

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE
L'UNIVERS
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



292

Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Qualité des produits et sécurité alimentaire

**Thème : Etude de la qualité technologique du
couscous industriel**

Présenté par :

AOUAOUDA Wassila

GUEMDANI Manel



Devant le jury composé de :

Présidente : M^{me}. SOUIKI Linda (M.C.A)

Examineur: Mr. MERZOUG Abd el Ghani (M.A.A)

Encadreur : Mr. MEZROUA Lyamine (M.A.B)

Juin 2012

Remerciement

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

Nos vifs et sincères remerciements s'adressent aux honorables membres de jury :

M^{me}. SOUKI L. Maître de conférences en biologie, et responsable de spécialité Qualité des Produits et Sécurité Alimentaire, qui nous a fait l'honneur de présider la commission pour juger ce mémoire de fin d'étude.

Mr. MERZOUG A.G. et M^{me} ALLIOUI N. Maîtres assistants en biologie, de nous avoir fait le grand honneur d'accepter d'examiner la commission pour juger notre modeste travail.

Nous sommes honorées et reconnaissantes à notre encadreur :

Mr. MEZROUA L. maître assistant en biologie, qui nous a fait preuve d'un grand patience et qui a été d'un grand aide dans la réalisation de ce travail, ses conseils, ses encouragement, ses orientation ainsi que son soutien moral et scientifique, il nous permis de mener à bien la rédaction de ce travail.

Nous tenons à remercier, tout le corps enseignant du département de biologie de l'université 08 mai 1945 de Guelma pour la qualité de leur enseignement.

Nos vifs remerciements sont adressés à tout le groupe des moulins AMOR BENAMOR :

A Mr. LADJAMAA H. Directeur général du complexe OMERBENOMER pour leur aimable et prestigieuse.

A M^{me} KALARASSE A. Chef de laboratoire, chef de production, et toute l'équipe du laboratoire (Rebaa S. Saadane S. Douakha R. Kalarasse R. Abda H. Limane F. Bouchebout B. et Merabti A.) qui nous ont fourni gracieusement du matériel d'analyse pour mener à bien nos expérimentations sur les paramètres physico-chimique et technologiques.

Sans oublier ceux qui ont contribué de près ou de loin à la concrétisation de ce mémoire.

Nous remercions toute notre famille pour sa patience durant toutes ces années d'étude. Que toute celle et tout ceux qui ont bien voulu nous aider d'une manière ou d'une autre dans la réalisation de ce travail acceptent le témoignage de notre profonde gratitude.

Sommaire

Introduction.....	1
-------------------	---

Partie I : Synthèse bibliographique

Chapitre 1. Composition biochimique et utilisation du blé dur

1. Description du grain de blé.....	3
2. Composition histologique et chimique du grain de blé.....	3
2.1 Composition histologique.....	3
2.1.1 Enveloppes.....	3
2.1.2 Albumen.....	3
2.1.3 Germe.....	4
2.2 Composition chimique.....	4
2.2.1 Eau.....	5
2.2.2 Glucides.....	5
2.2.3 Protéines.....	5
2.2.4 Lipides.....	6
2.2.5 Sels minéraux.....	7
2.2.6 Vitamines.....	7
2.2.7 Enzymes.....	8
3. Interactions entre les constituants chimiques du grain de blé.....	8
3.1 Interaction entre lipides-protéines.....	8
3.2 Interactions entre protéines-glucides.....	9
4. Utilisation du blé dur.....	9
4.1 Semoule.....	9
4.1.1 Différents types de semoules consommés en Algérie.....	10
4.1.1.1 Semoule SE.....	10
4.1.1.2 Semoule SGM.....	10
4.1.1.3 Semoule SG.....	10
4.2 Pâtes alimentaires.....	10
4.2.1 Production nationale.....	10
4.2.2 Consommation mondiale.....	11
4.2.3 Consommation nationale.....	11

Chapitre 2. Technologie de fabrication du couscous

1. Définition.....	12
2. Etymologie du mot "couscous".....	13
3. Origine du couscous.....	13
4. Place du couscous dans le régime alimentaire.....	14
5. Fabrication du couscous.....	14
5.1 Fabrication artisanale.....	14
5.1.1 Préparation des semoules.....	15
5.1.2 Précuisson des semoules.....	15

5.1.3 Roulage.....	16
5.1.4 Précuisson du couscous.....	17
5.1.5 Séchage.....	18
5.2 Fabrication industrielle.....	20
5.3. Production nationale et mondiale du couscous.....	24
5.3.1 Situation nationale.....	24
5.3.2 Situation internationale.....	24
Chapitre 3. Qualité du couscous	
1. Qualité nutritionnelle.....	26
2. Qualité hygiénique.....	27
3. Qualité organoleptique.....	27
3.1 Caractéristiques des grains de couscous sec.....	27
3.1.1 Composition biochimique.....	27
3.1.2 Couleur des grains du couscous.....	28
3.1.3 Taille des particules.....	29
3.1.4 Forme des particules.....	29
3.1.5 Microstructure des particules.....	30
3.1.6 Masse volumique du couscous.....	30
3.2 Paramètres de qualité liés au comportement de réhydratation (avant consommation).....	30
3.2.1 Temps d'absorption d'eau.....	31
3.2.2 Indice de solubilité d'eau.....	31
3.2.3 Indice d'absorption d'eau.....	31
3.2.4 Gonflement de couscous.....	31
3.3 Paramètres de qualité liés à la consommation.....	31
3.3.1 Collant.....	32
3.3.2 Propriétés de texture.....	32
3.3.3 Propriétés sensorielles.....	32

Partie II : Matériel et Méthodes

1. Présentation de site d'étude.....	33
2. Echantillonnage.....	33
3. Appareillage.....	33
4. Appréciation de la qualité du couscous sec.....	35
4.1 Analyse physico-chimique.....	35
4.1.1 Taux d'humidité.....	35
4.1.1.1 Principe.....	35
4.1.1.2 Matériel utilisé.....	35
4.1.1.3 Mode opératoire.....	35
4.1.1.4 Expression des résultats.....	36
4.2 Analyses technologiques.....	36
4.2.1 Granulométrie.....	36
4.2.1.1 Principe.....	36
4.2.1.2 Matériel utilisé.....	36
4.2.1.3 Mode opératoire.....	37

4.2.1.4 Expression des résultats.....	37
4.2.2 Masse volumique.....	37
4.2.2.1 Principe.....	37
4.2.2.2 Matériel utilisé.....	37
4.2.2.3 Mode opératoire.....	37
4.2.2.4 Expression des résultats.....	38
4.2.3 Indice de gonflement.....	38
4.2.3.1 Principe.....	38
4.2.3.2 Matériel utilisé.....	38
4.2.3.3 Mode opératoire.....	38
4.2.3.4 Expression des résultats.....	38
4.2.4 Colorimétrie.....	39
4.2.4.1 Principe.....	39
4.2.4.2 Matériel utilisé.....	39
4.2.4.3 Mode opératoire.....	39
4.2.4.4 Expression des résultats.....	39
4.3 Appréciation de la qualité culinaire du couscous.....	39
4.3.1 Analyses sensorielles.....	39
4.3.1.1 Principe.....	39
4.3.1.2 Matériel utilisé.....	39
4.3.1.3 Mode opératoire.....	40

Partie III :

Résultats et Discussion

1. Paramètres physico-chimiques.....	42
1.1 Humidité.....	42
2. Paramètres technologiques.....	43
2.1 Granulométrie.....	43
2.1.1 Paramètre de position (D_{50}).....	43
2.1.2 Paramètre de dispersion (Sg).....	44
2.2 Masse volumique.....	45
2.3 Indice du gonflement (IG).....	47
2.4 Coloration.....	50
2.4.1 Indice de clarté (I^*).....	50
2.4.2 Indice de brun (a^*).....	50
2.4.3 Indice de jaune (b^*).....	52
3. Appréciation de la qualité culinaire de couscous.....	53
Conclusion et perspectives.....	55
Références bibliographique.....	56

Annexes

Résumé

Liste des tableaux

<i>Tableaux</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Composition du grain de blé exprimée en pourcentage du grain humide	5
2	Types de protéines des céréales	6
3	Répartition des lipides dans le grain de blé	7
4	Répartition des sels minéraux dans le grain de blé	7
5	Composition en vitamines du grain de blé (mg pour 100g).	8
6	Estimation de la consommation des pâtes alimentaires de quelques pays	11
7	Capacités installées dans certains pays	25
8	Composition chimique du couscous pour 100g	26
9	Composition biochimique de semoule de blé dur et de couscous moyen industriel	28
10	Paramètres de position (D_{50}) et de dispersion des échantillons du couscous	45
11	Résultats des analyses sensorielles de couscous cuit	53

Produced with SCANTOPDF

Liste des figures

<i>figure</i>	<i>Titre</i>	<i>Page</i>
1	Composition histologique du grain de blé	4
2	Préparation traditionnelle du couscous	17
3	Séchage du grain du couscous au soleil	18
4	Diagramme du procédé de fabrication de couscous artisanal	19
5	Mélange et roulage des couscous industriel	20
6	Tamisage et recyclage des couscous industriel	21
7	cuisson à la vapeur des couscous industriel	21
8	séchage et refroidissement des couscous industriel	22
9	Mécanisme d'agglomération de la semoule de blé dur	22
10	Diagramme du procédé de fabrication du couscous industriel	23
11	Grains de couscous industriels sous le microscope électronique à balayage (12x) (barre= 830 μ m)	29
12	Microstructure électronique du grain de couscous industriel	30
13	Présentation de site d'étude (les moulins AMOR BENAMOR)	34
14	Diagramme de cuisson de couscous sec	41
15	Teneur en humidité des différents types de couscous industriel sec	43
16	Courbe granulométrique des différents types de couscous fin sec	44
17	Courbe granulométrique des différents types de couscous moyen sec	45
18	Masse volumique des différents échantillons de couscous sec	47
19	Cinétique du gonflement des couscous fins secs	47
20	Cinétique du gonflement des couscous moyens secs	48
21	Cinétique du gonflement des différents échantillons de couscous sec	49
22	Indice de gonflement des différents types de couscous sec	50
23	Indice de clarté (I*) des différents échantillons de couscous sec	50
24	Indice de brun (a*) des différents échantillons de couscous sec	51
25	Indice de jaune (b*) des différents échantillons de couscous sec	52

Liste des abréviations

AFNOR	Association Française de Normalisation
CIHEAM	Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
D₁₆	Diamètre des particules à 16 % de probabilité
D₅₀	Paramètre de position (Diamètre des particules à 50 % de probabilité)
D₈₄	Diamètre des particules à 84 % de probabilité
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i> (organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture)
ICC	Conseil International des Céréales.
IG	Indice de gonflement
ISO	Organisation International de Standardisation
NA	Norme Algérienne
NF	Norme française
Sg	Ecart-type géométrique (Paramètre de dispersion)
SE	Semoule extra
SG	Semoule grosse
SGM	Semoule grosse moyenne
U.I.F.P	Union Internationale des Fabricants des Pâtes.

INTRODUCTION

Produced with Scantopdf

Introduction

Les céréales occupent toujours une place prépondérante dans l'alimentation humaine notamment chez les algériens. Elles sont longtemps considérées comme des aliments énergétiques par leur richesse en glucides (Ounane et Autran, 2001). La consommation progressive des céréales se présente dans la diversification des produits à base de cette matière première notamment de blé : semoule, biscuits, pains, pâtes alimentaires traditionnelles et industrielles, etc.

La fabrication des pâtes alimentaires au niveau familial, est une tradition chez les populations d'Afrique du Nord. Le couscous, l'agglomération des semoules du blé dur, est la forme des pâtes alimentaire la plus fabriquée et la plus appréciée par la population rurale et urbaine du Maghreb (Guezlane et Senator, 1986).

Malgré l'actuelle diversification de l'alimentation, le couscous est le plat des occasions et des fêtes. Il est généralement consommé avec de sauce et des légumes, mais en été, il est beaucoup plus apprécié avec du lait frais, ou fermenté (Guezlane et Senator, 1986).

Le couscous vient en tête des pâtes consommées par la famille algérienne (Derouiche, 2003). L'enquête de Yousfi (2002) dans l'Est d'Algérie, 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 (Benlachehab, 2008).

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 bol du couscous du vendredi. Au cours du mois de Ramadan, le couscous sous forme de *mesfouf* est, chez beaucoup de familles algériennes, servi pour le "shour". Il accompagne tous les grands événements de la vie (Boucheham, 2009)

Le couscous est considéré comme de bonne qualité lorsque la taille des particules est homogène et qu'il n'y a pas une odeur et une couleur inhabituelle. Après sa cuisson, il doit être tendre et non collant, avec une capacité d'absorption d'eau plus élevée. La qualité du couscous dépend de la composition biochimique des matières premières, de taille des particules de semoule et du processus de fabrication (Guezlane 1993; Debbouz *et al.*, 1994; Debbouz et Donnelly 1996; Hebrard *et al.*, 2003).

A ce propos, il y a trois problèmes demeurent posés :

- Méconnaissance des paramètres de qualité technologique du couscous.
- Manque des méthodes normalisées pour caractériser la qualité de ce produit.

- Peu d'études concernant le couscous et sa qualité.

L'objectif de notre étude est de définir les paramètres de la qualité du couscous industriel d'une part et d'autre part l'étude de la qualité du couscous industriel à partir d'une collection de quatre échantillons de produit représentant deux types de granulométrie (fine et moyenne) et de réalisation de quelques tests technologiques et culinaires.

Produced with ScanTOPDF

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

Produced with Scantopdf

Chapitre 1. Composition biochimique et utilisation du blé dur

1. Description du grain de blé

Le grain de céréales est un fruit sec d'un genre particulier, caryopse ; dans lequel une graine unique est enfermée dans la paroi du fruit. Le tégument de la graine est soudé le péricarpe, et l'ensemble des deux que l'on appelle le son. Le grain a une forme ovoïde, plus au moins allongée, avec une face ventrale. Sa longueur varie entre 4 et 8 mm selon la variété et les conditions culturales (Cornel et Hoveling, 1998 cite par Meintjés, 2004).

Selon les mêmes auteurs, la couleur du grain dépend principalement de la nature des constituants présents dans les enveloppes.

La masse d'un grain de blé est d'environ 35 milligrammes. Elle varie selon les variétés et le degré de maturité (Calvel, 1984).

2. Composition histologique et chimique du grain de blé

2.1 Composition histologique

Selon Feillet (2000), le grain de blé est formé de trois parties (figure 01) :

- L'albumen (amande farineuse) est formé de l'albumen amylicé (dans lequel se maintiennent des cellules remplies de grains d'amidon).
- Les enveloppes appelées également écorce ou son
- Le germe.

2.1.1 Enveloppes

Elles sont soudées à l'albumen et constituées de couches de cellules superposées:

- Le péricarpe, enveloppe du fruit, qui comprend lui-même trois couches : l'épicarpe, mésocarpe (cellules transversales), l'endocarpe (cellules tubulaires).
- Le tégument séminal et la bande hyaline qui constitue l'enveloppe de la graine.
- L'assise protéique qui est la première couche des cellules de l'endosperme, formée de cellules à aleurone (Calvel, 1984); (Boudreau *et al.*, 1992)

2.1.2 Albumen

L'amande farineuse (ou l'albumen) représente 82 à 85 % du poids du grain de blé. Elle est composée de 70 % d'amidon et de 7 % de gluten (Boudreau *et al.*, 1992).

D'après Boudreau *et al.* (1992), les granules d'amidon sont enchâssés dans un réseau protéique particulier appelé le gluten. L'amidon est le constituant le plus important en poids, suivi des matières protéiques.

L'amande donne naissance à la fraction comestible (semoule pour le blé dur et farine pour le blé tendre). Elle renferme 3 % de pentosanes et un pourcentage élevé d'amidon (80 %), elle est pauvre en minéraux et en vitamines hydrosoluble.

