: 10 trous
- Récipient inférieur :
 - capacité égale à >200 ml

1-5-2-5 Perte à la cuisson (ABECASSIS et al., 1984)

Il s'agit là d'un critère de qualité culinaire pour le couscous sec. Ce critère indique combien de g/100 g de couscous se sont dissous dans l'eau de cuisson.

Les résultats est donnée par la formule suivante :

$$PC(g/100g MS) = \frac{100 \times ES \times V}{25 \times (100 - H)}$$

ES : poids d'extrait sec en gramme

V : volume finale de cuisson de l'eau en ml

H : l'humidité

25 : le volume d'eau prélevé après cuisson.

1-5-3 Qualité organoleptiques des couscous cuits (test de dégustation) (AFNOR V09-014)

La qualité culinaire (tenue à la cuisson, couleur, collant et fermeté) des couscous est évaluée par notation tel que décrit par la norme AFNOR NF V09 - 014. Les sujets doivent exprimer leurs avis concernant les critères de l'échantillon sur une échelle de cotation à cinq points. Les critères choisis sont: la texture, le goût, la couleur, le collant et la fermeté (Figure 2.14).

Le test d'acceptabilité des types de couscous a été réalisé par les présences du vin jurys, de différent âge et sexe les essais de dégustation se font avec une assiette de couscous cuit.

1-5-4 Qualité nutritionnelle

Pour calculer la valeur énergétique de chaque couscous en utilisant la formule suivant :

$$\text{Valeur énergétique en Kcal} = 4\text{glucides} + 4\text{protéines} + 9\text{lipides.}$$

DEGUSTATION DE COUSCOUS			
DATE :			
Trois échantillons de couscous vous sont proposés. Jugez cinq de leurs caractères en les plaçant sur les échelles ci-dessous :			
	CBD	CO	CGQ
COULEUR	_____	_____	_____
COLLANT	_____	_____	_____
FERMETE	_____	_____	_____
GOUT	_____	_____	_____
TEXTURE	_____	_____	_____
<u>AVEC :</u>			
CBD : Couscous de blé dur.			
CO : Couscous d'orge.			
CGQ : Couscous des glandes de quercus.			
<u>RQ</u> : Les résultats sont notés de 1 à 5.			
<u>REMARQUES SUR LES TROIS PRODUITS :</u>			

Figure 2.14 : Formulaire de réponse pour évaluation sensorielle.

1- 5-5 L'imagerie des graines de couscous

Les grains des couscous secs sont observés et des prises de vues sont effectuées à l'aide un appareil photo du type FUJIFILM (modèle FinePix E900 de résolution 12 M pixels) et un binoculaire de grossissement allant jusqu'à ($\times 10$) pour comparer la forme et l'aspect de surface des différents couscous.

1-6 Caractérisations microbiologiques

La définition de critère microbiologique est « Un ensemble d'éléments qualitatifs et quantitatifs définissant les caractéristiques microbiologiques essentielles attendues d'un produit donné qu'il est possible d'atteindre par des interventions appropriées »

Les analyses faites sur notre produits fini sont le clostridium, levures et moisissures, ces deux germes sont très dangereux sous l'effet de leur toxine.

1-6-1 Recherche et dénombrement des levures et moisissures (AFNOR NFV 08-052)

L'ensemencement est réalisé à 25°C dans le milieu de culture sélectif OGA pendant 5 jours, le comptage se fait à partir de nombre des colonies obtenu sur le milieu gélose.

1-6-2 Recherche et dénombrement des anaérobies sulfito-réducteurs (AFNOR NF V 08-056)

Les anaérobies sulfito-réducteurs sont un group de germes appartenant au genre Clostridium, l'ensemencement se fait en profondeur dans gélose viande fois à 37°C avec un lecteur tout les 9h.

Les colonies présentant par des tâches noires qui correspondent à des spores de clostridium.

CHAPITRE 2

RESULTATS ET DISCUSSIONS

2-1 L'aspect des couscous sec fabriqués

Les trois formules de couscous sont présentées par la figure 2.15, une très grande différence de couleur est observée entre les trois types fabriqués (le couscous de blé : jaune ambré, le couscous d'orge : vert et le couscous des glandes de quercus : marron).



Photos 04 : D'orge

Photos 05 : De blé dur

Photos 06 : Des glandes

Figure 2.15 : L'aspect des couscous sec fabriqués (photographie originale).

La couleur est un facteur déterminant de la qualité organoleptique de couscous, elle est la première caractéristique qui à été généralement perçue.

La couleur jaune ambré de couscous ou pâtes alimentaires est le critère immédiatement perceptible par le consommateur et qui influence l'achat en dehors des considérations du prix et de la marque [62].

Généralement, une teneur élevée en pigments caroténoïdes associée à de faibles activités lipoxygénasique est recherchée dans les blés pour fabriquer des pâtes claires et possédant une belle couleur jaune ambré [63] ; [64].

Les trois formules ont une très belle couleur, qui attirant les consommateurs pour déguster ces plats.

2-2 Rendement en couscous

Le rendement en couscous de blé dur est dans le même sens que ceux trouvés par **BENTALLAH et al. (2006) [65]** (82,5% contre 82,15%), pour les deux autres formules, les rendements sont proches du témoin (80,25% pour le couscous d'orge et 86,25% pour le couscous des glands de quercus).

Le rendement exprimé en g de couscous sec / 100g de matières premières est représenté pour l'ensemble de nos couscous dans le tableau 2.5.

Tableau 2.5 : Bilan de fabrication des trois couscous

Types	CBD	CO	CGQ
Quantité			
Quantité totale de semoule (g)	4000	4000	4000
Quantité de couscous sec (g)	3300	3210	3450
Rendement (%)	82,5	80,25	86,25

La différence de rendement peut être due à des différences dans le diagramme de fabrication appliqués, mais le facteur peut être le plus important de cette variation c'est le nombre de recyclage ou/et le pourcentage du son dans les trois semoules ainsi que leur granulométrie.

Selon **ALUKA et al. (1985) [66]** et **GUEZLANE (1993) [61]**, le paramètre le plus influant sur le rendement de l'opération de roulage est le taux d'hydratation des semoules.

2-3 Caractérisation physico-chimiques des échantillons

2-3-1 Teneur en eau

GODON et WILLM (1998) [25] définissent la teneur en eau comme étant la quantité en gramme d'eau rapportée à 100g de substance sèches (teneur en eau %/ms), elle nous permet donc de ramener tous nos résultats à la même échelle de grandeur.

La détermination de l'humidité nous permet de statuer sur les risques d'altération lors du conditionnement et du stockage.

Les teneurs moyennes en eau de chaque formule fabriquée et des semoules sont exprimées en (% ms) dans le tableau 2.6.

Tableau 2.6 : Teneur moyenne en eau des semoules et des couscous fabriquées.

Types	BD	O	GQ
Teneur (%)			
Semoule	14,22	13,42	12,19
Couscous	12,88	13,03	12,59

(BD : blé dur, O : orge, GQ : glandes de quercus)

Les trois semoules renferment des teneurs en eau (soit 14,22% pour le blé dur, 13,42% pour l'orge et 12,19% pour les glandes de quercus) ces valeurs sont inférieures au niveau fixé par la norme du **CODEX STANE 178 ., 1991 [54]** (soit 14,5 %).

En effet, la variation d'humidité entre les trois formules est très variable, en fonction d'une part de la saison, d'autre part de la quantité d'eau ajoutée avant mouture.

Une teneur variable en eau peut être exigée pour certaines destinations, compte tenu du climat, de la durée du transport et de celle du stockage [54].

La teneur en eau du couscous dépend principalement des conditions de déroulement de l'opération de séchage et/ou la période de cette dernière.

D'après les résultats regroupés dans le tableau 2.6 montrent que les différents couscous ont des humidités inférieures à celle donnée par la **FAO (1991) [67]** (13.2 %). La norme du Codex Alimentarius [67], exige une humidité inférieure à 13.5%.

2-3-2 Taux des cendres

D'après **MOTQUIN (2007) [68]**, la teneur en matières minérales est un critère d'appréciation de pureté, puisque les cendres se trouvant essentiellement dans les couches externes des grains qui vont donner le son.

Les teneurs moyennes en cendre de chaque formule fabriquée et des semoules sont exprimées en (% ms) dans les tableaux 2.7.

Tableau 2.7 : Teneur moyenne en cendres des semoules et des couscous fabriqués.

Types	BD	O	GQ
Teneur (%)			
Semoule	1,153	1,868	1,935
Couscous	1,261	1,953	2,127

(BD : blé dur, O : orge, GQ : glandes de quercus)

Le taux de cendres des notre semoule (1,153 % pour le blé dur, 1,868% pour l'orge et 1,935% pour les glandes de quercus), le taux des cendres de la semoule de blé dur est conforme aux normes (< 1.1 %) donné par **CODEX STANE 202 (1995) [53]**, avec une valeur maximale égale à 1,3% (**CODEX STAN 178., 1991) [69]**.