L'amande des céréales renferme environ 10 % des protéines, composées de gluténines et de prolamines de qualité nutritionnelle médiocre (Adrian *et al.*, 1995).

2.1.3 Germe

Il présente 2,5 à 3 % du poids total du grain (Calvel, 1984). Le germe est riche en protéines, en lipides et en vitamines E et B. L'activité enzymatique y est élevée. Ceci conduit à la nécessité de dégermer les grains au cours des procédés de transformation afin d'éviter les problèmes de rancissement (Godon, 1991).

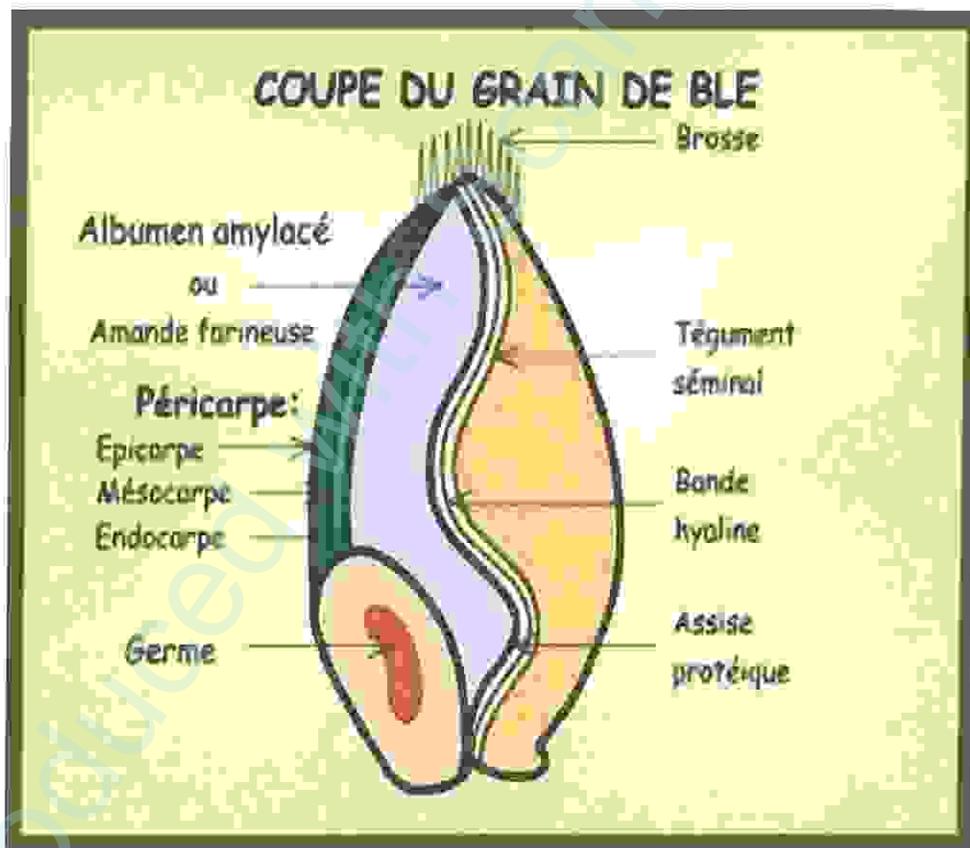


Figure1 : Composition histologique du grain de blé [1]

2.2 Composition chimique

La composition chimique du grain de blé est résumée dans le tableau I. Cette composition dépend d'un certain nombre de facteurs tels que : le climat, la variété, la nature du sol et les techniques culturales (Feillet, 1986).

Tableau 1 : Composition du grain de blé exprimée en pourcentage du grain humide (Godon et Willum, 1991).

Constituants	Pourcentage en grain humide (%)
Eau	14
Amidon et petits glucides	65
Protides	12,5
Lipides	1,7
Celluloses, hemicellulose et pentosane	4,9
Minéraux	1,9

2.2.1 Eau

L'eau est un constituant instable, son taux est susceptible de varier dans le temps, par la suite des échantillons avec l'atmosphère ou entre les particules constituantes le produit (Bar, 1995). Les grains de céréales sont naturellement peu hydratés. Ils contiennent en environ 14 % d'eau (Godon, 1991).

2.2.2 Glucides

Le grain, la semence ou le fruit du blé constitue l'organe de réserve de la plante, par sa richesse en amidon, il possède une teneur élevée en énergie. Les glucides représentent 70 % du grain de blé.

Ils sont composés essentiellement d'amidon, de cellulose et de pentosanes (D-xylose et arabinose) (Boudreau, 1992).

Les couches extrêmes du son (péricarpe, tégument du grain et nucelle) sont riches en cellulose et hémicellulose. Le péricarpe se caractérise par une proportion élevée de l'ordre de 50% de glucide indigestible (cellulose, hemicellulose et lignine) qui ont un effet désassimilation sur les nutriments de la ration (Adrian *et al.*, 1995). L'amidon renferme un pourcentage élevé d'amidon (80 %) et 3 % de pentosanes.

Enfin, le germe est aussi riche en sucres surtout en saccharose et en particulier le scutellum qui est caractérisé par une proportion élevée d'élément indigestibles (Adrian *et al.*, 1995).

2.2.3 Protéines

Namoune (1996) rapporte que les protéines de blé représentent 6 à 22 % du grain de blé et se répartissent dans les différentes parties de celui-ci.

Selon leur solubilité les protéines des céréales se classent en quatre types principaux (tableau 2).

Tableau 2 : Types de protéines des céréales (Cheftel et Cheftel, 1984).

Types de protéines	Solubilité
Albumines	Soluble dans l'eau
Globulines	Insoluble dans l'eau, soluble dans les solutions diluées de sels neutres.
Prolamines	Soluble dans les solutions d'éthanol
Gluténines	Partiellement soluble dans les acides ou les alcalis dilués (souvent acide acétique) ou aussi dans les solutions d'urée ou de guanidine.

Les protéines de blé dites insolubles (gliadines et gluténines) forment, lorsqu'elles sont hydratées, un réseau plus ou moins lâche ou résistant, appelé le gluten (Guinet et Godon, 1994).

On considère que les gliadines donnent au gluten son extensibilité et les gluténines lui confèrent son élasticité. Le gluten est une masse élastique plus ou moins visqueuse d'où sa propriété de liant d'une pâte. Il présente une grande importance aussi bien sur le plan nutritionnel que sur le plan de qualité technologique. Il joue le rôle de ciment d'une pâte et permet l'agglomération des grains d'amidon de manière très compacte. Les protéines ne sont pas réparties de façon uniforme dans le grain. Elles sont localisées dans l'assise protéique de 29 à 35 %, dans l'amidon farineuse de 8 à 14 % et surtout dans le germe de 35 à 41 % (Godon et Willum, 1991).

2.2.4 Lipides

La répartition des lipides dans le grain de blé est résumée dans le tableau 3. Les lipides du blé sont des constituants mineurs, mais ils jouent un rôle majeur dans la conservation des produits de la mouture et en nutrition (Pomeranz, 1989).

Selon Godon et Willum (1991), ils représentent en moyenne 1,7 % de la masse humide du grain de blé. Le germe est la fraction du grain de blé qui contient la grande quantité de lipides environ de 10 % de son poids (Morisson, 1978).

Tableau 3 : Répartition des lipides dans le grain de blé (Cheftel *et al.*, 1985).

Partie de grain de blé	Pourcentages des lipides (%)
Grain entier	1,5
Germe	10
Couche à aleurone	9
Téguments	1
Albumen	1

2.2.5 Sels minéraux

Selon Vierling (1999), de nombreux oligo-éléments sont fortement présents dans les grains de blé. La répartition des sels minéraux dans le grain de blé est décrite dans le tableau 4.

Tableau 4 : Répartition des sels minéraux dans le grain de blé (Cheftel *et al.*, 1985).

Partie de grain de blé	Pourcentages des cendres (%)
Grain entier	1,5
Germe	16
Couche à aleurone	5
Téguments	3
Albumen	0,5

D'après Cheftel *et al.* (1985), les cendres représentent 1,5 % du grain de blé. La couche interne du son (la couche aleurone) et le germe sont riches en minéraux ainsi que les couches extrêmes (péricarpe, tégument de la graine et nucelles), alors que l'albumen (l'amande farineuse) est pauvre (FAO, 1996 ; Adrian *et al.*, 1995).

Enfin, le blé constitue une bonne source de potassium, de phosphore et de magnésium, mais il est relativement déficient en calcium et en fer (Adrian *et al.*, 1995).

2.2.6 Vitamines

Les vitamines se trouvent surtout dans le germe qui apporte de fortes proportions dissoutes dans ses lipides. Les enveloppes n'en renferment que très peu (Kiger et Kiger, 1967). Le tableau 5 montre la composition du grain de blé en vitamines.

Tableau 5 : Composition en vitamines du grain de blé (mg pour 100 g) (Cheftel *et al.*, 1985).

Vitamines	Teneurs (mg/100 g)
Vitamine B1	0,38
Vitamine B2	0,25
PP	5,00
Caroténoïde	0,27
Vitamine E	Traces
Vitamine C	Traces

Dans toutes les céréales il y a une absence des vitamines A, C et D et présence des vitamines du groupe B. Leur répartition entre l'albumen, le germe et le son est variable selon les vitamines considérées (Bornet, 1992).

2.2.7 Enzymes

La plupart des enzymes connues peuvent être rencontrées dans les céréales à un stade ou un autre de leur développement. Les principales sont les enzymes amylolytiques, ces enzymes jouent un grand rôle dans la fabrication du pain.

Les enzymes protéolytiques sont peu actives. Elles peuvent jouer un rôle dans la fermentation acide des pâtes (Kiger et Kiger, 1967).

Les enzymes lipolytiques ou lipases sont responsables de certains problèmes de conservation des céréales en libérant des acides gras libres sensibles au rancissement oxydatif. Les lipoxygénases altèrent les pigments (effet défavorable dans la fabrication des pâtes alimentaires). La phytase a un rôle bénéfique, elle libère à partir de l'acide phytique (acide myo-inositol hexaphosphorique) l'acide phosphorique et l'inositol (Kiger et Kiger, 1967).

Bien qu'à des masses pondérales infiniment réduites, ces substances jouent un rôle capital dans la vie du grain de blé et de la farine, car leur puissance d'action est énorme (Kiger et Kiger, 1967).

3. Interactions entre les constituants chimiques du grain de blé

3.1 Interaction entre lipides-protéines

Les lipides jouent un rôle important au cours de pétrissage en raison de leurs interactions, avec les protéines, ces interactions existent mais le pétrissage les accentuent (Dacosta, 1986).

Les liaisons entre les lipides et les protéines sont de type hydrophobe entre les chaînes aliphatiques apolaires des lipides et les régions apolaires des protéines.

L'association d'une protéine avec les lipides protège la protéine contre la dénaturation thermique, principalement par formation de zone à capacité calorifique élevée et du fait de l'absence de l'eau (Cheftel *et al.*, 1985).

Namoune (1996) rapporte que les lipides au cours d'oxydation réagissent par de nombreux mécanismes avec les protéines, ces réactions qui sont évidemment au sein du gluten entraînent souvent des modifications irréversibles sur les protéines fonctionnelles et rhéologiques du gluten.

3.2 Interactions entre protéines-glucides

Dans les aliments protéiques contenant les glucides réducteurs ou des composés carbonylés, le brunissement non enzymatique se produit pendant le traitement ou l'entreposage de ces aliments (Cheftel *et al.*, 1985).

La réaction de Maillard commence par la condensation entre un groupement aminé non ionisé et le groupement carbonyle d'un sucre réducteur et se termine par la formation des composés volatiles et l'apparition des pigments bruns ou noirs (Cheftel *et al.*, 1985).

4. Utilisation du blé dur

On utilise les céréales en fonction de leur composition chimique et de la qualité de grain. Le blé dur transformé en semoule est principalement utilisé pour la fabrication des pâtes alimentaires. Il est également utilisé pour la fabrication de : couscous, pain, burghul, frie et diverse sortes de gâteaux secs (Elias, 1995). Les fabricants des pâtes exigent des semoules aptes à donner des pâtes de bonne qualité, possédant une couleur jaune ambrée et une bonne tenue à la cuisson et à cet égard la couleur des grains est un critère de qualité. Le poids spécifique également : s'il est inférieur à 80, la récolte est déclassée. Une teneur en protéines inférieure à 14 % entraîne également un déclassement (Procedou, 1995).

4.1 Semoule

Les semoules sont des produits de mouture obtenus à partir de céréales à amande cornée ou vitreuse non farineuse (blé dur, sorgho, mils, etc.) (Adrian *et al.*, 1995).

Selon Abecassis (1991), la semoule constitue le produit fini de la première transformation du blé dur par le procédé de mouture.

L'augmentation du taux d'extraction entraîne des modifications de la composition biochimique des semoules, notamment une augmentation de la teneur en protéines, en lipides et en cellulose (Namoune, 1981).

4.1.1 Différents types de semoules consommés en Algérie

4.1.1.1 Semoule SE

Elle est appelée aussi semoule extra, ses particules sont fines. Elle présente une granulométrie dont le refus au tamis de 120 est de 90 %, cette semoule est orientée vers la fabrication des pâtes industrielles (Benbelkacem *et al.*, 1995).

4.1.1.2 Semoule SGM

Elle est appelée semoule moyenne, et elle présente un refus de 90 % au tamis 100. Cette semoule est généralement vendue en l'état pour l'utilisation ménagère (couscous, galette, biscuits, crêpes, etc.) et pour la fabrication de couscous industriel de type moyen (Benbelkacem *et al.*, 1995).

4.1.1.3 Semoule SG

La semoule grosse doit avoir un refus de 50 % au tamis 30 et 40. Cette semoule est destinée essentiellement à la fabrication de couscous type gros (Benbelkacem *et al.*, 1995).

4.2 Pâtes alimentaires

Les pâtes alimentaires doivent être fabriquées exclusivement à partir de semoule de blé dure (*Triticum durum*); réciproquement, cette céréale est utilisée presque uniquement pour la fabrication des pâtes alimentaires. Il existe donc une forte coïncidence entre les thématiques « pâtes alimentaires » et « blé dure ».

Les pâtes alimentaires constituent l'un des aliments les plus universellement consommés. La simplicité de leur fabrication, leur facilité de transport et de stockage alliées à une bonne qualité nutritionnelle et hygiénique en font en effet un produit de choix (Feillet, 1986).

Elles ont une structure qui garde cohésion lors de la cuisson à 100°C. Les pâtes de bonne qualité présentent une faible solubilité de leur amidon et les pertes de principes nutritifs sont faibles (Bornet, 1992).

Les pâtes alimentaires ont la composition moyenne suivante : eau (9 %), protéines (13 %), lipides (1,5 %) et glucides (76 %) (Alias et Linden, 1997).

4.2.1 Production nationale

Othmani (2006) rapporte que les consommateurs algériens se sont également habitués progressivement, surtout au cours du vingtième siècle, à l'achat des pâtes alimentaires. Ainsi, en 1962, il existait 38 petites fabriques des pâtes alimentaires, produisant un volume de 35 Tonnes/jours (soit 100 milles quintaux/an). En 1966, le marché des pâtes alimentaires est

approvisionné pour l'essentiel par les unités relevant de secteur public (cinq E.R.I.A.D) mais aussi par des petites entreprises privées et par l'importation.

Jusqu'à 1966, on pouvait recenser dix-sept fabriques de pâtes et de couscous en fonctionnement dans le parc industriel des cinq E.R.I.A.D avec une capacité globale de 127900 Tonne/an (Othmani, 2006).

4.2.2 Consommation mondiale

D'après Boudreau *et al.*, (1992), la pâte alimentaire est le seul aliment de grand diffusion à base de blé dont la consommation tant en Europe qu'en Amérique de nord et en progression constante.

Les civilisations chinoises et méditerranéennes ont connu depuis longtemps les pâtes alimentaires qui sont maintenant universellement consommées et appréciées (Feillet, 2000).

La consommation par personne des pâtes alimentaires aux Etats Unis était de 8,5 Kg en 1991. Cependant, la projection de la consommation pour l'année 2000 était estimée à 13,6 kg. Les Italiens demeurent et de loin les plus gros consommateurs des pâtes alimentaires (tableau 6) dans le monde, 28 kg des pâtes par habitant et par an (Feillet, 2000).

Tableau 6 : Estimation de la consommation des pâtes alimentaires de quelques pays (Marchylo *et al.*, 2001).

Pays	Kg/habitant/an
Italie	28,2
Venezuela	12,7
Tunisie	11,7
U.S.A	9,0
France	7,3
Allemagne	5,3
Espagne	4,6
Turquie	4,5
Danemark/Libye	1,7
Egypte	1,2

4.2.3 Consommation nationale

Othmani (2006) rapporte qu'en Algérie en 1962, la consommation de pâtes industrielle était de 2 kg/habitant/an, elle progressera relativement vite au cours de la période 1966-1988 puisqu'elle approchera en fin de période les 5 kg/habitant/an.

Chapitre 2. Technologie de fabrication du couscous

Le couscous, denrée de base du Nord de l'Afrique et plat traditionnel dans plusieurs pays (Tunisie, Libye, Algérie, Maroc), trouve ses racines chez les Berbères. Les plus anciennes traces de fabrication (sorte de couscoussier) ont été trouvées en Kabylie (Anonyme, 2012).

1. Définition

Le couscous, c'est le produit composé de la semoule de blé dur (*triticum durum*) dont les éléments sont agglomérés en ajoutant de l'eau potable et qui a été soumis à des traitements physiques tels que la cuisson et le séchage (normes de codex alimentaires 202 - 1995).

Le couscous est un grain rond, fin, obtenu à partir de la semoule du blé dur. Le processus qui aboutit à ces petits grains de semoule appelés couscous fait appel à un savoir-faire que les femmes acquièrent bien souvent après l'âge de 20 ans. Aujourd'hui, le couscous est connu et diffusé partout dans le monde. Il est cuisiné à toutes les sauces, d'autant de façon différentes qu'il existe de pays et de région. Néanmoins, la base du couscous reste cette graine obtenue à partir de la semoule de blé dur (Derouiche, 2003).

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

Il est un aliment dont la consommation a largement franchi le continent africain. Le plus courant est le couscous de blé dur à petit grain, mais les maghrébins, connaissent d'autres variantes comme le couscous à gros grains (*âiche* ou *mhamssa*), le couscous à base d'orge (*meghlouhi* ou *boumeghlouth*), et le couscous fermenté (*machroub* ou *m'zeyet*). En Afrique de l'Ouest, le couscous est fabriqué à partir de sorgho, de maïs, de mil ou de fonio (Galiba *et al.*, 1987).

Le couscous est quelque chose de mystérieux par suite de la variété de ses préparations et de ses présentations (Moreau et Ardry, 1942). Du simple couscous au petit lait jusqu'au couscous royal, servi avec côtes de bœuf. Les algériens ont recensé, une cinquantaine de façons d'apprêter le couscous, dont une dizaine sans sauce et une autre sans viande (Oulebsir, 2005).

2. Etymologie du mot "couscous"

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

Chaker (1995) a relevé en kabyle un adjectif imkeskes, "bien roulé, bien formé" (non attesté dans les dictionnaires existants).

Le seul point obscur reste donc la morphologie précise de seksu, mais tout un faisceau d'indices et de données confirment la thèse de l'origine locale, ancienne et berbère du mot couscous.

3. Origine du couscous

Le couscous est un plat maghrébin d'origine berbère qui a réussi à conquérir la France. Il est issu d'une longue histoire et porteur de significations profondes. C'est un symbole de l'identité alimentaire des populations du Maghreb. Il est né dans la Numidie, la région des Berbères. Sans qu'il y ait de l'unanimité sur la date exacte de son apparition, certains suggèrent que le couscous existe dans le Maghreb depuis le développement de la culture romaine du blé. La région était alors le «grenier à blé de Rome». Les différents écrits permettent de conclure que les Berbères utilisent depuis l'antiquité la cuisson à la vapeur et qu'ils sont à l'origine de la création d'une nouvelle méthode de cuisson des céréales permettant ainsi d'en conserver les qualités nutritives (Hubert, 1995). Cette invention est conservée pour préparer le couscous jusqu'à une période récente (Beji-Becheur, 1995).

En effet, quelques évolutions sémantiques et sa disparition de certaines parties de la Méditerranée dans le Moyen-Orient, le seul endroit où nous y trouvons encore du couscous en Egypte dans l'oasis de Siwa, où une tribu berbère trouve refuge lors d'une migration en provenance du Maghreb (Beji-Becheur, 1995).

Les innovations technologiques telles que l'introduction des moulins et l'introduction de nouvelles espèces de légumes dans le Maghreb expliquent entre autres ces mutations. C'est aussi dans la rencontre d'autres cultures que le couscous prend de nouvelles formes : on peut citer le couscous dit saksakiya en Egypte (une sorte de pâte hachée cuite à la vapeur) ou le couscous royal au menu des restaurants français. Ainsi, si le rapport du couscous au Moyen-Orient s'est distendu, sa relation à la culture française est aujourd'hui très forte (Beji-Becheur, 1995).

4. Place du couscous dans le régime alimentaire

Le couscous revêt dans les pays du Maghreb une dimension culturelle qui peut être qualifiée d'identitaire. Il représente pour les populations du Maghreb un aliment de base et un pilier identitaire. Le couscous est depuis longtemps le "plat national" d'Afrique du nord. Pour tous, il fait partie de la vie quotidienne et religieuse et accompagne tous les grands événements de la vie. Sa préparation et sa dégustation sont toujours une fête [1].

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

5. Fabrication du couscous

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

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

5.1 Fabrication artisanale

Le principe de la fabrication traditionnelle du couscous est presque le même dans toutes les régions de l'Algérie. Cependant, quelques différences, sont notées et constatées au niveau des étapes des diagrammes de fabrications (figure 4).

La principale ressemblance constatée entre les différents diagrammes est le classement de la semoule en deux produits de granulométrie différente : une semoule fine appelée traditionnellement "*dkak*" et une semoule plus grosse qui est la "*fella*". Les autres points communs sont essentiellement la pré-cuisson à la vapeur d'eau du couscous fabriqué et le séchage de ce dernier à l'air libre.

Les différences concernent notamment les tamis utilisés (soit la nomination, soit l'ouverture des mailles), l'ordre chronologique des étapes surtout les points d'addition de

l'eau et de la semoule fine. A notre avis, ces différences sont non seulement dues à la diversité du savoir faire de chaque ménagère mais aussi à des défaillances dans la description du protocole de fabrication.

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

En effet, les filles qui s'initient à la technique de fabrication du couscous dès leur jeune âge apprendront aussi à connaître les différents tamis et de choisir l'ouverture de maille qui convient pour chaque étape de fabrication.

Sur le marché nous avons trouvé les tamis suivants :

- *Siyarezzraâ*: d'ouverture de maille allant de 2860 μm jusqu'à 3300 μm ;
- *Sekkat* : d'ouverture de maille de 1600 à 2500 μm ;
- *Mâaoudi*: d'ouverture de maille de 1130 à 1400 μm ;
- *Reffad*: d'ouverture de maille de 1000 à 1100 μm ;
- *Dekkak*: d'ouverture de maille de 500 à 580 μm .

5.1.1 Préparation des semoules

C'est une opération de classement et de purification. La semoule est passée au tamis qui sépare la semoule fine. La grosse semoule s'accumule au fond du tamis tandis que les éléments les plus légers se regroupent à la surface et au centre, et forment "l'œil" qui est enlevé à la main (Gobert, 1940).

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

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

5.1.2 Précuisson des semoules

C'est un prétraitement à la vapeur d'eau de la grosse semoule pendant quelques minutes (9 min environ) (Benatallah *et al.*, 2006). Cette étape est connue dans certaines régions de l'Algérie ; elle est réalisée dans le but d'éviter la formation des grosses boulettes

pendant le roulage qui sont considérées comme des pertes, donc augmenter le rendement en couscous.

5.1.3 Roulage

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

❖ Première étape

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

Cette étape est négligée dans plusieurs travaux où on passe directement au mélange des trois ingrédients : grosse semoule, fine semoule et l'eau. Elle est très importante, à notre avis, car c'est à ce niveau que le noyau du grain de couscous est formé et la qualité couscoussière de la semoule est jugée, donc c'est une étape de « grenaison » (figure 4).

Le tamis le plus cité pour cette opération est le *sekkat*, mais d'autres tamis peuvent être utilisés (*mâaoudi, reffud...*). En effet, pour chaque ménagère, il s'agit de suivre les traces de sa famille.

Le tamis *sekkat* est celui qui possède la maille la plus large dans la gamme des tamis utilisée dans la fabrication traditionnelle du couscous.

❖ Deuxième étape

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

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

❖ Troisième étape

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

Enfin le couscous est passé au tamis *reffad* pour éliminer la semoule restée libre ou les grains trop fins qui sont roulés à nouveau dans la *guesâa* et nourris des dernières traces de semoule fine. C'est une « finition » des grains de couscous formés.

Cette étape constitue le point le plus commun entre les différents travaux. Elle est citée et décrite presque de la même façon. (Gobert, 1940 ; Moreau et Ardry, 1942 ; Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003 ; Benatallah *et al.*, 2006).

5.1.4 Précuisson du couscous

Un traitement, avant séchage de produit, à la vapeur pendant environ 10 min dans un couscoussier semble utile pour permettre le maintien de la forme du couscous roulé.

Le gâteau du couscous formé à la fin de cuisson est émotté et tamisé à l'aide du *sekkat* (figure 4). (Gobert, 1940 ; Moreau et Ardry, 1942 ; Bahchachi, 2002 ; Yousfi, 2002 ; Derouiche, 2003 ; Benatallah *et al.*, 2006).



Figure 2: Préparation traditionnelle du couscous [2].

5.1.5 Séchage

En vue d'assurer sa conservation, le séchage constitue la dernière opération de la fabrication du couscous. Il consiste à un séchage en couche mince à l'air libre soit directement au soleil, soit à l'ombre. Selon l'enquête de Yousfi (2002) et de Derouiche (2003), la majorité des ménagères préfèrent le séchage à l'ombre pour obtenir un produit propre et plus clair (figure 3).

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

Le couscous est ensuite classé en *mesfouf*, couscous fin et couscous moyen avant son conditionnement dans des sacs en tissu (Bahchachi, 2002).

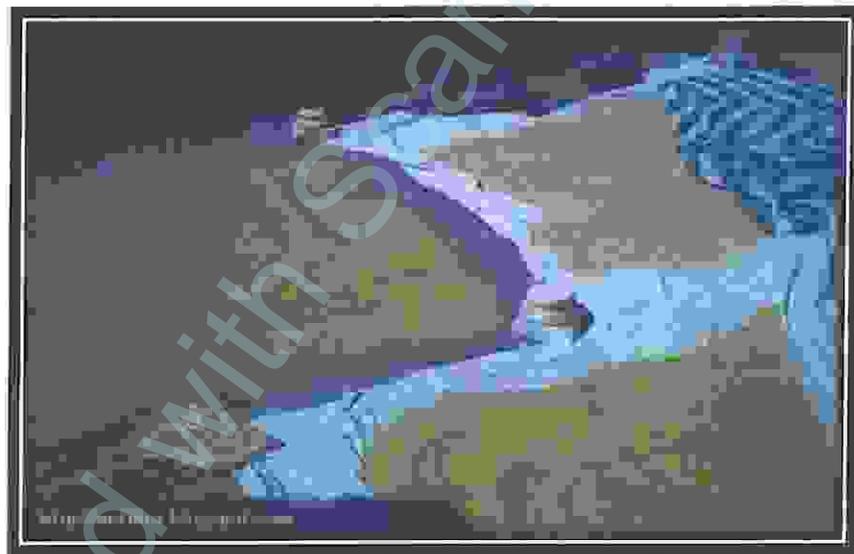


Figure 3 : Séchage du grain du couscous au soleil [2]

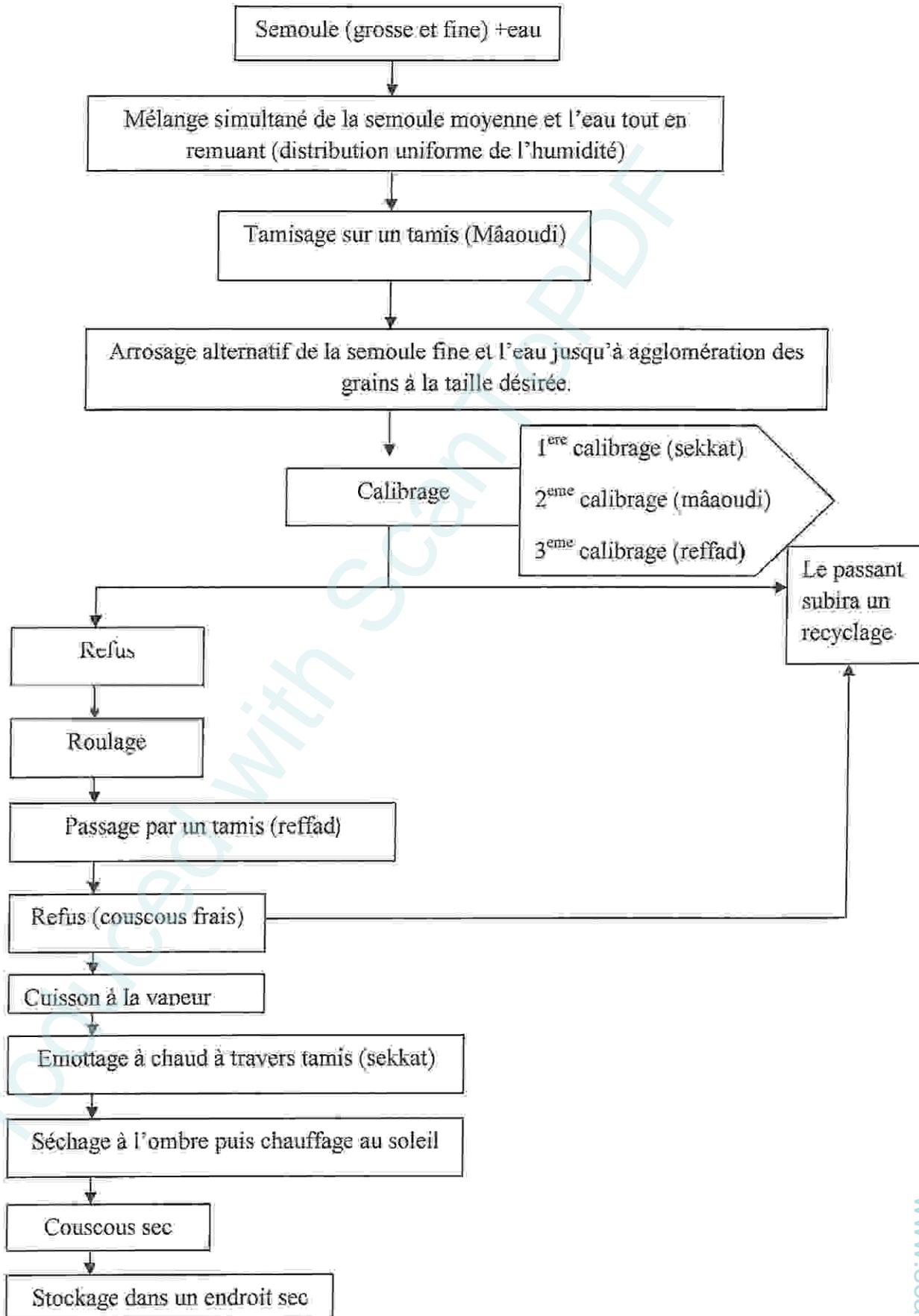


Figure 4: Diagramme du procédé de fabrication de couscous artisanal (Anonyme, 2001)

5.2 Fabrication industrielle

La fabrication industrielle du couscous met en œuvre les six étapes suivantes (figure10) :

- ❖ Mélange de semoule de blé dur (100 kg), d'eau (30 l) et parfois de sel (0,3 - 0,5 kg). Cette opération dure environ 15 à 25 min (Feillet, 2000).