D'après nos résultats, nous constatons que le taux des cendres des semoules d'orge et des glandes de quercus est élevé, ceci confirme la richesse des matières premières de fabrication par apport au témoin.

Le couscous témoin renferme, de teneur en cendre (1,261%) proche au niveau fixé par la norme **CODEX STAN 202. (1995) [53]** (soit 1,1%), avec une légère augmentation peu être causer par l'utilisation d'eau salé à 5% durant la production.

Les deux autres couscous sont plus riches en cendre (1,953 pour le CO et 2,127 pour le CGQ), qui peu être causé par la proportion de son dans chaque semoules.

Généralement la proportion des matières minérales des céréales est inégalement réparties (80% dans l'enveloppes contre 20% dans l'amande) [15].

2-3-3 Teneur en gluten

On entend par «gluten» une fraction protéique du blé, du seigle, de l'orge, de l'avoine ou de leurs variétés croisées et de leurs dérivés, à laquelle certaines personnes sont intolérantes et qui est insoluble dans l'eau et dans le NaCl à 0,5M [69].

Les teneurs en glutens des semoules de la fabrication sont présentés sur le tableau 2.8.

Tableau 2.8 : Teneur en gluten des semoules de la fabrication

Types	SBD	SO	SGQ
Teneur			
Teneur en gluten humide(%)	24	6	0
Teneur en gluten sec(%)	10,73	1,86	0
Teneur en gluten index(%)	53,70	50	ND
La capacité d'hydratation (%)	55,29	69	ND

(**SBD** : Semoule de blé dur, **SO** : Semoule d'orge, **SGQ** : Semoule des glandes de quercus, **ND** : not disponible)

La semoule de couscous témoin est la plus riche en gluten, renferme la valeur 24% du gluten humide, pour la semoule d'orge, cette valeur est très faible elle est de l'ordre de 6%, cependant, la semoule des glandes ne contenant pas de gluten.

Donc notre nouveau produit (CGQ) est défini comme très bonne solution pour les personnes souffre aux glutens ou la maladie de cœliaque.

D'après **CODEX STAN 118., 1979** [69], Les aliments exempts de gluten sont des aliments diététiques, sont des composés ou fabriqués uniquement à partir d'un ou plusieurs ingrédients qui ne contiennent pas de blé (à savoir toutes les espèces de *Triticum*, telles que le blé dur, l'épeautre et le kamut), de seigle, d'orge, d'avoine1 ou de leurs variétés croisées, dont la teneur en gluten ne dépasse pas 20 mg/kg au total, sur la base des aliments tels que vendus ou distribués au consommateur final.

En Algérie la prévalence moyenne de la maladie coeliaque estimée sur différentes régions est de l'ordre de 1.7 cas / 1000 dans la ville d'Oran en 1996 (**BERRAH et al., 2000**) [70], 3/1000 dans la ville de Jijel, 3.4/1000 dans la ville de Batna et 8.2 cas/1000 dans la villes de Khenchla en fin 2003 (**BENATALLAH et al., 2004**) [71].

En Algérie, les malades coeliaques souffrent d'un manque d'aliments sans gluten de consommation courante. Sur le marché, les produits alimentaires importés pour cette tranche de population sont onéreux, pas à la portée de tous et ne subviennent pas à la demande. La majorité des aliments souhaités par les malades sont notamment des aliments traditionnels locaux, non disponibles sur le marché ou trop chers [71].

Outre, d'après **CODEX STAN 118 (1979)** [69], les dispositions ci-après sont applicables à l'étiquetage des «aliments exempts de gluten»:

-L'expression «sans gluten» doit figurer à proximité immédiate du nom du produit dans le cas des produits diététiques. Un aliment pouvant naturellement être utilisé dans le cadre d'un régime sans gluten ne devrait pas être qualifié par les expressions «diététique», «de régime» ou tout autre terme équivalent.

Toutefois, un tel aliment peut porter une mention sur son étiquette, précisant que «Cet aliment est naturellement sans gluten».

2-3-4 L'acidité grasse

L'acidité grasse est un indicateur de l'état de la conservation du blé, semoule et pâtes alimentaires, en effet au cours de la conservation les lipides ont tendance à se dégrader en se transformant en acides gras libre [61].

Les résultats de l'acidité grasse des échantillons sont présentés dans le tableau 2.9.

Tableau 2.9 : l'acidité grasse des semoules et des formules de couscous fabriqués

Types	BD	O	GQ
Types, Teneur (H ₂ SO ₄ /100g MS)			
Semoules	0,032	0,034	0,030
Couscous	0,024	0,025	0,023

(BD : blé dur, O : orge, GQ : glandes de quercus)

Au cours de la conservation, les grains peuvent subir différentes altérations provoquées par des agents de diverses origines et amplifiées par les trois principaux facteurs que sont le temps, l'humidité et la température [21].

D'après le tableau 2.9, les résultats obtenus sont conformes aux normes ($NF \leq 0,055$), l'acidité grasse est variées de 0,023 à 0,034 g d'H₂SO₄/100 g de MS.

2-3-5 Dosage des protéines, glucides et lipides (Valeur énergétique)

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 2.10,

Tableau 2.10 : Teneur en protéines, glucides et lipides des trois formules de couscous

Types	Avant cuisson			Après cuisson		
	CBD	CO	CGQ	CBD	CO	CGQ
Teneur en protéines (g/100g)	11,9	10,89	7,15	9,56	8,76	6,43
Teneur en glucides (g/100g)	70,85	69,47	73,38	ND	ND	ND
Teneur en lipides (g/100g)	1,2	1,7	3,5	ND	ND	ND
Valeur énergétique (Kcal)	4 glucides + 4 protéines + 9 lipides					
	341,8	336,74	353,17			

ND : non déterminés.

La teneur en lipides renseigne sur le taux d'extraction de la semoule, plus ce dernier sera élevé et plus le pourcentage de ces matières est important, puisque ces substances se localisent principalement dans le germe et les enveloppes [72].

D'après notre résultats de dosage des lipides, le CGQ renferment le pourcentage le plus élevé, elle est de l'ordre de 3,5% cette augmentation peu être expliqué par une richesse des glandes en matières grasse qui s'observent l'ordre de la consommation directe des glandes.

La teneur en protéines de CBD (11,9%) se situe dans l'intervalle 9-15 % d'après la norme français et elle est du l'ordre 11,5 % d'après codex Stan (1991), La teneur en protéines de CO (10,89%) est proche de teneur de couscous témoin; par contre le CGQ présente une teneur plus faible (7,15%), ces valeurs sont diminués après cuisson.

Les glucides constituent la majeure partie de la l'albumen dans le grain de blé et d'orge, Parmi ce groupe on distingue l'amidon. Ce dernier existe sous des tailles et des formes différentes selon l'origine botanique et le plus important c'est une substance énergétique par excellence.

Les trois couscous ont le même de glucides, sont donné par les valeurs (CBD : 70,85%, CO : 69,47%, CGQ : 73,38%).

La valeur énergétique de couscous des glandes est la plus élevé, ceci pourrait être expliqué par sa richesse en lipides et glucides, pour les deux autres couscous renferment les valeurs suivantes 336,74 pour le CO et 341,8 pour notre couscous témoin.

2-3-6 Détermination de la cellulose brute

Les fibres alimentaires, appelées aussi "substances de lest" sont composées de constituants rigides des parois cellulaires des plantes, ou de constituants de réserve, non hydrolysés (non digérés) par les enzymes digestifs humains.

Les résultats de cellulose brute des échantillons sont présentés par l'histogramme suivant (Figure 2.16).

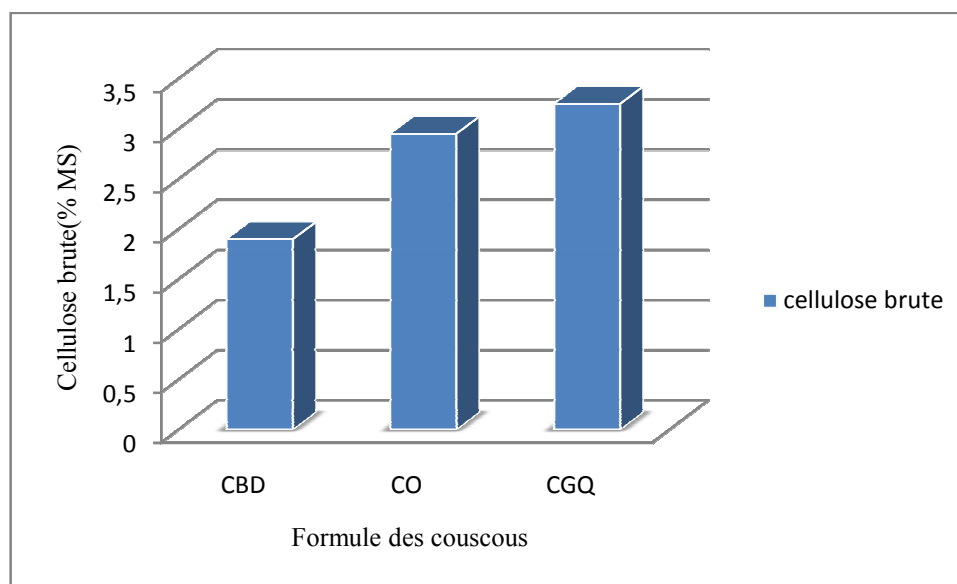


Figure 2.16 : Composition en cellulose brute.