La presse permet le brassage du mélange semoule/eau, grâce à une turbine à palettes ayant une grande vitesse (250 tr/min dans la centrifugeuse horizontale et 750 tr/min dans la centrifugeuse verticale). Elle assure l'homogénéité de l'humidification et l'agglomération en petites boulettes (Bakeche, 1994).

- ❖ Roulage des particules de semoule pour les agglomérer en grains de dimension variable, habituellement comprise entre 500 et 800 μm , parfois plus. Cette opération est réalisée dans des cylindres alvéolés rotatifs (rouleurs) (figure 5) ou de simples plansichters. (Feillet, 2000).

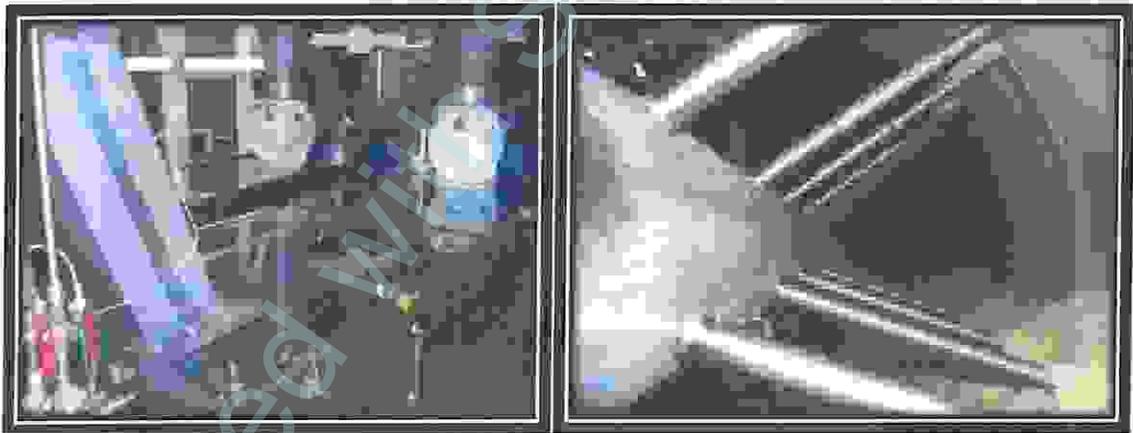
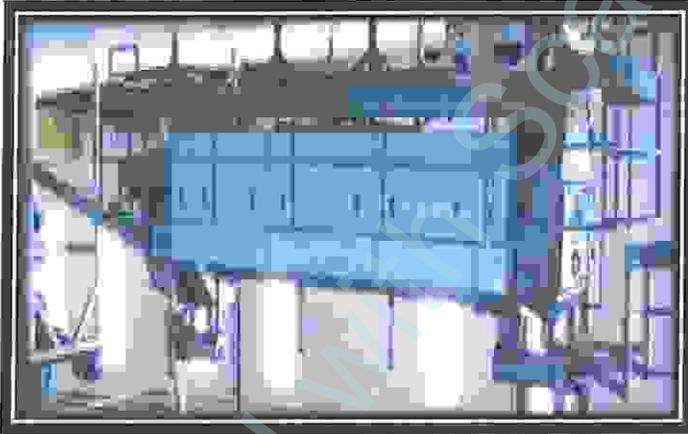


Figure 5: Mélange et roulage du couscous industriel [3].

Les cylindres alvéolés sont des tambours rotatifs dans les quels la semoule est roulée par frottement des palettes sur une toile en sens inverse du tambour. Le module a pour fonction de rouler et de tamiser en même temps le produit (Yousfi, 2002). Alors que, le plansichter est composé de deux tamis munis d'un mouvement circulaire. Il assure le roulage et le calibrage simultané du produit (figure 6) (Bakeche, 1994).

- ❖ Séchage à 50 - 70 °C pendant quelques heures pour atteindre une humidité finale de 12 - 14 % ms, suivi d'un refroidissement (Figure 8) (Felliet, 2000).
 - ❖ Calibrage sur des tamis on obtient deux catégories de couscous, gros dont la grosseur est comprise entre 1,25 mm et 2,24 mm et moyen dont la grosseur est comprise entre 0,65 mm et 1,25 mm (Bakeche, 1994).
 - ❖ Recyclage des grains trop fins ou trop gros.
- Le débit horaire des installations se situe autour de 500 kg/h (Felliet, 2000).

Figure 7: Cuisson à la vapeur [3].



- ❖ Cuisson à la vapeur d'eau pendant une dizaine de minutes (figure 7).

Figure 6: Tamisage et recyclage des couscous industriel [3].

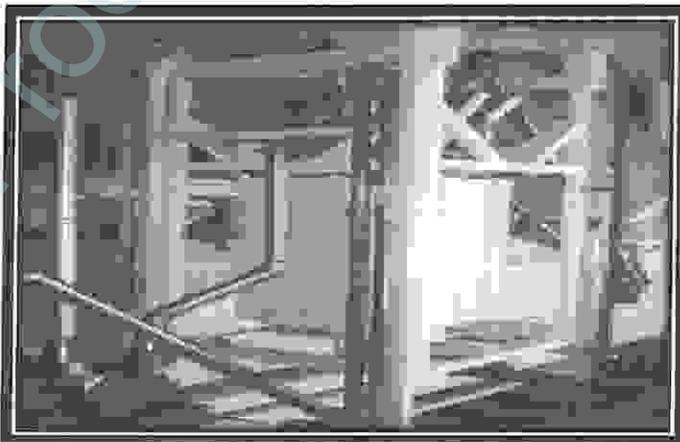




Figure 8: Séchage et refroidissement [3].

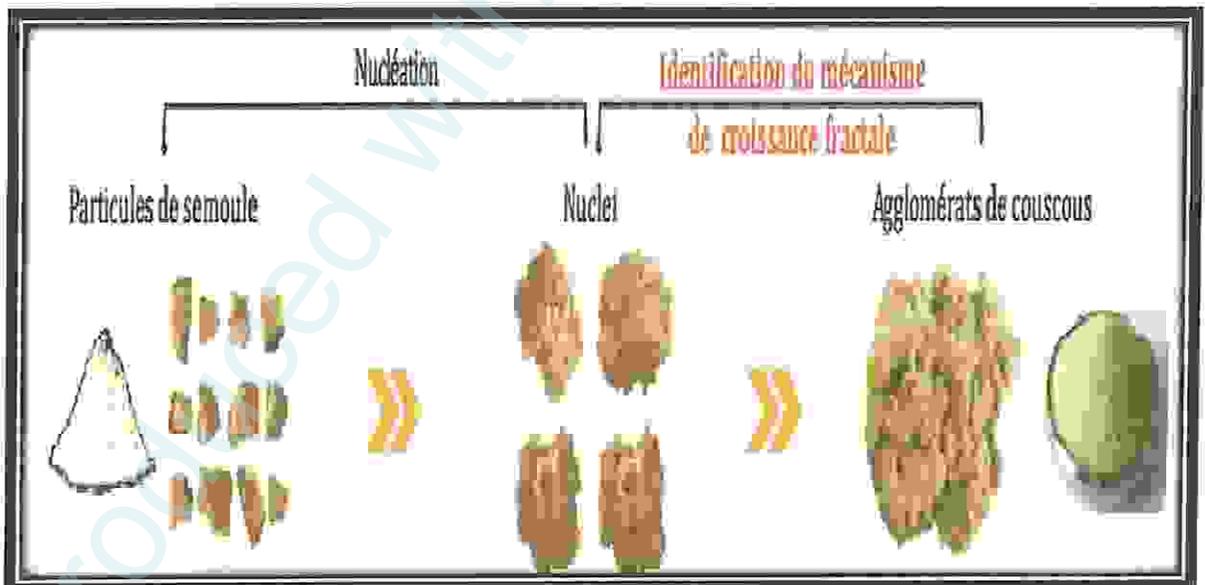


Figure 9: Mécanisme d'agglomération de la semoule de blé dur (Mohamed Saad *et al.*, 2010).

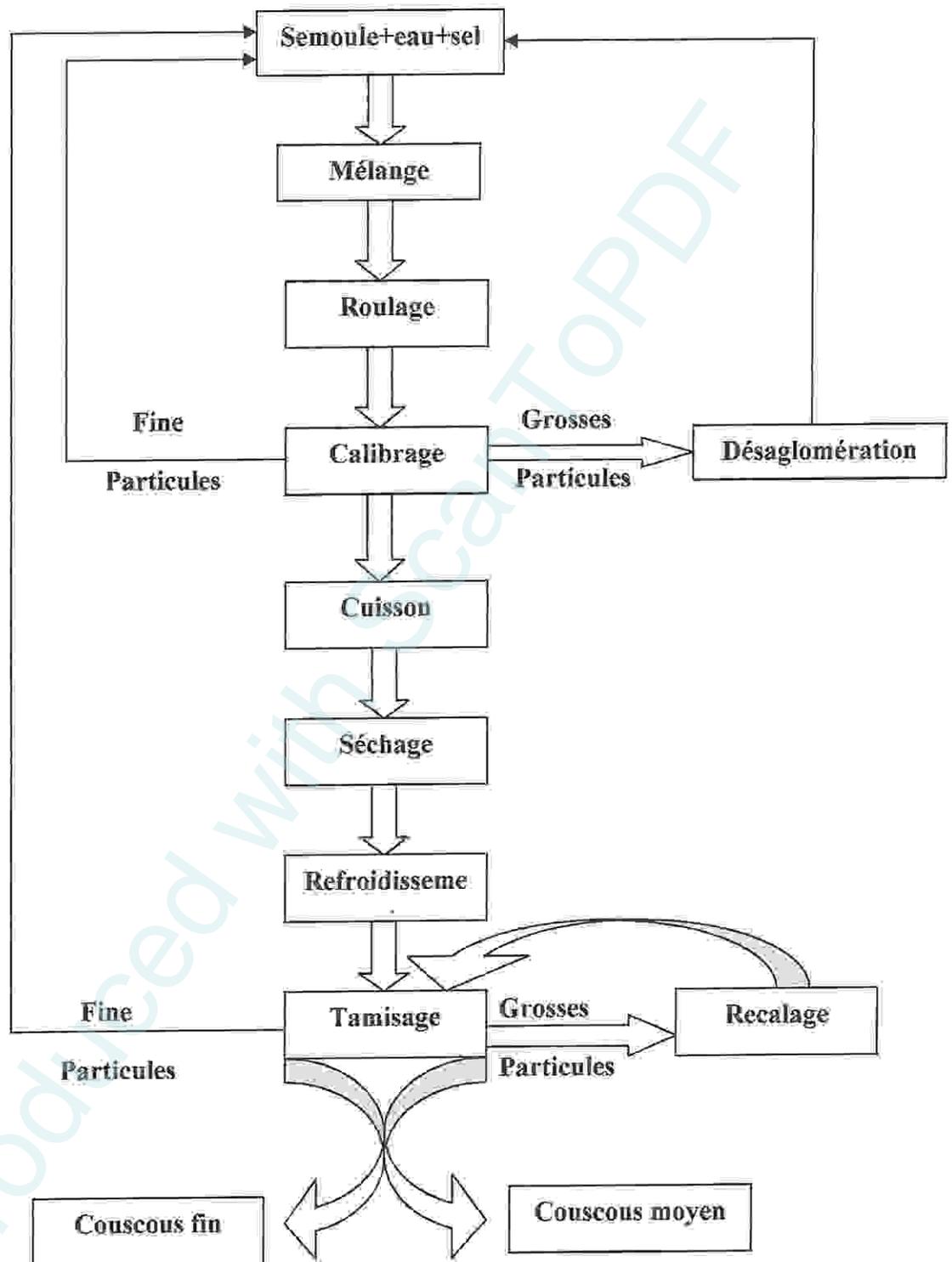


Figure 10 : Diagramme du procédé de fabrication du couscous industriel (Anonyme ,2001).

5.3. Production nationale et mondiale du couscous

5.3.1 Situation nationale

La production nationale de pâtes alimentaires et couscous a porté, en 2003, sur 210000 tonnes dont 50000 tonnes de couscous et ce pour une valeur globale de 124 millions de dinars ce qui représente 10 % de la valeur de la production du sous-secteur des céréales et dérivés et 2 % de celle du secteur Agroalimentaire (Anonyme, 2012).

Le nombre d'unités de fabrication de pâtes alimentaires et couscous est de 16 unités actuellement. Parmi les unités existantes, quatre unités émergent pour atteindre un niveau de qualité et de fiabilité comparable à celui des entreprises performantes à l'échelle internationale. Cinq unités intégrées à des semouleries fournissent 80 % de la production de pâtes et 50 % de celle du couscous (Anonyme, 2012).

Plusieurs entreprises ont pu exporter notamment sur les pays de l'Afrique subsaharienne, ce qui a porté le niveau des exportations de 2003 à 43 800 tonnes de pâtes et 7600 tonnes de couscous pour une valeur globale de 34 millions de dinars (Anonyme, 2012).

En ce qui concerne les investissements, ils ont porté durant la période 1999 - 2003 sur 35 millions de dinars soit 20 % du total des investissements dans les branches d'activité des industries céréalières (Anonyme, 2012).

Les emplois de la branche sont de 700 personnes pour la production de pâtes et 300 personnes pour la production de couscous.

Sept programmes de mise à niveau d'entreprises de pâtes alimentaires ont été approuvés jusqu'à fin 2003, pour un montant de plus de 34 millions de dinars (Anonyme, 2012).

5.3.2 Situation internationale

Actuellement, les pâtes alimentaires à base de semoule de blé dur sont consommées dans le monde entier. Leurs qualités nutritionnelles et énergétiques sont un animentement reconnues (Anonyme, 2012).

L'Union Internationale des fabricants de pâtes (U.I.F.P) estime la consommation mondiale globale à près de 9,5 millions de tonnes par an.

Comparativement aux pâtes alimentaires sèches, la capacité de production industrielle du couscous est faible (420.000 t/an) et principalement concentrée dans une dizaine de pays regroupés comme suit:

- Maghreb : 250.000 tonnes de capacité annuelle répartie entre la Tunisie (80.000 t/an), l'Algérie (70.000 t/an), le Maroc (environ 80 - 90.000 t/an) et la Mauritanie (environ 9 - 10.000 t/an).

- Europe : 145.000 tonnes de capacité annuelle sur 3 pays, France (115.000 t/an), Italie (23.000 t/an sur 4 lignes) et Espagne (à Saragosse chez Oromas / Vilafranguina 7.200 t/an).

- Amérique du Nord : environ 20.000 t/an dont les 2/3 aux USA (une usine US Durum à Philadelphie équipée de 2 lignes couscous) et le reste au Canada (1 usine à Montréal).

On dénombre en outre, des petites capacités de production au Sénégal (d'ailleurs à l'arrêt en 2004) et en Israël (5.000 t/an chez « Couscous Maison »).

L'Italie est une référence « mondiale » dans les pâtes alimentaires. Il produit plus de 3 millions de tonnes de pâtes par an dont plus de la moitié est exportée dans le monde.

Il existe en France 15 usines de pâtes employant un effectif global de 1600 salariés et produisant 275 000 tonnes dont 11 % sont exportés. La consommation totale en France est de 444 000 tonnes dont 46 % de pâtes importés (Anonyme, 2012).

En Espagne, 8 usines produisent 210 000 tonnes. La consommation par tête est de 4,8 kg par an. Les exportations annuelles sont de l'ordre de 35 000 tonnes et les importations de 27 000 tonnes (Anonyme, 2012).

Originaire de la zone du Maghreb, le couscous s'est industrialisé et connaît un développement international (tableau 7)

Tableau 7 : Capacités installées dans certains pays (Anonyme, 2012).

La Tunisie	85 000 tonnes
L'Algérie	50 000 tonnes dont 20.000 tonnes sont en cours
Le Maroc	80 000 tonnes
La Mauritanie	9 500 tonnes
La France	112 500 tonnes
L'Italie	14 000 tonnes
Les USA	11 600 tonnes
Le Canada	6 300 tonnes

Chapitre 3. Qualité du couscous

Selon Kaup et Walker (1986), un couscous de qualité doit avoir :

- Des grains de couleur jaune dorée, de diamètre uniforme et contenant de moins possible de débris de son.
- Des grains qui conservent leur intégrité de leur cuisson à la vapeur et au moment de leur mélange à la sauce.
- Des grains à taux élevé d'absorption en sauce.
- Des grains qui ne collent pas entre eux.

Guezlane (1993), l'a défini comme étant un couscous de granulométrie régulière et homogène à l'état sec, il doit être de couleur jaune ambrée, possédant une capacité d'absorption suffisante et après la cuisson, ses grains doivent rester bien individualisés sans se débiter, ni coller entre eux.

1. Qualité nutritionnelle

La qualité nutritionnelle d'un aliment dépend de ses caractéristiques propres, c'est-à-dire de sa composition mais également des conditions dans lesquelles il est préparé et consommé (Apfelbaum *et al.*, 1981 ; Feillet, 1986).

Les pâtes sont considérées comme des aliments énergétiques et l'apport protéique est loin d'être négligeable (Apfelbaum *et al.*, 1981 ; Feillet, 1986). Comme tout produit élaboré, le couscous dépend essentiellement de la matière première dont il est issu. De ce fait, les potentiels en nutriments de ce produit sont identiques à ceux des semoules utilisées. La composition du couscous est présentée dans le tableau 8.

Tableau 8 : Composition chimique du couscous pour 100 g (Dagher, 1991) cité par Derouiche (2003).

Composant	valeur
Valeur énergétique (kcal)	350
Eau (g)	13,2
Protéine (g)	12
Lipides (g)	1,1
Cendres (g)	1,2
Glucides (g)	75,0

2. Qualité hygiénique

Par analogue en pâte alimentaire, on peut considérer la qualité hygiénique du couscous comme excellente. Généralement, seules les bactéries saprophytes, dont la présence ne constitue aucun danger, se développent dans les pâtes alimentaires. Elles sont caractérisées par une excellente qualité hygiénique, sauf celles à base d'œuf en raison de la possibilité de contamination par les salmonelles (Feillet, 1986).

Pour avoir un couscous de bonne qualité hygiénique, il faut respecter strictement les conditions hygiéniques au cours de la fabrication notamment lors de précuisson et de séchage.

3. Qualité organoleptique

Les caractéristiques qui déterminent la qualité organoleptique des pâtes sont en général leur aspect à l'état cru et leur comportement durant et après la cuisson.

D'après Feillet (1977) cité par Abecassis *et al.*, (1986), un bon produit doit être clair et de couleur jaune ambrée, absorbe environ deux fois son poids d'eau pendant la cuisson et conserve une certaine fermeté et viscoélasticité ainsi qu'une surface lisse sans se déliter dans l'eau de cuisson.

Les paramètres de qualité pour le couscous peuvent être présentés à trois niveaux: caractéristiques des grains de couscous sec, les paramètres de qualité liés au comportement de réhydratation (avant consommation) et les paramètres de qualité liés à la consommation (Abecassis *et al.*, 2012).

3.1 Caractéristiques des grains de couscous sec

Les caractéristiques de grains de couscous sec sont décrites par sa composition, la couleur et propriétés physiques des grains.

3.1.1 Composition biochimique

Le codex alimentaire (Norme Codex 202-1995) indique que la teneur en humidité du couscous ne doit pas dépasser 13,5 %, avec la teneur en cendres d'un maximum de 1,1 %. Aucun additif alimentaire ne doit être ajouté au cours de la fabrication industrielle du couscous. La valeur maximale du taux d'humidité est une définition nécessaire pour obtenir une faible activité d'eau pour assurer la durée de vie du produit. La composition biochimique du couscous (Tableau 10) est proche de ceux de semoule de blé dur que l'on utilise comme matière première. Le traitement du couscous ne change pas le contenu d'amidon (85 – 86 %), de protéines (13,5 %), et de pentosanes (1,4 à 1,7 %). D'autre part, on observe de grandes différences dans les caractéristiques des composants en raison des changements physico-chimiques induites par le processus de fabrication (Abecassis *et al.*, 2012).

Le couscous est caractérisé par de faibles valeurs de teneur en protéines solubles (2,2%) et les valeurs élevées de la teneur en amidon gélatinisé (71,8 %), en comparaison avec la semoule de blé dur (12,7 % et 5,9 %, respectivement). Pendant le traitement du couscous, la semoule doit être hydratée avec de l'eau ou avec une solution d'eau salée de 4 - 5 g de NaCl/l. La teneur en chlorure résiduel de couscous est d'environ 3 mg/g (Kaup et Walker, 1986). Cependant, aucune étude n'a démontré les effets possibles du sel ajouté le durcissement du gluten et des propriétés de texture de couscous (Abecassis *et al.*, 2012).

Tableau 9: Composition biochimique de semoule de blé dur et de couscous moyen industriel (Hébrard, 2002).

Composition	Semoule de blé dur	Couscous moyen
Teneur en eau (g /100 g de produit)	14,5 (\pm 0,4)	9,8 (\pm 0,3)
La teneur en amidon (g / 100g de matière sèche)	86,2 (\pm 6,0)	85,6 (\pm 6,0)
Teneur en amidon gélatinisé (g / 100g de matière sèche)	5,9 (\pm 0,3)	71,8 (\pm 3,6)
Teneur totale en protéines (g / 100g de matière sèche)	13,5 (\pm 0,5)	13,5 (\pm 0,5)
Teneur en protéines solubles (g / 100g de matière sèche)	12,7 (\pm 0,6)	2,2 (\pm 0,1)
La teneur totale en pentosanes (g / 100g de matière sèche)	1,7 (\pm 0,2)	1,4 (\pm 0,1)
Pentosanes soluble contenu (g/100g de matière sèche)	0,1	0

3.1.2 Couleur des grains du couscous

Les grains de couscous sont caractérisés par une couleur jaune claire due à la présence des pigments jaune appelés caroténoïdes présents naturellement dans le blé dur et par conséquent dans la semoule (Feillet, 1986).

Guezlane (1993) a indiqué que la couleur de couscous dépend principalement des caractéristiques de la semoule de blé dur, et peu sur la contribution des facteurs du processus. Les caractéristiques de couleur de la gamme de couscous entre 27 - 45, pour la teinte jaune (b^*), 21 - 72, pour l'éclat (l^*), et 0 - 4 pour la teinte rouge (a^*) (Guezlane, 1993; Debbouz *et al.*, 1994; Debbouz et Donnelly, 1996).

Cette coloration peut être modifiée à cause de :

- La dégradation des pigments caroténoïdes par les lipoxygénases et polyphénoloxydases.
- Le brunissement non enzymatique.
- La présence d'une protéine hydrosoluble.

Selon Guezlane (1993), la coloration du couscous à l'état constitue un des critères d'achat du couscous.

3.1.3 Taille des particules

La commission du codex alimentaires (Norme Codex 202-1995) indique que la granulométrie du couscous doit se situer entre 630 et 2000 μm . Le couscous industriel est habituellement vendu en trois types différents selon la taille des grains: fin, la moyen et gros.

3.1.4 Forme des particules

La forme presque sphérique de grains de couscous peut être décrite en utilisant des micrographies électroniques à balayage (Figure 11). Les grains de couscous industriels sont des particules régulières, avec une forme homogène et sphérique et une surface lisse (Abecassis *et al.*, 2012).

Guezlane (1993) a caractérisé la forme de grains de couscous en analysant l'image évaluée à plusieurs paramètres de forme. La forme presque sphérique de grains de couscous a été décrite par une faible dispersion du facteur de circularité (0,68 à 0,73) et le facteur d'élongation (de 0,70 à 0,74) (Abecassis *et al.*, 2012)

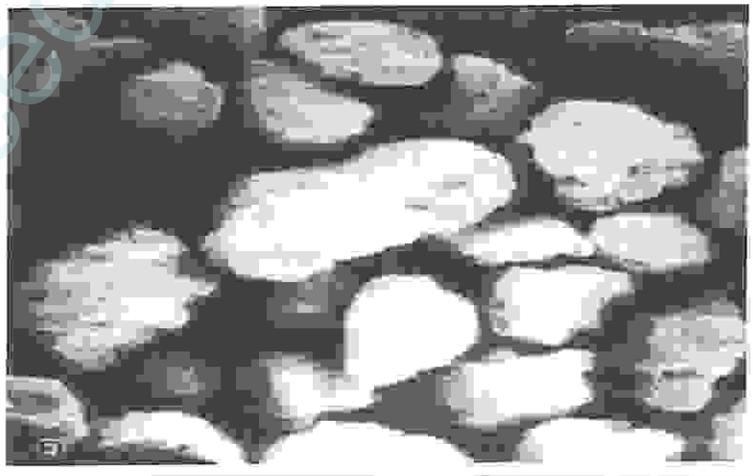


Figure 11: Grains de couscous industriels sous le microscope électronique à balayage (12x) (barre= 830 μm) (Debbouze et Donnelly, 1996).

3.1.5 Microstructure des particules

Les microscopes électroniques à balayage ont également été utilisés pour évaluer la microstructure des grains de couscous (Figure 12). Les grains de couscous sec apparaissent comme de grosses particules agglomérées et construits par l'association des petites particules de semoule (300 -500 μm). La rigidité des grains de couscous est due à des ponts présents entre les agglomérats des petites particules initiales. La présence d'un vide résiduel entre les particules de semoule est plus ou moins fondu permet une certaine porosité à l'intérieur des grains de couscous (Abecassis *et al.*, 2012).

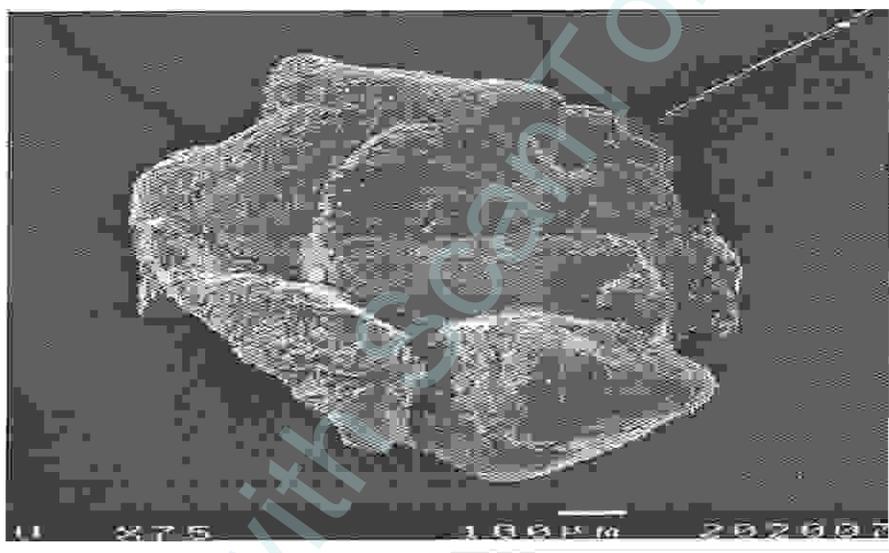


Figure 12: Microstructure du grain de couscous industriel (Pons *et al.*, 1999.).

3.1.6 Masse volumique du couscous

Elle a été mesurée par le remplissage d'un cylindre gradué (Guezlane, 1993; Debbouz et Donnelly, 1996). La masse volumique du couscous dépend à la fois de la compacité de grains (masse volumique vraie) et du rapport de vide entre les grains (Abecassis *et al.*, 2012).

3.2 Paramètres de qualité liés au comportement de réhydratation (avant consommation)

La bonne qualité des grains de couscous doit être caractérisée par une forte capacité d'absorption d'eau ou de la sauce. La mesure dans laquelle les grains de couscous absorbent l'eau influe sur le goût ainsi que la sensation en bouche. Si le couscous n'absorbe pas l'eau de manière adéquate, il se sent mal et n'a pas la tendreté souhaitée. Le comportement d'eau froide et / ou chaude, l'absorption de grains de couscous sec peut être évaluée à trois paramètres: le temps pour l'indice d'absorption d'eau, l'indice de solubilité dans l'eau et l'indice d'absorption de l'eau (Abecassis *et al.*, 2012).

3.2.1 Temps d'absorption d'eau

Il est évalué par le mélange du couscous sec et de l'eau. En mesurant le temps nécessaire pour que toute l'eau soit complètement absorbée par les grains (Debbouz *et al.*, 1994; Debbouz et Donnelly, 1996). Le temps de réhydratation optimale se situe entre 10 - 16 min. Les différences dans les temps de réhydratation peuvent être dus à des différences dans la compacité des grains du couscous (Abecassis *et al.*, 2012).

3.2.2 Indice de solubilité d'eau

Il exprime la mesure de la désintégration du couscous lors de l'absorption de l'eau. Cette indice est mesurée par la quantité de matières solides qui sont solubilisés lors de l'immersion d'un échantillon de couscous dans un excès d'eau (Debbouz *et al.*, 1994; Ounane *et al.*, 2006). La quantité de matières solubles dans l'eau est en relation avec la viscosité du couscous: les faibles valeurs de l'indice de solubilité dans l'eau sont des indicateurs des produits de haute qualité. Les valeurs classiques de l'indice de solubilité dans l'eau sont comprises entre 4 - 16 % (Abecassis *et al.*, 2012).

3.2.3 Indice d'absorption d'eau

Cet indice est mesurée comme la variation de poids d'un échantillon du couscous lorsqu'il est immergé dans un excès d'eau à 30 ° C (Debbouz *et al.*, 1994). Les valeurs typiques de l'indice d'absorption se situent entre 460 - 490 g d'eau pour 100 g de couscous. Debbouz (1992) a observé une forte corrélation ($r = 0,90$) entre l'indice d'absorption d'eau et de l'étendue de la gélatinisation de l'amidon dans les grains de couscous.

3.2.4 Gonflement de couscous

Ce paramètre est mesurée par les changements dans le volume d'un échantillon de couscous lorsqu'il est immergé dans l'eau froide (à 25 ° C) ou de l'eau chaude (à 100 ° C) (Guezlane et Abecassis, 1991; Guezlane, 1993 ; Ounane *et al.*, 2006). Cette caractéristique dépend de l'indice d'absorption d'eau ainsi que les propriétés des particules des couscous hydratées. Des valeurs élevées de gonflement de couscous sont des indicateurs d'un produit de haute qualité. Les valeurs typiques de gonflement sont comprises entre 280 - 320 ml/100 g de couscous à 25 C°, et 380 à 410 ml/100 g de couscous à 100 C° (Abecassis *et al.*, 2012).

Ounane *et al.* (2006) indique que le gonflement du couscous à 100 C° est partiellement en corrélation avec l'indice de solubilité dans l'eau ($r = 0,55$).

3.3 Paramètres de qualité liés à la consommation

Le couscous de bonne qualité peut être défini comme un produit qui ne colle pas, du goût et de bonne sensation à la bouche. Les paramètres de qualité liés à la consommation sont

basés sur la viscosité, le collant, la qualité sensorielle, et des propriétés de texture (Abecassis *et al.*, 2012).

3.3.1 Collant

Il est lié aux caractéristiques de la surface de grains de couscous après la réhydratation, en utilisant un analyseur de texture selon une méthode qui a été utilisé pour les pâtes (Debbouz *et al.*, 1994; Debbouz et Donnelly, 1996). Les faibles valeurs de viscosité de couscous sont révélatrices d'un produit de haute qualité. Lorsque les grains de couscous cuit à la vapeur libèrent des exsudats en raison de la gélatinisation de l'amidon, ces derniers peuvent migrer vers la surface des grains, et générer le collant de couscous. Une forte corrélation est observée entre la dégradation de l'amidon de semoule et le collant couscous ($r = 0,90$) (Abecassis *et al.*, 2012).