Les trois formules sont riches en fibre avec une valeur très élevée et remarquable pour le CGQ qui renferme la valeur 3,25%, pour les deux autres couscous on trouve 2,95% pour le CO et 1,9% pour le couscous témoin.

Les fibres alimentaires ne sont pas dégradées dans l'estomac et l'intestin grêle, elles subissent de façon variable une dégradation par les bactéries du côlon qui touchent de 5 à 95 % des fibres, Leur premier rôle est de combattre la constipation, elles accélèrent le transit intestinal [73].

L'apport nutritionnel conseillé chez l'adulte est de 25 à 30 g de fibres par jour [74],

En fait, le rôle des fibres est important dans le transit intestinal car elles augmentent le volume du bol alimentaire et changent la consistance des selles (les rendant ainsi plus molles) grâce à leur pouvoir de rétention de l'eau, stimulent les contractions de l'intestin et favorisent l'activité bactérienne dans le côlon. Une carence de fibres peut conduire à des troubles gastriques et intestinaux : constipation ou diarrhée.

2-4 Appréciation de la qualité

2-4-1 Qualité technologique : La granulométrie des couscous et des semoules

✓ La granulométrie des semoules

D'après l'histogramme présenté par la figure 2.17, la granulométrie des semoules de la fabrication renferment des proportions très variables (SBD renferme une proportion très élevée 98,1% en fraction [500-<160[μm , la SO renferme une proportion très élevée 91,3% en fraction] 710-160[μm , la SGQ renferme une proportion très élevée 94,5% en fraction [1250-355[μm).

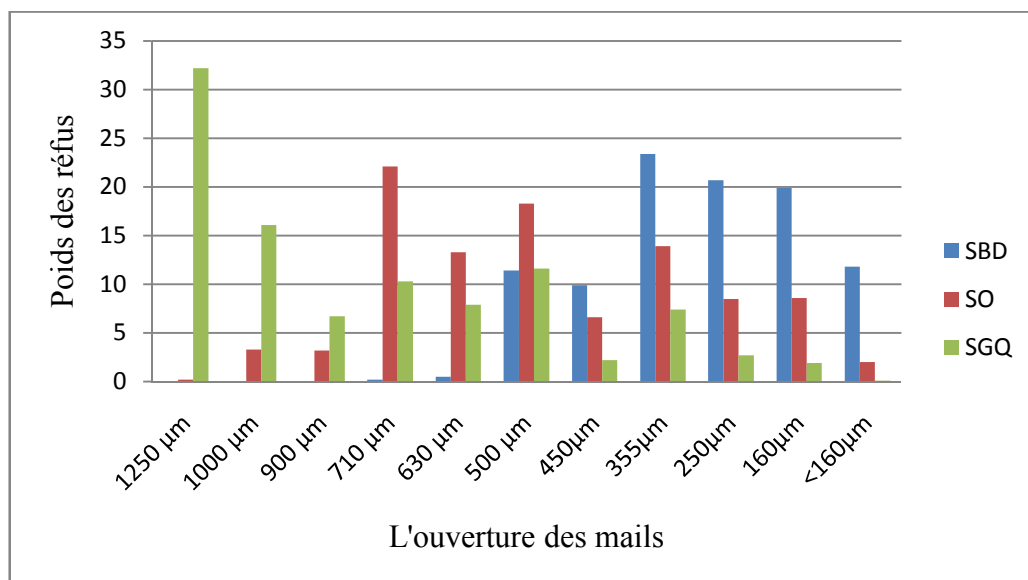


Figure 2.17 : Granulométrie des semoules de la fabrication.

✓ **La granulométrie des couscous**

Les résultats de la granulométrie pratiqué à l'aide des tamis allant du 2000 μm à <500 μm , sont illustré dans l'histogramme (figure 2.18).

La granulométrie moyenne des couscous fabriquées montre qu'il est constitué principalement de :

La composition granulométrique des couscous issus des formules CO et CBD se rapproche fortement, on trouve que la grande proportion est constituée par la fraction] 630-1250 [μm qui représente respectivement 87,3 % et 86,4 %, avec une proportion très élevée à 1000 μm (38,4%) pour CO et (32,8%) à 710 μm pour CBD.

Le couscous issu de la formule CGQ renferme une proportion très élevée (94,7%) en fraction [1000-2000] μm , par rapport aux autres couscous ce type est classé comme couscous gros, alors que les deux autres (CO et CBD) sont des couscous moyen.

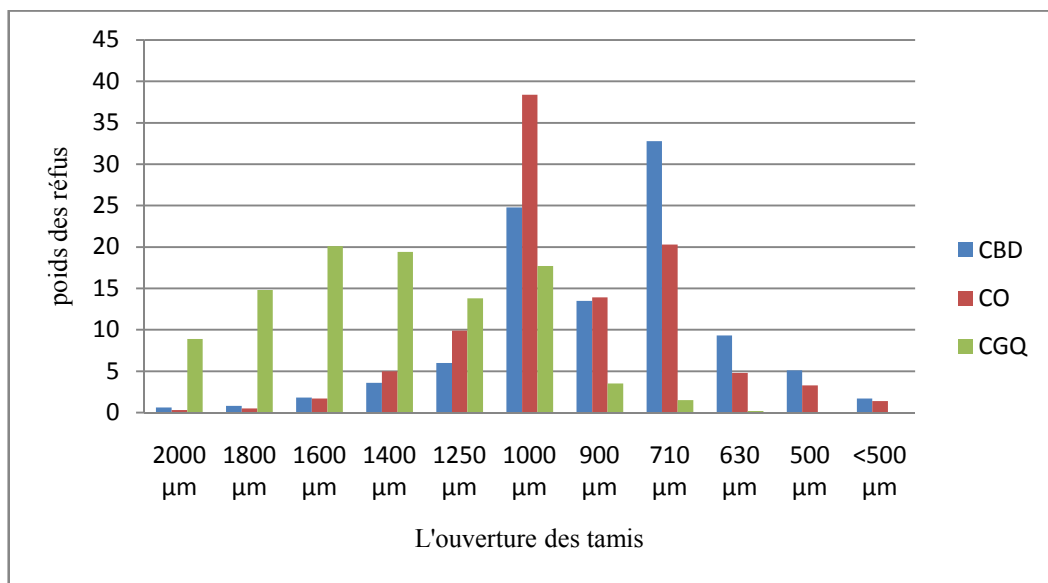


Figure 2.18 : Granulométrie des couscous fabriqués.

2-4-2 Qualité culinaire

2-4-2-1 Le gonflement à froide et au chaude de couscous

Le gonflement à 25 °C et 100°C des trois formules sont illustrée respectivement par les figures 2.19 et 2.20.

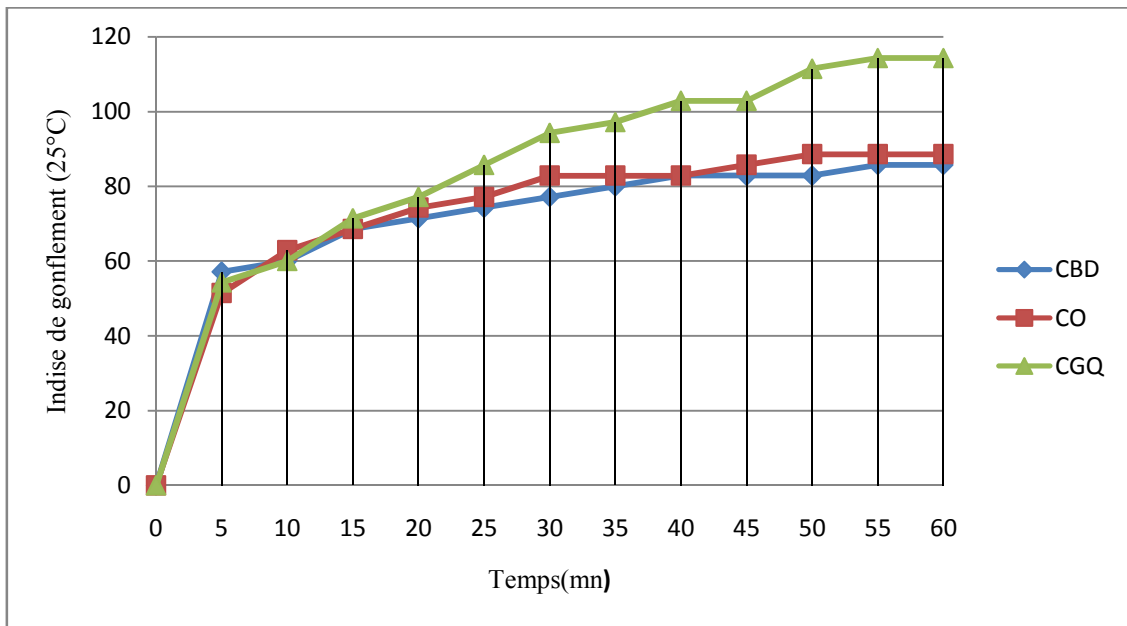


Figure 2.19 : L'indice de Gonflement des couscous fabriqués à 25°C.