3.3.2 Propriétés de texture

La qualité culinaire du couscous est appréciée par sa tenue à la cuisson telle que reflétée par l'état de surface (des produits cuits) qui doit être non collant et pour la délitescence qui traduit la désintégration des particules du couscous (Boudreau *et al.*, 1992).

Le couscous cuit peut être évalué avec une méthode de compression classiquement utilisée pour les pâtes alimentaires (Yettou *et al.*, 1997; Ounane *et al.*, 2006). Des propriétés de texture de couscous ont été évaluées sur la base de la fermeté (5,79 à 7,53 mm), la reprise élastique (0,3 à 0,8 mm), et l'indice de viscoélasticité (1,3 à 1,9). Les faibles valeurs de la fermeté et l'indice de viscoélasticité sont des indicateurs d'un produit de haute qualité. Cependant, les propriétés de texture ont faiblement corrélées avec les paramètres sensoriels (Guezlane, 1993).

3.3.3 Propriétés sensorielles

Le couscous peut être évalué par un groupe de jury en utilisant différents paramètres: l'aspect, la sensation à bouche, la saveur, l'acceptabilité globale (Kaup et Walker, 1986; Debbouz *et al.*, 1994; Debbouz et Donnelly, 1996) et l'odeur. Selon Feillet (1986), l'odeur caractéristique des pâtes est identique à celle de la semoule.

MATERIEL
ET
METHODES

Produced with ScanToolDF

II- MATERIEL ET METHODES

1- Présentation de site d'étude

Notre étude a été effectuée dans les moulins AMOR BENAMOR El-Fedjoudj-Guelma pendant une période de 15 jours (du 1 à 15 Mars), au cours de laquelle, nous avons essayé de mettre un volet de recherche concernant le contrôle de la qualité de couscous qui est un produit céréalier très populaire.

Les moulins AMOR BENAMOR font partie d'un groupe spécialisé dans l'agroalimentaire qui est le groupe BENAMOR. C'est un groupe familial fondé par le défunt père (AMOR BENAMOR) en 1984 (Anonyme, 2010).

Les moulins AMOR BENAMOR, est un complexe industriel céréalier implanté dans la zone industrielle d'El-fedjoudj de la Wilaya de Guelma (Nord-Est d'Algérie) (Figure 13), en septembre 2000 sur un terrain d'une superficie de 42500 m².

Les moulins AMOR BENAMOR sont caractérisés par :

- Une capacité de production des moulins (700 T/J)
- Une capacité de stockage de blé : 27500 tonnes
- Un nombre d'employés de 370 dont :
 - 60 cadres.
 - 70 agents de maîtrise.
 - 240 agents d'exécution.

2- Echantillonnage

Pour réaliser notre étude, nous avons collecté 2 lots de couscous des complexes différents et chaque lot est divisé en deux types de produit (fin et moyen), en obtenant enfin de quatre échantillons :

- Deux couscous du complexe AMOR BENAMOR
- Deux couscous de la ROSE BLANCHE (produit tunisien)

3- Appareillage

Au cours de cette étude, nous avons utilisé pas mal d'appareil et l'ensemble de ce matériel sont illustré dans l'annexe. Nous avons vu qu'il est nécessaire de citer et de présenter le matériel utilisé pour chaque analyse, pour mieux présenter la méthodologie de notre étude.

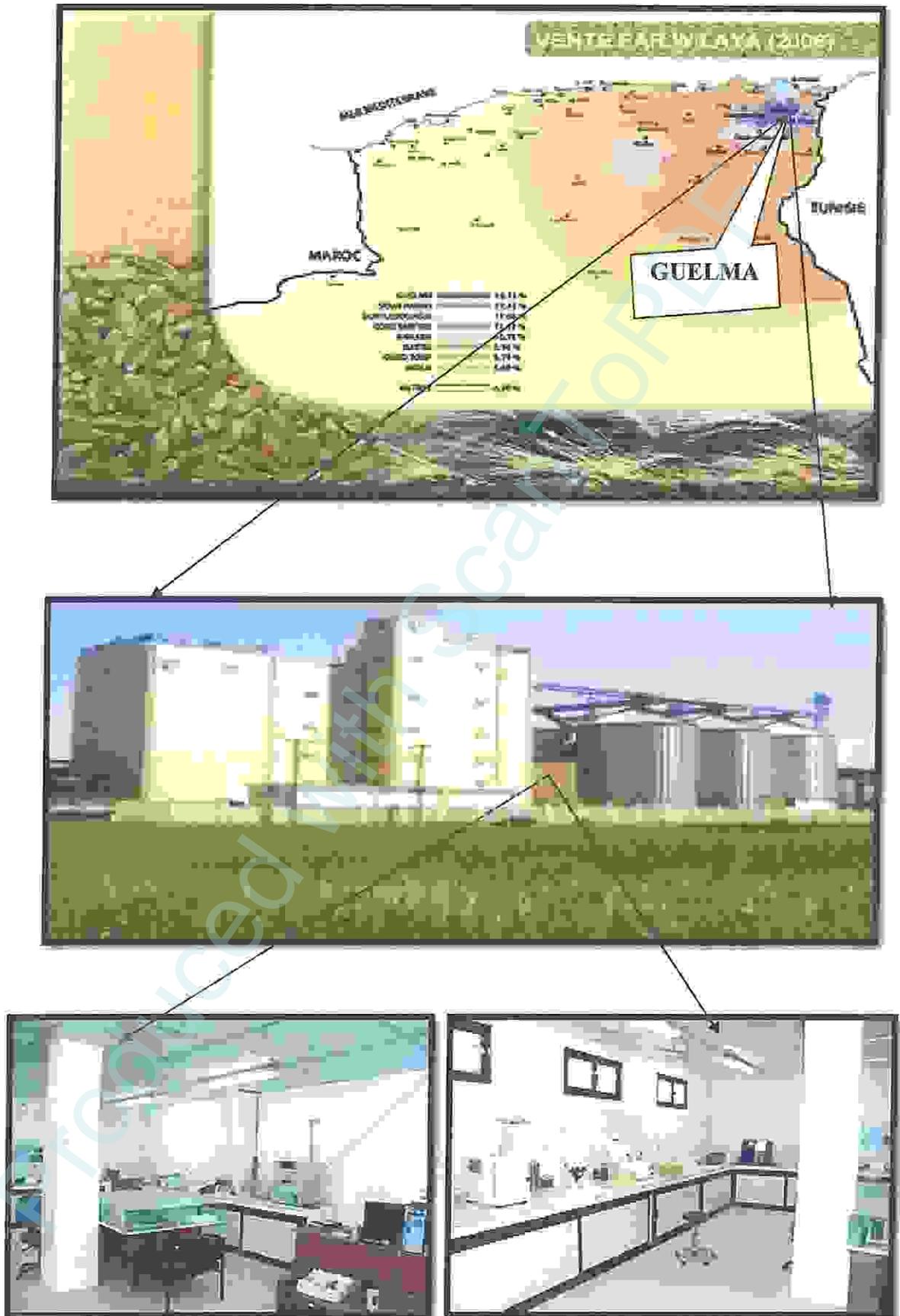


Figure 13 : les moulins AMOR BENAMOR (Google, 2011)

4- Appréciation de la qualité du couscous sec

4.1 Analyse physico-chimique

4.1.1 Taux d'humidité

Cette analyse est effectuée selon la norme AFNOR NF V03-706, ISO 712, ICC 109/1 et NA 1132.1990.

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente trois intérêts principaux :

- ❖ **Intérêt technologique :** pour la détermination et la conduite rationnelle de l'opération de récolte, de séchage, de stockage ou de la transformation industrielle.
- ❖ **Intérêt analytique :** pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou teneur en eau standard).
- ❖ **Intérêt commercial et réglementaire :** les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneurs en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections.

4.1.1.1 Principe

Consiste à un étuvage du produit à pression atmosphérique, à une température de 130°C à 133°C en présence d'un agent desséchant jusqu'à la masse constante (méthode de référence). Dans des conditions opératoirement définies. La perte de la masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit.

4.1.1.2 Matériels utilisés

- ✓ étuve Chopin (EM10)
- ✓ 12 coupelles
- ✓ porte coupelle
- ✓ pinceau
- ✓ broyeur
- ✓ dessiccateur à base de silice (gel de silice) (agent desséchant).
- ✓ échantillons (couscous fin et moyen).
- ✓ balance analytique

4.1.1.3 Mode opératoire

- ❖ prendre le nombre nécessaire des coupelles (couvercles compris)
- ❖ Introduire les coupelles dans l'étuve et les laisser pendant 15 mn à 130°C pour absorber l'humidité des coupelles.
- ❖ Transférer les coupelles de l'étuve vers le dessiccateur pour les refroidir environ 45 mn.
- ❖ Peser les coupelles vides à l'aide de balance, soit m_0 le poids d'une coupelle vide.

- ❖ Peser 5g de chaque échantillon, dans les coupelles sans oublier de faire la tare à chaque fois, soit m_1 (le poids de la coupelle vide plus la prise d'essai)
- ❖ Introduire dans l'étuve les coupelles contenant la prise d'essai et les y laisser séjourner durant 2 heures, temps à compter à partir du moment où la température de l'étuve est à nouveau entre 130° C et 133°C.
- ❖ Retirer les coupelles numérotées de l'étuve une par une, les couvrir et les placer dans le dessiccateur.
- ❖ Dès que les coupelles sont refroidies à la température du laboratoire, pendant 45 mn après la mise en place dans le dessiccateur, les peser, soit m_1 son poids.

4.1.1.4 Expression des résultats

L'humidité (H) pour 100 grammes d'échantillon est donnée par la formule suivante :

$$H = 100 \times \frac{(M_0 - M_1)}{M_0}$$

H : teneur en eau en pourcentage

M_0 : masse en gramme de la prise d'essai avant séchage

M_1 : masse en gramme de la prise d'essai après séchage

4.2 Analyses technologiques

4.2.1 Granulométrie

La granulométrie a pour objet de la mesure de la taille des particules élémentaires qui constituent les ensembles des grains de substances diverses, telles que blé, semoule (ses dérivé) farines, poudres, etc., et la définition des fréquences statistiques des différentes tailles de grains dans l'ensemble étudié.

4.2.1.1 Principe

Elle est réalisée par le tamisage de $100 \pm 0,1g$ de couscous sec par un plansichter de laboratoire type RHOTEX (amplitude = 30 mm) pendant 07 minutes. Selon Guezlane (1993), pour caractériser la granulométrie de couscous, il faut retenir les tamis d'ouverture de mailles allant du N° 12 (2000 μm) au N° 38 (500 μm).

4.2.1.2 Matériel utilisé

- tamiseur à base des tamis de différentes ouvertures des mailles
- balance technique
- Echantillons de couscous fin et moyen

4.2.1.3 Mode opératoire

- ❖ peser 100 g d'échantillon à l'aide d'une balance technique.
- ❖ Classer les tamis utilisés selon le type du couscous ; pour le couscous moyen, les ouvertures des mailles des tamis utilisés sont : 630 μm , 800 μm , 900 μm , 1000 μm , 1120 μm , 1250 μm , 1400 μm , 1600 μm (8 tamis), et pour le couscous fin, les ouvertures des mailles des tamis utilisés sont : 500 μm , 630 μm , 800 μm , 900 μm , 1000 μm (5 tamis).
- ❖ mettre la prise d'essai dans le tamiseur pendant 7 minutes.
- ❖ après le tamisage de la prise d'essai, peser le refus de chaque tamis par la balance technique.

4.2.1.4 Expression des résultats

Les résultats sont exprimés pour chaque tamis en pourcentage de refus cumulé de la masse totale. Ils sont généralement présentés par les courbes granulométriques de refus cumulé (Guezlane 1993). Selon Pfost et Headley (1976) cité par Guezlane (1993), les données peuvent aussi être traitées pour obtenir les grandeurs caractéristiques de la distribution des particules.

S_g = écart-type géométrique ($D_{84}/D_{50}=D_{50}/D_{16}$) dont :

D_{84} = diamètre des particules à 84 % de probabilité.

D_{50} = diamètre des particules à 50 % de probabilité.

D_{16} = diamètre des particules à 16% de probabilité.

4.2.2 Masse volumique

4.2.2.1 Principe

Une éprouvette de 250 ml est utilisée pour déterminer le volume occupé par $25 \pm 0,01\text{g}$ de couscous sec. La masse volumique de ces échantillons est ensuite exprimée en g/cm^3 .

4.2.2.2 Matériel utilisé

- éprouvette de 250 ml
- les échantillons des couscous fin et moyen
- balance technique

4.2.2.3 Mode opératoire

- ❖ peser 25 g de chaque échantillon fin et moyen à l'aide d'une balance technique.

- ❖ mettre les échantillons de couscous fin et moyen dans l'éprouvette dans une éprouvette de 250 ml.
- ❖ Déterminer le volume occupé par cette masse.

4.2.2.4 Expression des résultats

La mesure de la masse volumique est réalisée en divisant la masse de la prise d'essai par le volume occupé de cette masse. Elle est ensuite exprimée en (g/ cm³ ou par kg/l)

4.2.3 Indice de gonflement

4.2.3.1 Principe

L'indice de gonflement a pour but d'apprécier la capacité d'absorption d'eau des grains de couscous (capacité à s'hydrater et à devenir volumineux), après un trempage dans l'eau.

4.2.3.2 Matériel utilisé

- Eprouvette graduée de 250 ml.
- Balance technique de précision de 0,1g.
- Thermomètre
- Tige d'agitation en verre ou en métal inoxydable.

4.2.3.3 Mode opératoire

- ❖ Peser 50 g ± 0,1 g de couscous.
- ❖ Placer la masse pesée dans l'éprouvette. Soit V₁ le volume occupé lu sur l'éprouvette.
- ❖ Vider l'éprouvette de la prise d'essai à conserver soigneusement.
- ❖ Remplir l'éprouvette avec 200 ml ± 1 ml d'eau courante à température de 20°C.
- ❖ Verser rapidement la prise d'essai dans l'éprouvette.
- ❖ Remuer deux à trois fois à l'aide de la tige d'agitation et déclencher simultanément le chronomètre.
- ❖ Après 30 min, déterminer le volume V₂ occupé par le couscous dans l'éprouvette.

4.2.3.4 Expression des résultats

On détermine l'indice de gonflement (IG) selon la relation:

$$IG (\%) = 100 \times (V_f - V_i) / V_i$$

V_f: volume final du couscous lu sur l'éprouvette

V_i : volume initial du couscous sec sur l'éprouvette

4.2.4 Colorimétrie

4.2.4.1 Principe

Les indices colorimétriques L^* , a^* et b^* sont mesurés par une méthode spectrocolorimétrique.

4.2.4.2 Matériel utilisé

- Prise d'essai
- Spectrocolorimètre
- Un verre

4.2.4.3 Mode opératoire

Le technicien du laboratoire de AMOR BENAMOR fait le test de coloration avec le spectrocolorimètre.

- ❖ Remplir le verre par l'échantillon
- ❖ Mettre le spectrocolorimètre sur le verre qui contient la prise d'essai pour mesurer directement les indices colorimétriques.

4.2.4.4 Expression des résultats

La colorimétrie détermine 3 indices qui sont les suivants:

- L^* : indice de clarte
- a^* : indice de brun
- b^* : indice de jaune

4.3 Appréciation de la qualité culinaire du couscous

4.3.1 Analyses sensorielles

4.3.1.1 Principe

La réalisation des analyses sensorielles nécessite au premier lieu, la détermination des paramètres de la qualité organoleptique du produit et au second lieu, un jury bien entraîné concernant les analyses sensorielles et bien familiarisé avec le produit. Dans notre étude, nous avons réalisé les tests sensoriels des nos échantillons après la cuisson selon un diagramme traditionnel illustré dans la figure 14.