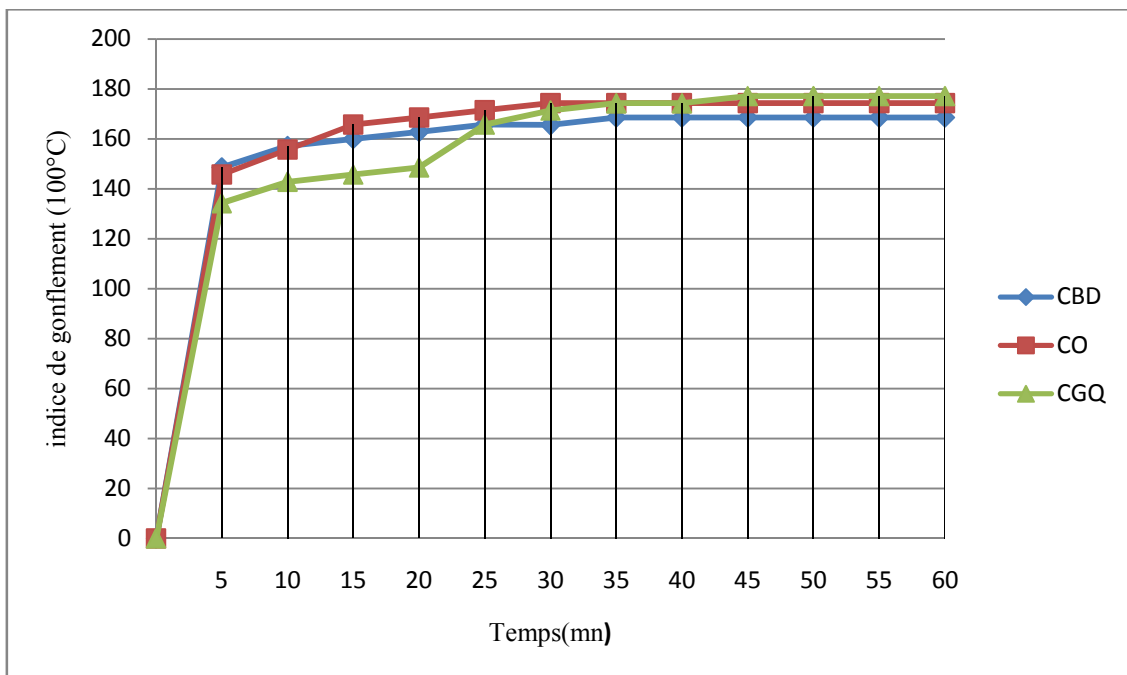


Figure 2.20 :L'indice de Gonflement des couscous fabriqués à 100°C.

La cinétique de gonflement à 25 °C des trois échantillons est illustrée par la figure, Une léger différence est observée entre le comportement du couscous témoin et des autre couscous (57,14% à 5 min, contre 51,42 % pour le CO et 54,28% pour le CGQ).

Le gonflement commencé à ce stabilisé à 30 min pour le CBD et CO, pour le CGQ à 50min.

On peut remarquer aussi que les trois couscous continue à gonfler jusqu'à 55 min, sont données respectivement par les valeurs : 85,71%, 88,57%, 114,28%.

La valeur élevée du gonflement de CGQ peut être due à la granulométrie de ce couscous.

Aux températures élevées (100°C) de gonflement, tous les couscous atteignent leur maximum, à partir de 35 min pour les CBD et CO (168,57% et 174,28%) et à 45min pour le CGQ (177,14%).

Les trois couscous montrent un gonflement nettement plus important qu'à 25°C. Ils ont atteint des valeurs de 148,57% pour le CBD, 145,71% pour le CO et 134,28 % pour le CGQ à 5min.

A chaud (100°C), aucune différence significative n'est notée entre le gonflement des couscous étudiés, sauf que le CGQ prend plus de temps pour un gonflement totale qui peut être due aux granulométries de couscous et même de la quantité des fibres alimentaires présenté dans l'aliment.

PEPLINSKI et PFEIFER (1970) cité par DEBBOUZ et DONNELLY (1996) confirment que la quantité d'eau absorbée augmente avec le degré de gélatinisation de l'amidon. Egalement, la force de gonflement indique la capacité de l'amidon à s'hydrater sous des conditions spécifiques (temps / température) [75]. Le comportement de gonflement dépend aussi de l'espèce botanique et du type cristallin de l'amidon natif [76]

Des différences dans la nature des amidons et dans le degré de gélatinisation des différentes matières premières seraient à l'origine de cette différence de comportement entre les couscous fabriqués et entre les températures de 25 et 100°C.

2-4-2-2 Degré de délitescence, l'indice prise en masse et le Comportement de l'amidon

Le degré de délitescence des couscous c'est le degré de désagrégation des grains de couscous cuits.

Le tableau 2.11 donne les pertes en matières sèches et le comportement de l'amidon des différents couscous étudié.

Tableau 2.11 : Degré de délitescence et le Comportement de l'amidon de couscous

Types		CBD	CO	CGQ
Types, Teneur				
Degré de délitescence (%)		5,476	5,352	4,231
Comportement de l'amidon	IS (% MS)	0,060	0,040	0,068
	IG (g/100g MS)	3,159	3,214	3,249

(IS : indice de solubilité, IG : indice de gonflement)

Tout les couscous étudié (CBD : 5,47%, CO : 5,35%, CGQ : 4,23%) ont le même niveau de DD (niveau faible).

Le degré de délitescence est un peu plus élevé pour le CBD, cela est peut être dû à la granulométrie. **ALUKA et al. (1985) [66]**, ayant travaillé sur le couscous de blé dur confirment que plus le couscous est fin, plus les pertes en matières sèches sont importantes. En effet, c'est le CBD qui a renfermé la plus grande proportion en couscous fin.

D'après **TARA et al. (2005) [77]**, l'amidon est la principale substance glucidique de réserve synthétisée par les végétaux supérieurs à partir de l'énergie solaire. Ses sources sont multiples : graines (céréales), racines, tubercules...

Les résultats présentés dans le tableau montrent l'état de gonflement et l'indice de solubilité de chaque formule, qui sont proche.

Les résultats de l'indice prise en masse sont présentés par la figure 2.21, qui est fait sur 10g de chaque formule.

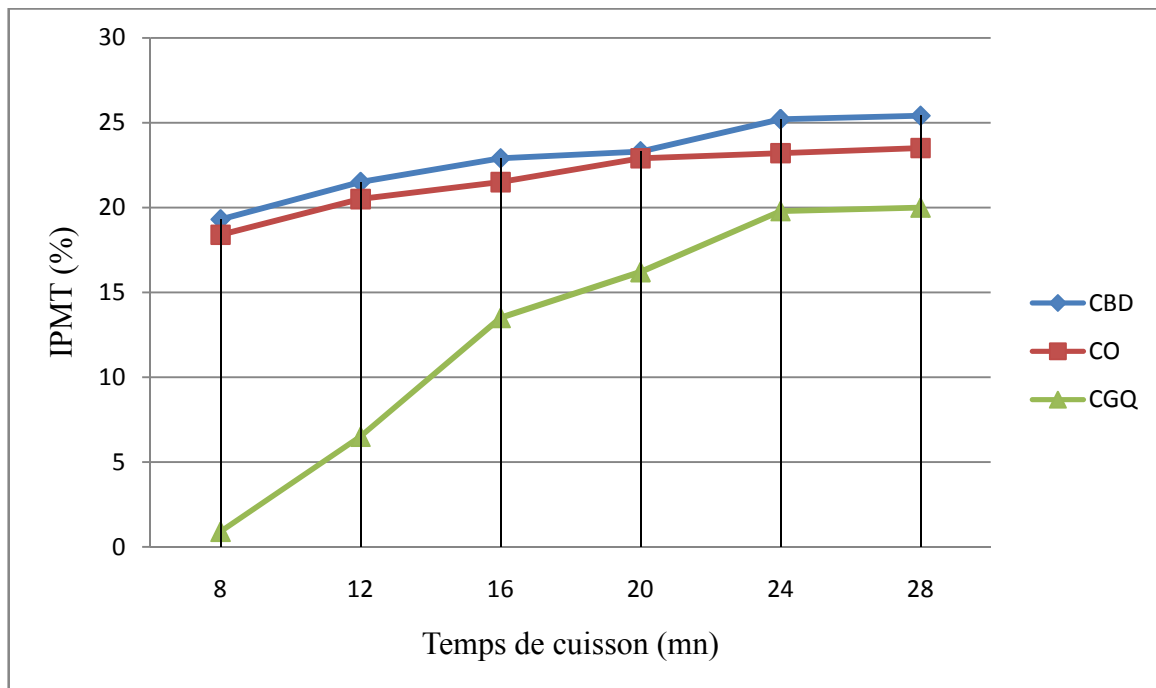


Figure 2.21 :L'indice de Prise en Masse (IPM) des couscous étudiés.

Les valeurs de l'IPMT les plus élevées sont celles enregistrées avec le couscous témoin et le couscous d'orge elles sont très élève aux premier temps de cuisson (à partir de 12mn).

Il semblerait selon **KHENDEK et GUEZLANE (1994) [78]** que la formation de granules de couscous trop compacts a pour conséquence de fournir des produits collants.

Le collant faible observé chez le couscous des glandes de quercus est peut être dû d'un coté à leur granulométrie élevé par rapport à celle de couscous témoin et d'orge et d'autre coté aux taux des lipides, mais après un certain temps de cuisson la collante s'augmente.

On remarque que le temps de cuisson n'a pas d'effet sur le CGQ (avec un temps limité), nos résultats montrent que le CGQ collant moins que les CBD et CO.

On constate que toutes Les valeurs de l'IPMT enregistrées pour le CGQ sont inférieures à la valeur minimale enregistrée pour le couscous témoin. Cet avantage nous permet d'allonger le temps de cuisson de ce nouveau couscous sans risque qu'ils soient collants ou pâteux. C'est le CGQ qui à les IPMT les plus faibles.

Par contre les CBD et CO se collants rapidement avec le temps de cuisson (peux collants après 12min de cuisson).

2-4-2-3 Teste de cuisson des couscous

Les résultats attestent une variabilité considérable d'une formule à autre (Tableau 2.12)

Tableau 2.12 : Paramètres de cuisson des couscous étudiés.

Teneur	CBD	CO	CGQ
Temps de cuisson (mn)	21	20	30
Poids initial (g)	20	20	20
Poids finale (g)	42,8	43,2	46,3
Comportement lors de la réhydratation	Particules uniformes, pas collant, présentant un bon gonflement	Particules uniformes, pas collant, présentant un bon gonflement	Particules uniformes, pas collant, présentant un très bon gonflement

Le CGQ prend plus de temps pour une bonne cuisson, qui peut être expliquée par la granulométrie et le taux des fibres élevé.

2-4-2-4 Perte à la cuisson

Tableau 2.13 : La perte à la cuisson des couscous étudiés.

Types	CBD	CO	CGQ
Teneur			
Perte à la cuisson (g)	0,631	0,623	0,413

Le tableau 2.13 montre l'évolution de la perte à la cuisson avec une granulométrie plus fine, donc les pertes s'augmentent si la granulométrie est faible (CBD, CO), alors que le CGQ présente une faible perte.

2-4-3 Qualité organoleptiques des couscous cuits

Les résultats de notation (sur une échelle de cinq points) des caractéristiques sensorielles des couscous fabriqués concernant : la couleur, le collant, fermeté, goût et la texture qui sont présentés dans la figure 2.22.

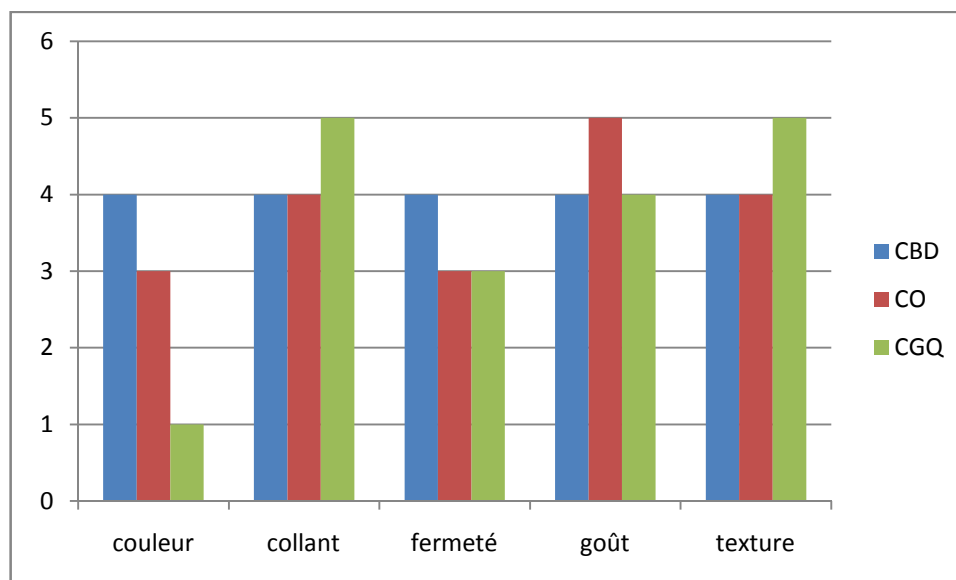


Figure 2.22 : Notes moyenne de couleur, collant, fermeté, goût et texture des couscous.

Ces résultats montrent que :

Les notes moyennes obtenues par le couscous des trois formules sont acceptables. Le CO est jugé de couleur la plus claire après le CBD, ces deux couscous sont peu collant, de très bonne goût et d'une texture acceptable.

Le couscous de la formule GQ a été classé en deuxième place après le CO pour le goût,

Pour la couleur, le CGQ est jugé le plus foncé avec une note moyenne de 1,3.

Huit dégustateurs ont préféré le CO contre trois qui ont préféré le couscous témoin, cinq dégustateur a préféré le CGQ pour sa couleur et leur goût surtout avec le Rayeb. Cela montre que les nouveau couscous fabriqués ne présentent pas un problème d'acceptabilité.

Les plates dégustées sont présentées par la figure 2.23.



Photos 1 : Couscous de blé dur.



Photos 2 : Couscous d'orge.



Photos 3 : Couscous des glandes de quercus.

Figure 2.23 : présentation des trois plates étudiées après cuisson (**photographie originale**).

2-4-4 L'imagerie des graines de couscous

L'observation des graines de chaque formules se présentées par la figure 2.24,



Echelle : la graduation en bas d'image égale 1mm.

Figure 2.24: Images des particules de couscous des trois formules (**photographie originale**).

Les graines des trois couscous présentent des surfaces lisses uniformes avec prédominance des formes arrondies, des microreliefs correspondant aux particules de fines semoules attachées à celle de la grosse semoule

La taille des particules des couscous fabriquées présente une certaine homogénéité, les CBD et CO présente une taille $\leq 1000\mu\text{m}$. Le couscous de la formule CGQ présente des agglomérats ayant la taille la plus grande par rapport à celle des deux autres formules ($>1000\mu\text{m}$).

Les particules qui forment les grains du couscous témoin ou CBD et CGQ sont de même couleur (jaune pour le CBD et marron pour le CGQ), alors que dans le cas de CO se varies. Dans le cas de la formule CO, on peut observer des graines composées en majorité par des particules verts avec la présence des composées claires qui peu être causées par l'attachement des enveloppes ou fibre avec ces particules.

2-5 Caractérisations microbiologiques

Les résultats d'analyses microbiologiques portant sur la recherche des Levures et moisissures et les Anaérobies sulfito-réducteurs, sont représentés par le tableau 2.14.

Tableau 2.14 : Représentation des résultats d'analyses microbiologiques des échantillons étudiés.

		Levures et moisissures	Anaérobies sulfito-réducteurs
Semoules	BD	Abs	Abs
	O	Abs	Abs
	GQ	Abs	Abs
Couscous	BD	Abs	Abs
	O	Abs	Abs
	GQ	Abs	Abs

(**BD** : blé dur, **O** : orge, **GQ** : glandes de quercus, **Abs** : absence)

Les échantillons analysés sont considérés comme des produits de bonne qualité microbiologique, ces résultats confirment le respect des conditions d'hygiène lors de la fabrication.

CONCLUSION

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre objectif avait porté au premier lieu sur une possibilité de valorisation des glandes de quercus sous forme d'un couscous artisanale pour une consommation humaines et l'étude technologiques, organoleptiques et nutritionnelles des trois formules de couscous fabriques selon un diagramme traditionnel, ainsi que la formulation d'un couscous diététique et sans gluten.

Trois formules ont été étudiées : Couscous de blé dur, Couscous d'orge et Couscous des glandes de quercus.

L'étude des caractéristiques technologiques des couscous obtenus montre que les qualités des couscous orge et glandes de quercus comparables à ceux du couscous témoin.

Les images des particules des couscous secs ont permis de dire que les grains du CBD et du CO présentent un état de surface proche, pour le CGQ est plus grosse et ronde. Cependant la couleur du témoin a été plus claire que celle des autres couscous.