4.3.1.2 Matériel utilisé

- Plaque chauffante
- Guessâa

- Couscoussier
- Huile
- Eau

4.3.1.3 Mode opératoire

a) Cuisson de couscous

Les étapes de cuisson du couscous sont les suivantes :

- ❖ Hydrater les grains de couscous dans une guessâa par une quantité d'eau puis ajouter une petite quantité d'huile pour éviter le collant de couscous.
- ❖ Laisser reposer pour un temps suffisant pour que les grains du couscous absorbent l'eau.
- ❖ Mettre le couscous dans le récipient supérieur de couscoussier dont l'autre récipient est convenablement rempli d'eau puis mettre le joint entre les deux récipients pour éviter la fuite de la vapeur d'eau.
- ❖ Cuire jusqu'à l'apparition de la vapeur sur la surface du couscous.
- ❖ Retirer, émoter et hydrater le couscous dans la guessâa.
- ❖ Répéter la cuisson du couscous à la vapeur d'eau.
- ❖ La fin de la dernière cuisson est déterminée par :
 - Apparition de flux de vapeur à la surface.
 - Changement de couleur.
 - Disparition des granules d'amidon non gélatinisées.

b) Evaluation sensorielle

Les produits cuits de couscous sont servis et présentés dans des assiettes codifiées pour le jury. Les paramètres organoleptiques évalués sont l'aspect (couleur), le goût et la texture (collant). Dans notre étude, le jury est composé de techniciens du laboratoire du contrôle de la qualité du complexe AMOR BENAMOR. L'évaluation sensorielle est réalisée par l'utilisation des mentions suivantes: normale, satisfaisant, très satisfaisant, détaché, pas totalement détaché, collés et non collés.

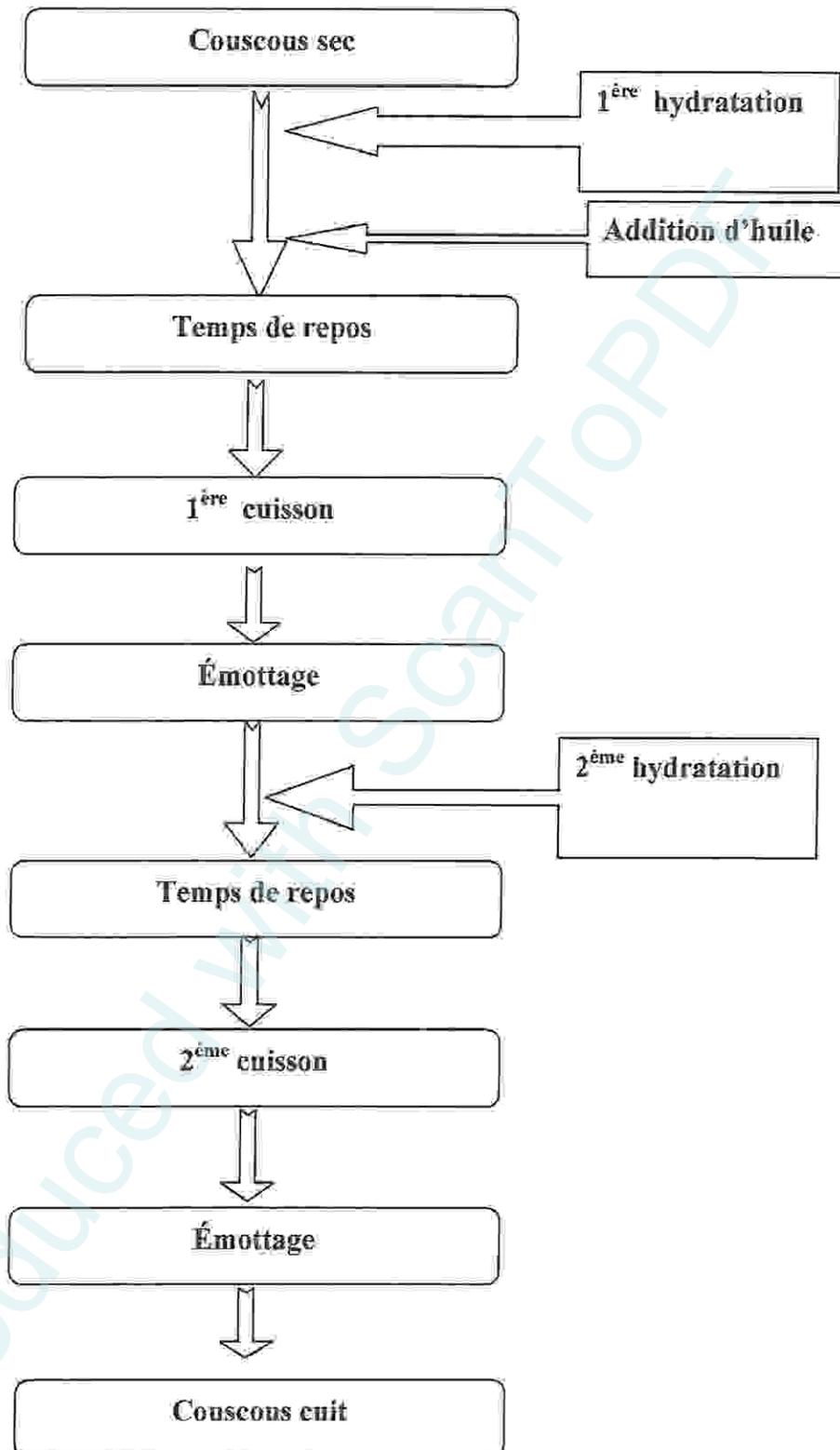


Figure 14 : Diagramme de cuisson de couscous

RESULTATS
ET
DISCUSSION

Produced with ScanTopDF

III- RESULTATS ET DISCUSSION

1. Paramètres physico-chimiques

1.1 Humidité

La teneur en eau de l'ensemble des échantillons de couscous est comprise entre 10,32 et 12,72 % (figure 15). Ce taux n'excède pas 13,5 %, la valeur notée par la norme du *codex alimentarius* (202-1995). En revanche, la comparaison de nos résultats avec la norme algérienne (N.A. 6396) adopté pour le couscous industriel (Anonyme, 1996), montre que l'humidité du couscous fin du produit de LA ROSE BLANCHE est supérieure à la norme algérienne (11,5 - 12,5 %). Mais, l'humidité des autres produits c'est-à-dire : le couscous moyen de LA ROSE BLANCHE et le couscous moyen et fin du complexe AMOR BENAMOR est inférieure à cette norme (figure 15).

En comparant avec les résultats de Hebrard (2002) qui a indiqué que l'humidité de couscous de blé dur analysé a été de 9,8 %, nous constatons que nos résultats sont légèrement semblables à ses résultats sauf en ce qui concerne le taux d'humidité de couscous fin de LA ROSE BLANCHE qui est très élevé (12,72).

Par ailleurs, l'humidité du couscous moyen de AMOR BENAMOR est supérieure à celle du couscous fin du même produit, et l'inverse pour les produits de LA ROSE BLANCHE, nous remarquons que l'humidité de son couscous moyen est inférieure à celle du couscous fin.

D'autre part, l'analyse des résultats des deux types de couscous (AMOR BENAMOR et LA ROSE BLANCHE), montre que le taux d'humidité de couscous moyen d'AMOR BENAMOR est légèrement supérieur à celui du couscous moyen de LA ROSE BLANCHE. En revanche, ce taux chez le couscous fin de AMOR BENAMOR est nettement inférieur à celui de couscous fin de LA ROSE BLANCHE.



Figure 15 : Teneur en humidité des différents types de couscous industriel sec

2. Paramètres technologiques

2.1 Granulométrie

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

La granulométrie des couscous peut être caractérisée par deux paramètres, le paramètre de position et de dispersion.

2.1.1 Paramètre de position (D_{50})

Après l'analyse des courbes granulométriques des différents échantillons du couscous (AMOR BENAMOR et LA ROSE BLANCHE), illustrées dans les figures 16 et 17, nous pouvons après l'estimation du paramètre de position (D_{50}) diviser nos échantillons en deux types (fin et moyen). Les valeurs du D_{50} ou la granulométrie médiane des échantillons de couscous fin (AMOR BENAMOR et LA ROSE BLANCHE) sont comprises entre 610 et 650 μm (figure 16) dont l'étendue granulométrique varie entre 500 et 1000 μm . Ainsi, nous constatons que la granulométrie médiane (D_{50}) de couscous fin de AMOR BENAMOR est supérieure à la granulométrie médiane de couscous fin de LA ROSE BLANCHE.

Par ailleurs, les échantillons de couscous moyen sont caractérisés par une granulométrie médiane varie entre 1040 et 1060 μm (figure 17) et l'étendue granulométrique de ces échantillons comprise entre 630 et 1600 μm . Nous constatons que D_{50} du couscous moyen du complexe AMOR BENAMOR est inférieur à celui de LA ROSE BLANCHE.

La comparaison entre la valeur notée dans la norme de *codex alimentarius* (202-1995) (630 à 2000 μm) et nos résultats, montre que le D_{50} du couscous AMOR BENAMOR qui est comprise entre (650 à 1040 μm) ne dépasse pas la valeur notée dans la norme de *codex alimentarius*. En revanche, chez le produit de LA ROSE BLANCHE où le D_{50} est compris entre 610 et 1060 μm , nous constatons que la valeur minimum de D_{50} est inférieure à celle notée dans la norme de *codex alimentarius* (min 630 μm).

La différence dans le paramètre de position (D_{50}) et l'étendue granulométrique entre nos échantillons, peut être expliquée par les caractéristiques de la matière première et les conditions opérationnelles au stade de roulage et le choix d'ouverture des mailles du plansichter (stade de tamisage).

Guezlane (1993) a indiqué que la taille des particules et leur homogénéité dépendent pour une large part des conditions opératoires retenues pour réaliser l'opération de roulage et les caractéristiques des matières premières mises en œuvre. Dahoun-Lefkir (2005) a montré que la granulométrie médiane (D_{50}) augmente avec l'augmentation du taux d'hydratation et de la durée du malaxage et diminue avec l'augmentation de la température de l'eau de roulage, son état minéral et avec l'addition de sel.

Ounane *et al.* (2006) ont observé que la taille moyenne des particules (D_{50}) des différents lots des couscous crus variait de 823 à 982 μm avec une moyenne de 913 μm . Nous constatons que nos résultats ne concordent pas avec ceux de Ounane *et al.* (2006).

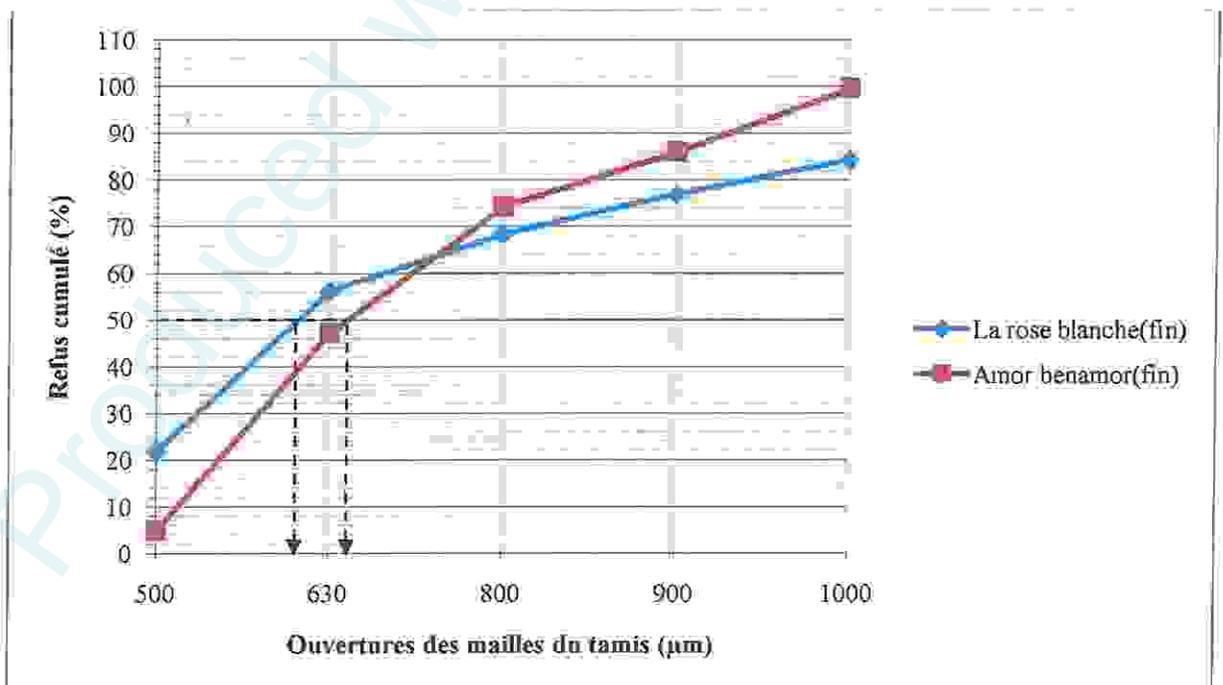


Figure 16 : Courbe granulométrique des différents types de couscous fin sec

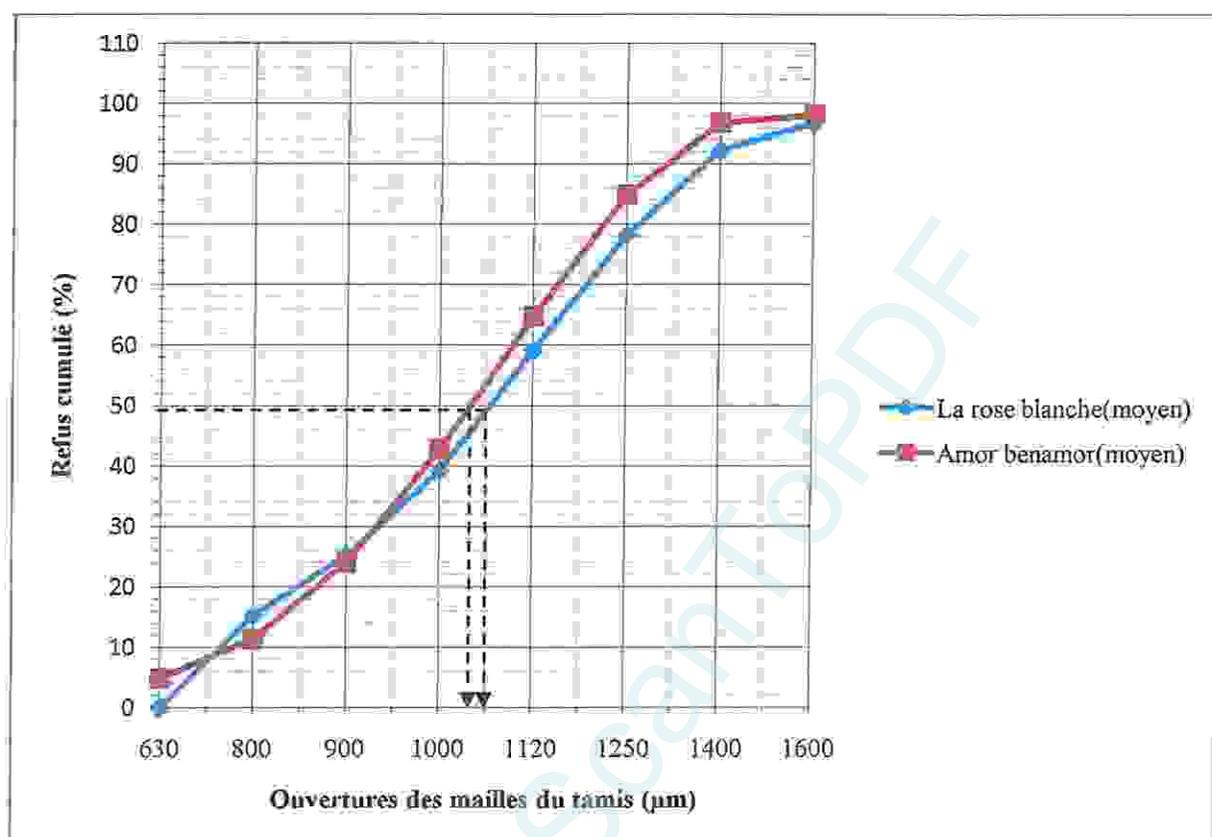


Figure 17 : Courbe granulométrique des différents types de couscous moyen sec

2.1.2. Paramètre de dispersion (Sg)

L'écart-type géométrique ($Sg = D_{84} / D_{50} = D_{50} / D_{16}$) ou la distribution en tailles des grains de couscous de nos échantillons est mentionnée dans le tableau 10.