Plus de couscous appartenant à la classe] 630-1250 [μm est obtenu (CBD et CO), Cependant le reste de couscous est constitué principalement par la classe [1000-2000] μm .

Sur le plan culinaire le couscous des glandes montrent un gonflement dépasse celui du couscous témoin à 25 et 100°C.

Le degré de délitescence des trois formules est presque du même niveau de celui du couscous témoin. Les couscous des glandes collent beaucoup moins que le couscous témoin et CO, ce dernier présenté un IPMT le plus faible.

Les résultats d'analyse nutritionnel obtenus tout au long de ce travail nous permettent d'affirmer que notre nouveau produit est concéderai comme un aliment complet et diététique surtout pour les personnes qui souffrent à la maladie cœliaque, le CGQ est très riche en lipide, glucide, renferment une valeur énergétique égale à 353,17 Kcal.

Le CO renferme la valeur énergétique la plus proche au témoin (336,74 Kcal).

Nos résultats montrent la possibilité de fabriquer des couscous de bonne qualité riche en fibres, minéraux, glucides et protéines... , pauvre en gluten et diététiques à partir de glandes de quercus (couscous sans gluten) et/ou les grains d'orge, L'acceptabilité des couscous obtenus a été confirmée par le jury de l'analyse sensorielle même pour les CO et CGQ qui sont préférés par un membre élevé de jury de dégustation.

Pour compléter cette étude, il serait intéressant d'élargir les perspectives du projet et de s'intéresser aux volets suivants :

- ✚ Etude des autres diagrammes traditionnels de fabrication du couscous notamment ceux qui ne prévoient pas l'étape de précuisson de la semoule.
- ✚ Détermination des conditions optimales, du temps, des quantités d'eau, des quantités de la semoule fine pour obtenir les meilleurs rendements et meilleures caractéristiques des couscous ;
- ✚ Étude des effets de la consommation de l'aliment diététiques CGQ sur la santé de personnes souffrant de cœliaque.
- ✚ Etude de la faisabilité industrielle.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES

1. **DEROUICHE, M.**, ‘Couscous – Enquête de consommation dans l’est algérien, fabrication traditionnelle et qualité’, Thèse de Magister, DNATAA, Université de constantine, (2003), 125 p.
2. **BENLACHHEB, R.**, ‘Scores lipidiques de certains plats traditionnels consommés Constantine’, Thèse de Magister, INATA, Université de constantine, (2008), 175p.
3. **MARTIN, H.**, ‘L’impacte de la nutrition sur la santé: La maladie coeliaque chez l’adulte’, Garant, (2002), 141-143.
4. **ANONYME**, ‘Monographie de la Wilaya de TIPAZA’, Direction de la planification et de l’aménagement du territoire, (2008), 138p.
5. **SAHRAOUI, B.**, ‘Les forêts d’algérie de césarée la romaine à ce jour’, forêt méditerranéenne, n°3, (septembre 2006), 267-274.
6. **KELLOU, R.**, ‘Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d’exportation pour les céréales français dans le cadre de pôle de compétitivité quali-méditerranée, le cas des coopératives sud céréales’, groupe coopératif occitan et Audecoop, Master of Science, n°93, (2008), 168p.
7. **DJERMOUN, A.**, ‘La production céréalière en algérie: les principales caractéristiques, nature et technologie, université de Hassiba Benbouali de chlef, n°1, (2009), 45-53.
8. **ANONYME**, ‘Les céréales en Algérie’, le journal de Financier, (2010), (www.le-financier-blé.com). Mis à jour le 30/11/2010
9. **RASTOIN, J.L. et GHERSI, G.**, ‘Le système alimentaire mondial : concepts et méthodes’, analyses et dynamiques, (2010), 590P.
10. **ANONYME**, ‘Importation de blé durant les dix premiers mois 2011 : Huasse des 135%’, El moudjahid, (2011), 2p.
11. **SALHI, A.**, ‘Céréales: l’algérie à importe 1, 6 millions de tonnes de blé de France depuis juin’, El wakeb le 1er journal qui parle aux jeunes sans tabous, (2011), 2p.
12. **DADI, S.**, ‘Production céréalière: l’Algérie a atteint l’autosuffisance en blé dur’, Direction de sécteur agricole (DSA), (Aout 2010), 3p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

13. **PINCHON, J.**, ‘‘Memoires d’un paysan (1925-2009) ‘’, l’harmattan, Paris, (2011), 259p.
14. **CALVEL, R.**, ‘‘La boulangerie moderne‘’, 10^{ème} édition, Eryolles, Paris, (1984), 459p.
15. **DOUMANDJI, A., DOUMANDJI, S. et DOUMANDJI-MITICHE, B.**, ‘‘Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock‘’, Cours de Technologie des Céréales, Office des Publications Universitaires (OPU), Alger, (2003), 66 p.
16. **NYABYENDA, P.**, ‘‘Les plantes cultivées en regions tropicales d’altitude d’afrique‘’, le centre technique de cooperation agricole et rurale (CTA), (2005), 190-192.
17. **BOUDREAU, A. et MENARD, G.**, ‘‘Le blé, éléments fondamentaux et transformation‘’, 4^o trimestre presse université Laval, (1992), 439P.
18. **BOWDEN, WM.**, ‘‘The taxonomy and nomenclature of the wheats, berleys and ryes and their wild relatives‘’, Canadian journal of botany, (1959), 657-684.
19. **CHOUAKI, S.**, ‘‘Deuscième rapport national sur l’état des ressources phylogénétiques‘’, INRAA, (Juin 2006), 91p.
20. **ANONYME**, ‘‘La biologie de Triticum Turgidum SSP. Durum (blé dur) ‘’, l’agence canadienne d’inspection des aliments ‘’, (2006), 11p.
21. **NIQUET, G., BRISEMEUR, E. et HAUDEBAULT, F.**, ‘‘Guide pratique - Stockage et conservation des grains à la ferme‘’, ITCF, Paris, (1989), 65p.
22. **FEILLET, P.**, ‘‘Le grain de blé : composition et utilisation‘’, INRA, Paris, (2000), 308p.
23. **ABFELBAUM, M., ROMON, M. et DUBUS, M.**, ‘‘Di étique et nutrition‘’, 7^{ème} édition, Moulinaux cedex MASSON édition, (2009), 356-360 P.
24. **ANONYME**, ‘‘Diagramme du grain d’orge‘’, agence canadienne d’enspection des aliments, (Avril 2005), consultée le 28/12/2012.
25. **GODON, B. et WILLM, C.**, ‘‘Les industries de l’ére transformation des céréales‘’, Paris, Technologie et documentation, Lavoisier, (1998), 786p.
26. **GASSIER, J. et COLETTE, D.S.S.**, ‘‘Le guide de la puéricultrice : prendre soin de l’enfant de la naissance a l’adolescence‘’.3^{ème} édition. Préface d’Annick Sailland, Elsevier Masson, (2007), 1100- 1102.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

27. **RUSSELOT, P.H.**, ‘‘Le blé, les spaghettis, mesures ingénieuses de la consommation des pâtes alimentaires’’, ENS Cachon, n°9, (2005), 56P.
28. **ANONYME**, ‘‘L’utilisation de blé’’, Wikipedia, (2011), 12p, mise à jour le 14/12/2012. (<http://fr.wikipedia.org/wiki/bl% c3% A9>)
29. **BOUKHAMIA, A.S.**, ‘‘Aptitude technologique de quelques variétés de blé dur local : Interaction amidon protéine’’, Thèse de Magister INA, (2003), 17-20.
30. **WHITE, F.**, ‘‘La vegetation de l’afrique: memoire accompagnant la carte de vegetation de l’afrique’’, orstom-unesco, (1986), 166-170.
31. **EL LAKANY, M.**, ‘‘Evaluation des ressources forestières mondiales 2000: Rapport principal’’, etude FAO Forêts 140, (2002), 466p.
32. **QUEZEL, P.**, ‘‘Le chênes schérophylles en région méditerranéenne’’, Ciheam, n°35, (2010), 25-29.
33. **DILEM, A.**, ‘‘Etude de quelques proprietes du bois de chêne vert (quercus ilex) dans la région d’El-Hassasna (Saida-Algerie)’’, technologie des produits de la forêt, n°1, (1995), 74-78.
34. **LEQUIPE-SKYROCK**, ‘‘Répartition géographique du chêne liège’’, technologie des produits de la forêt, (août 2008), 3p.
35. **ANONYME**, ‘‘Le marché chinois et la valorisation du liege méditerranéen’’, Benebo, (2011), 19p.
36. **BERNARD, A.**, ‘‘La géographie botanique de l’afrique du nord’’, Annales de géographie, V.35, n° 196, (1926), 352-359.
37. **POULET, R.**, ‘‘Fruits oubliés: zones tempérées ey méditerranéennes: les chênes à glands doux’’, Fruits oublie, n°50, (2011), 14p.
38. **RABAA, C.**, ‘‘Le chêne vert, le chêne-liège et autres chênes méditerranéens’’, (2008), 88p.
39. **RERBERO, M. et LOISEL, R.**, ‘‘Le chêne vert en région méditerranéenne’’, Biologie et forêt, (1980), 531-543.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

40. AAS, G., AUER, J., BOLLIGER, M., BONFILS, P., BRÄNDLI, U.T., CORBAT, P., DIETIKER, F., ENGESESSER, R., FINKELDEY, R., FÜRST, E., HORISBERGER, D., KIENAST, F., KISSLING, P., KÜCHLI, C., MÁTYÁS, G., MEIER, S., MONNIN, M., PFEIFFER, K., REBETEZ, M., SCHNEIDER, P., SCHÜTZ, J.P., THOMET, S., WALTHER, H., WEHRLI, S. et ZANETTI, M., ‘‘ CAHIER DE L’ENVIRONNEMENT: Forêt et bois’’, n° 383, l’Office federal de l’environnement, des forêts et du paysage OFEFP, Berne, (2005), 102p.
41. BROUSSAUD-LE-STRAT, F., ‘‘Chênes à glands doux dans l’atlas marocain, elle a été étendue à la consommation des glands doux’’, *Tela-botanicae*, (2002), 5p.
42. LEBRETON, P., BARBERO, M. et QUEZEL, P., ‘‘Contribution morphométrique et biochimique à la structuration et à la systématique du complexe spécifique chêne vert, *Quercus ilex* L’’, V.148, n°4, Société botanique de France, pp289-317.
43. BERGER, G., ‘‘Le chêne, description de l’espèce’’, *Conservation de la nature, information sur la biodiversité*, (2008), 4p.
44. PRAT, G. MOSINIAK, M. et VONARSC, V., ‘‘Fruits et légumes de marché’’, *B. Media*, (2010), 5p.
45. MEZIANE, S., ‘‘Etude des huiles de glands de deux variétés de chêne (*Quercus ilex* et *Quercus suber*)’’, Lavoisier, Paris, France, V.25, n°3, (2005), 238-248.
46. LIAGRE, F., ‘‘Les haies rurales: Rôles, création, entretien’’, *France Agricole*, (2006), pp 45-48.
47. BROSSE, J., ‘‘Mythologie des arbres’’, *Petite bibliothèque Payot*, Paris. (1993), 13p.
48. ANONYME, ‘‘Le chêne, utilisation des glandes’’, *Wikipedia*, (Décembre 2010), 6p, mise à jour le 14/12/2012. (www.wikipedia.org/wiki/chêne).
49. BOUCHEHAM, N., ‘‘Aptitude technologique de trois formules à base de riz pour la fabrication de couscous sans gluten’’, *Memoire de Magister, université de Mentouri de Constantine (INATAA)*, (2009), 71p.
50. FRANCONIE, H., CHESTANET, M. et SIGAUT, F., ‘‘Couscous, boulgour et polenta: transformer et consommé les cereals dans le monde’’, *karthala*, (2010), 477p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

51. **MACAIRE, P., BERNARD, P. et LENGLIN, M.**, ‘‘Maroc pour tous’’, pierre Macaire: Le plein des sens, (2010), 105-106.
52. **ANONYME**, ‘‘Couscous complet biologique’’, Markal, notre regard sur la nature, (2011), 1-3.
53. **CODEX STAN 202**, ‘‘Recueil des normes codex pour le couscous de blé dur’’, (1995), Mis à jour le 21.02.2011.
54. **CODEX STAN 178**, ‘‘Normes de Codex pour la semoule et la farine de blé dur’’, (1991), Mis à jour le 20/10/2010.
(www.unctad.org/infocomm/français/blé/Docs/cxs-178f.pdf.)
55. **MAHMMOUDI, H.**, ‘‘Contrôle et évaluation des paramètres techniques sur la qualité culinaire du couscous artisanal’’, Thèse ingénieur, Blida, (2009), 77p
56. **YOUSFI, L.**, ‘‘Influence des conditions de fabrication sur la qualité du couscous industriel et artisanal’’, Thèse de Magister, DNATAA. Université de constantine, (2002), 141 p.
57. **TRANTESAUX, E.**, ‘‘Evaluation de la qualité du blé dur’’, Centre de recherche Européen, céréals, riz et pâtes alimentaires, BSN group, Marseille, France, (1993), 53-59.
58. **FEILLET, P., AUTRAN, J.C. et LCARD-VERNIERE, C.**, ‘‘Bases biochimiques du brunissement des pâtes alimentaires’’, Unité de technologie des céréales et des agro-polymères, INRA, 34060 Montpellier cedex 1, France, (1996), 431-438.
59. **CODEX STAN 199**, ‘‘Les critères de qualité du blé au niveau mondial’’, (1995), Mis à jour le 20.10.2010. (www.unctad.org/infocomm/français/blé/quali.htm.)
60. **QUEZLANE, L. et ABECASSIS, J.**, ‘‘Méthodes d’appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur’’, IAA Novembre, (1991), 966-71.
61. **GUEZLANE, L.**, ‘‘Mise au point de méthodes de caractérisation et étude des modification physico-chimique sous l’effet de traitement hydro thermique en vue d’optimiser la qualité du couscous de blé dur’’, Thèse de Doctorat INA El-Harrach, (1993).
62. **BELAIDE, M.R., BELARBI, A. et KHENDEK, D.**, ‘‘Rôle des mono glycérides dans l’expression de la qualité du coucouc de blé dur complexation anylose- mono glycérides’’, ING INA El-Harrach, (1994).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

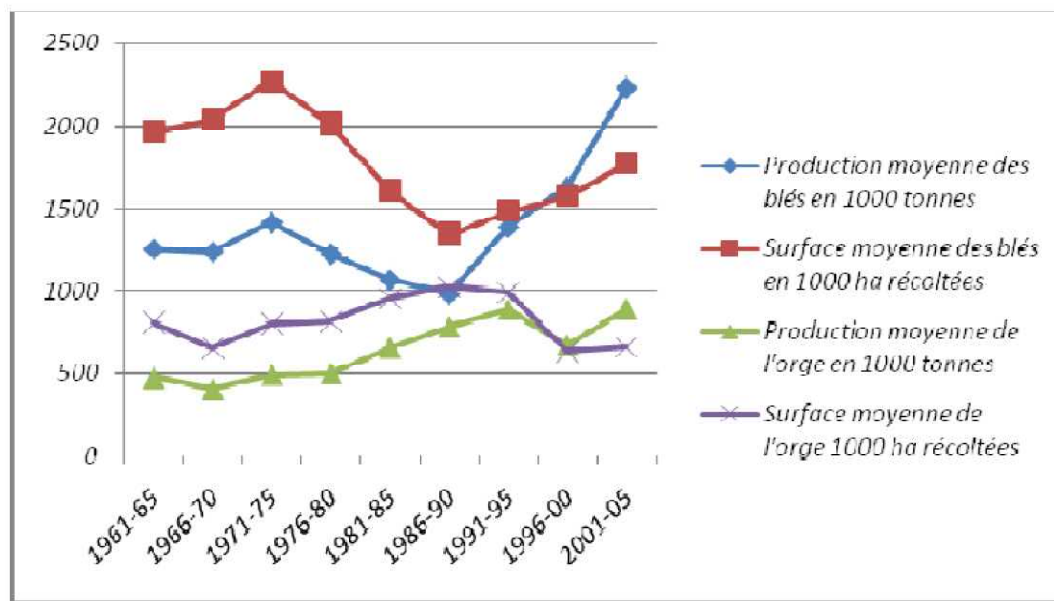
63. FEILLET, P., "L'industrie des pâtes alimentaires : technologie des fonctions, qualité des produits finis et des matières première", IAA octobre, (1986), pp978-986.
64. DEMARCHI, F., "La qualité des blés durs et des pâtes alimentaires", séminaire Européen-COMETT, Montpellier, 27-29 janvier (1994).
65. BENATALLAH, L., ZIDOUNE, M. N., OULAMARA, H. et AGLI, A., "Formulation et fabrication de couscous à base de riz et de légumes secs pour malades coeliaques", Actes SAR GP3A, Tunis, (2006), pp160-164.
66. ALUKA, K., FAURE, J. et MICHE, J.C., "Conditions d'une fabrication mécanique du couscous de maïs en Afrique de l'ouest", IAA -MAI, (1985), 25-27 P.
67. FAO., "Codex Alimentarius : Céréales, légumes secs, légumineuses, produits dérivés et protéines végétales", FAO. Vol 7, 2ème édition, Rome, (1996), 164 p.
68. MOTQUIN, B., "Guide pratique-Manuel suisse des denrées alimentaires", PTAA., n°13, Gembloux, (2007), 8p.
69. CODEX STAN 118, "Norme de Codex pour les aliments diététiques ou de régime destinés aux personnes souffrant d'une intolérance au gluten", (1979), Consulter le 21.02.2011. (http://www.adobe.com/go/acro_com_rdr_fr).
70. BERRAH, M., BENHASSINE, F. et CHAOUI, N., "Actualités sur la maladie coeliaque de l'enfant", Société algérienne de pédiatrie, Table ronde, 9 nov. Alger, (2000), 45 p
71. BENATALLAH, L., ZIDOUNE, M. N. et AGLI, A., "La maladie coeliaque : cas recensés de 1998 à 2003 et diététique associée a JIJEL, BATNA et KHENCHELA", *Colloque ADELFI-EPIDIO : "L'Epidémiologie et la prise de décision en Santé Publique"*, Santé Publique & Sciences Sociales (10), Oran, (2004), pp: 88-89.
72. CALVEL, R., "La boulangerie moderne", 10^{ème} édition, Eryolles, Paris, (1984), 459p.
73. ANONYME, "Alimentation normale : Les fibres", centre de formation professionnelle santé social, (août 2006), 5p. (www.fibres.Doc.).
74. PASCALE. M, "Guide pratique, Fibres alimentaires : où en trouver pour satisfaire nos besoins ?", Le généraliste, N°8, (2006), 7p.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

75. SINGH, N., KAUR, L., SANDHU, K. S., KAUR, J. et NISHINARI, K., ‘‘Relationships between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches’’, ELSEVIER, Food Hydrocolloids, (2006), 532–542p.
76. BULEON, A., COLONNA, P. et LELOUP, V., ‘‘Les amidons et leurs dérivés dans les industries des céréales’’, IAA Juin(1990), 515-532 p.
77. TARA, A., BERZIN, F., TIGHZERT, L. et MOUGHAMIR, S., ‘‘Mesure en ligne du comportement visqueux d'un amidon de blé en cours d'extrusion, Application à la cationisation’’, Rhéologie, (2005), Vol 8, pp 5-12.
78. KHENDEK, L. et GUEZLANE, L., ‘‘Rôle des monoglycerides dans l’expression de la qualité technologique du couscous industriel de blé dur, Céréaliculture, (1994), pp10-14.

ANNEXES

Annexe 01 :



Evolution de la production des céréales (blés et orge) en Algérie par période quinquennale (U=1000 Tonne) [6].

Annexe 02 : Présentation des lieux de stages

Société des pâtes industrielle SARL SOPI, Unité de production de couscous et pâtes alimentaires crée en 2001 avec une capacité de production de 50 ton /jour (30 ton/jour des pâtes alimentaires et 20 ton/jour de couscous). Elle assure le marché algérien par différent produits céréaliers : couscous, pâtes alimentaires (Sise au lot n°13 route de Boufarik-Guerrouaou).



Institue agro alimentaire ABO BEKRE BELKAIDE- BLIDA, institue d'étude et de formation crée en 1991, les laboratoires sont mise en charge 2002, reçoit envièrent 750 étudiant(e) chaque année (Rue sisi Abdelkader-Blida).

Annexe 03 : Milieux de cultures, réactifs et additifs

- Gélose glucosée à l'oxytétracycline (OGA)
- Gélose viande fois (VF)
- Eau distillée
- Catalyseur ammoniac
- L'éther de pétrole
- Hydroxyde de Sodium
- Acide sulfurique concentré (95%)
- Acide Borique.
- L'éthanol à 95%.
- Sulfate de potassium
- Pierre ponce
- Sulfate de cuivre
- Rouge de méthyle
- Phénolphtaléine

Annexe 04 : Appareillages utilisé.

- Agitateur mécanique.
- Balance analytique.
- Etuve de type (CHOPIN 100°C).
- Dessiccateur.
- Four à moufle.
- Minéralisateur.
- Centrifugeuse.
- Série des Tamis.
- Etuves d'incubation (25°C et 37°C et 4°C).
- Bec bunsen.
- Dispositif de KJELDAHL.
- Autoclave.
- Verreries.
- SOXHLET.
- Burette.
- Le *couscoussier*.
- Réfrigérant rodé



Figures des l'appareillage utilisé dans l'analyse

TABLE DES MATIERES

RESUME

REMERCIEMENTS

LISTE DES ABREVIATIONS

LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES E ET TABLEAUX

SOMMAIRE

INTRODUCTION..... 01

PARTIE 1 : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 01- LES CEREALES

1-Les céréales.....	05
1-1La culture des céréales en Algérie.....	05
1-2Description générale.....	06
1-2-1 Taxonomie et écologie.....	07
1-2-1-1 Taxonomie.....	07
1-2-1-1-1 Le blé dur.....	07
1-2-1-1-2 L'orge.....	08
1-2-1-2 Ecologie.....	08
1-2-2 Morphologie.....	09
1-3 Composition physico-chimiques des céréales.....	12
1-4 Secteur d'utilisation des céréales.....	13

CHAPITRE 02- LE QUIRCUS

2- Le quercus.....	16
2-1Le quercus en Algérie.....	16
2-2Description générale.....	17
2-2-1 Taxonomie et écologie.....	17
2-2-2 Morphologie des glandes.....	19
2-3 Composition physico-chimiques des glandes.....	20
2-4 Secteur d'utilisation de quercus.....	20

CHAPITRE 03- LE COUSCOUS	10
3- Le couscous.....	10
3-1 Description générale.....	23
3-1-1 Définition.....	23
3-1-2 Historique et l'origine de couscous.....	24
3-2 La production de couscous.....	24
3-3 La qualité de semoule et du couscous.....	26
PARTIE 2 : ETUDES EXPERIMENTALES	13
CHAPITRE 01- MATERIEL ET METHODES	13
1-1 Matières premières : préparation, types et codification.....	30
1-2 Ustensiles et diagramme traditionnel de fabrication.....	32
1-2-1 Ustensiles de fabrication des trois couscous.....	32
1-2-2 Diagrammes de fabrication traditionnelle.....	32
1-2-2-1 Présentation.....	32
1-2-2-2 Les étapes de diagramme de fabrication.....	34
1-2-2-2-1 Précuisson des semoules.....	34
1-2-2-2-2 Roulage et calibrage.....	34
1-2-2-2-3 Précuisson et calibrage du couscous humide.....	34
1-2-2-2-4 Séchage du couscous.....	34
1-3 Rendement en couscous.....	38
1-4 Caractérisation physico-chimiques des échantillons.....	39
1-4-1 Teneur en eau.....	39
1-4-2 Dosage des cendres.....	40
1-4-3 Teneur en gluten.....	40
1-4-4 L'acidité grasse.....	42
1-4-5 Dosage des protéines.....	43
1-4-6 Dosage des glucides.....	44
1-4-7 Dosage des lipides totaux.....	43
1-4-8 Détermination de la cellulose brute.....	46
	20

1-5	Appréciation de la qualité.....	421
1-5-1	Qualité technologique : La granulométrie des couscous et des semoules.....	21 47 421
1-5-2	Qualité culinaire.....	421
1-5-2-1	Le gonflement à froide et au chaude.....	22 48
1-5-2-2	Degré de délitescence et la prise en masse du couscous cuit	403
1-5-2-3	Comportement de l'amidon.....	23 50
1-5-2-4	Teste de cuisson des couscous.....	51 24
1-5-2-5	Perte à la cuisson.....	52 24
1-5-3	Qualité organoleptiques des couscous cuits.....	52 24
1-5-4	Qualité nutritionnelle.....	525
1-5-5	L'imagerie des graines de couscous.....	54 25
1-6	Caractérisations microbiologiques.....	525
		26
		26
		27
		28
		28
		28
		28
		29
		29
		29
		30

CHAPITRE 02- RESULTATS ET DISCUSSION

2-1 L'aspect des couscous sec fabriqués	56
2-2 Rendement en couscous.....	57
2-3 Caractérisation physico-chimiques des échantillons.....	58
2-3-1 Teneur en eau.....	58
2-3-2 Taux des cendres.....	59
2-3-3 Teneur en gluten.....	60
2-3-4 L'acidité grasse.....	62
2-3-5 Dosage des protéines, glucides et lipides	63
2-3-6 Détermination de la cellulose brute.....	63
2-4 Appréciation de la qualité.....	64
2-4-1 Qualité technologique : La granulométrie des couscous et des semoules.....	66
2-4-2 Qualité culinaire.....	69
2-4-2-1 Le gonflement à froide et au chaude.....	69
2-4-2-2 Degré de délitescence, l'indice prise en masse et le Comportement de l'amidon.....	71
2-4-2-3 Teste de cuisson des couscous.....	73
2-4-2-4 Perte à la cuisson.....	73
2-4-3 Qualité organoleptiques des couscous cuits.....	74
2-4-4 L'imagerie des graines de couscous.....	74
2-5 Caractérisations microbiologiques.....	77
CONCLUSION	79
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	41
ANNEXE	41
	42
	42
	42
	43
	43
	43