Tableau 10 : Paramètre de position (D_{50}) et de dispersion (Sg) des échantillons du couscous

Produit	Échantillon	D_{50} (μm)	Sg (D_{84}/D_{50})
Couscous AMOR BENAMOR (El-fedjouj Guelma)	Fin	650	1,353
	Moyen	1040	1,201
Couscous LA ROSE BLANCHE	Fin	610	1,639
	Moyen	1060	1,226

En analysant les résultats du tableau 10, nous remarquons que le paramètre de dispersion (Sg) de couscous fin est supérieur à celui de couscous moyen du même produit. Par ailleurs, la comparaison de tous les échantillons (AMOR BENAMOR et LA ROSE BLANCHE) montre que le paramètre de dispersion (Sg) de couscous moyen de LA ROSE BLANCHE et celui du complexe AMOR BENAMOR sont légèrement identiques, et le Sg de

couscous fin d'AMOR BENAMOR est nettement inférieur à celui de couscous fin de LA ROSE BLANCHE.

Ounane *et al.* (2006) ont observé que la dispersion granulométrique (Sg) a une valeur de 1,11 à 1,18 avec une moyenne de 1,14. Nous constatons que le Sg de nos échantillons moyens est légèrement identique à celui noté par Ounane *et al.* (2006). En revanche, le (Sg) de nos échantillons fins est supérieur à celui des mêmes auteurs.

Selon Ounane *et al.* (2006), la taille des particules était très homogène lorsque la dispersion granulométrique des lots de couscous est faible. Nous constatons que nos couscous fins sont moins homogènes par rapport aux couscous moyens.

2.2 Masse volumique

La masse volumique des couscous secs dépend de la compacité des grains (densité réelle) et de l'espace inter-granulaire. Elle correspond au volume occupé d'une éprouvette graduée par une masse de produit. Elle est exprimée en gramme par cm^3 (Guezlane, 1993 ; Debbouz et Donnelly, 1996).

La figure 18 montre que la masse volumique des couscous fins AMOR BENAMOR et LA ROSE BLANCHE est légèrement supérieure à celle des couscous moyens des même produits. Ceci peut être dû à la taille des particules des couscous moyens (D_{50}) qui est plus grande que celle des couscous fins ce qui laisse un espace inter-particulaire plus important que celui produit par les particules des couscous fins.

Guezlane (1993) ; Debbouz et Donnelly (1996) ont observé que la masse volumique de couscous industriel est de l'ordre de $0,79 \text{ g/cm}^3$. Donc, nos résultats concordent avec ceux de Guezlane, (1993) ; Debbouz et Donnelly (1996).

En comparant entre les deux produits, nous notons que la masse volumique de couscous fin du complexe AMOR BENAMOR est supérieure à celle de couscous fin de la marque LA ROSE BLANCHE, et ce paramètre chez le couscous moyen de AMOR BENAMOR est supérieur à celui de LA ROSE BLANCHE (figure 18).

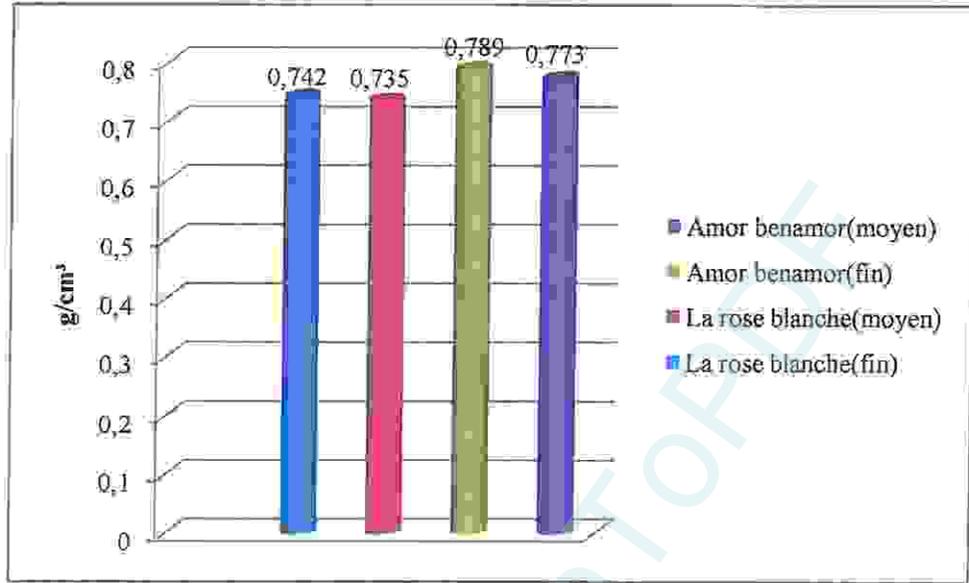


Figure 18 : Masse volumique des différents échantillons de couscous sec

2.3 Indice du gonflement (IG)

Il est mesuré par les changements dans le volume apparent d'un échantillon de couscous lorsqu'il est immergé dans l'eau à 25 °C (Guezlane et Abecassis, 1991; Guezlane, 1993; Ounane *et al.*, 2006).

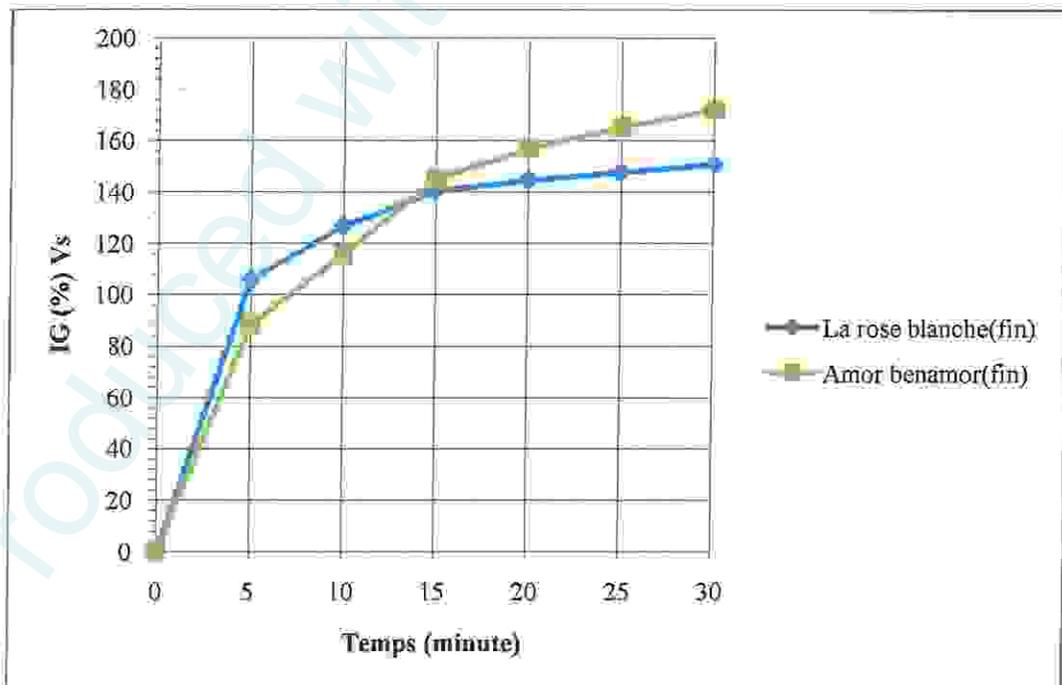


Figure 19 : Cinétique du gonflement des couscous fins secs

D'après l'analyse de la figure 19, nous remarquons que nos échantillons fins gonflent rapidement pendant les cinq premières minutes. Puis, le gonflement continue à augmenter lentement jusqu'à la trentième minute. Toutefois, il apparaît que l'indice de gonflement diffère d'un couscous à l'autre. Le couscous fin de LA ROSE BLANCHE gonfle plus rapidement que celui de AMOR BENAMOR pendant les quinze premières minutes. Après cette période, le couscous de LA ROSE BLANCHE tend à se stabiliser contrairement au couscous fin de AMOR BENAMOR qui continue son gonflement.

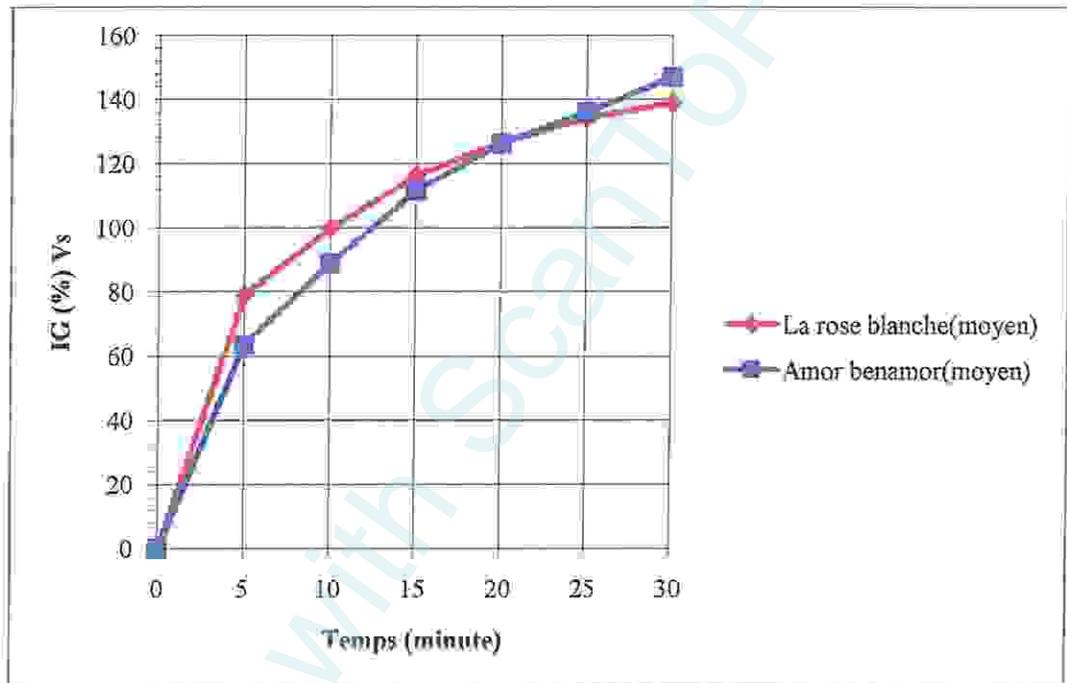


Figure 20 : Cinétique du gonflement des couscous moyens secs

En ce qui concerne les échantillons de couscous moyen, nous remarquons que tous les produits passent par les mêmes phases que les produits fins : une phase du gonflement très accéléré jusqu'à la cinquième minute et une phase du gonflement moyennement rapide dure vingt cinq minutes (Figure 20).

De la même manière, le gonflement diffère selon le type de couscous. Le produit moyen de LA ROSE BLANCHE présente un indice du gonflement élevé par rapport au produit moyen de AMOR BENAMOR jusqu'à la vingtième minute. Après cette période, nous constatons qu'il y a un changement dans le rythme d'absorption des produits moyens où le couscous de AMOR BENAMOR présente une vitesse de gonflement plus élevée par rapport à son homologue de LA ROSE BLANCHE.

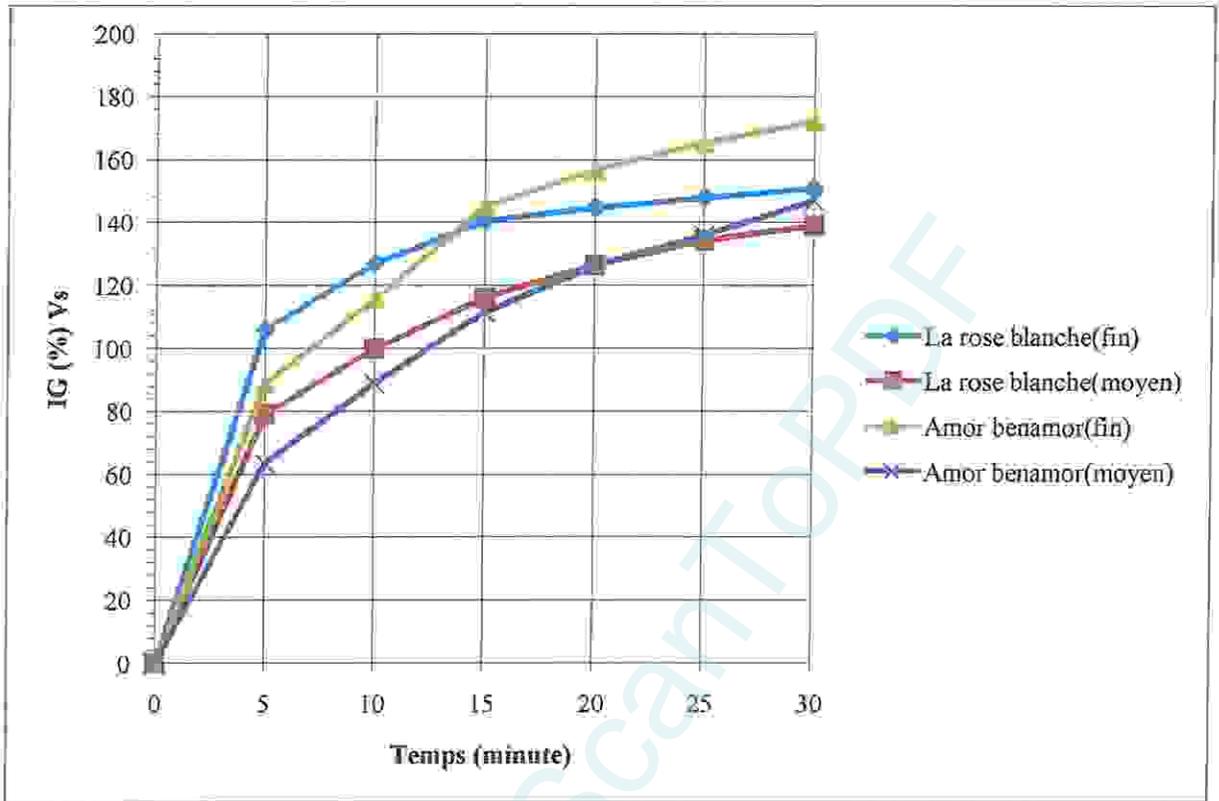


Figure 21 : Cinétique du gonflement des différents échantillons de couscous sec:

En comparant les couscous moyens et fins (LA ROSE BLANCHE et AMOR BENAMOR), nous notons que les produits fins absorbent beaucoup plus d'eau que les produits moyens (figure 21).

Selon Angar et Belhouchet (2002), le gain de poids ou l'absorption d'eau évolue suivant la finesse du couscous. Lorsque la granulométrie du couscous diminue, le gain de poids augmente. Alors nos résultats confirment les résultats des auteurs.



Figure 22: Indice de gonflement des différents types de couscous sec après 30 minutes.

En analysant la figure 22, nous pouvons classer nos échantillons selon l'ordre décroissant suivant : le couscous fin de AMOR BENAMOR en premier lieu, puis le couscous fin de LA ROSE BLANCHE et le couscous moyen de AMOR BENAMOR et en dernier lieu, le couscous moyen de LA ROSE BLANCHE.

2.4 Colorimétrie

2.4.1 Indice de clarté (I^*)

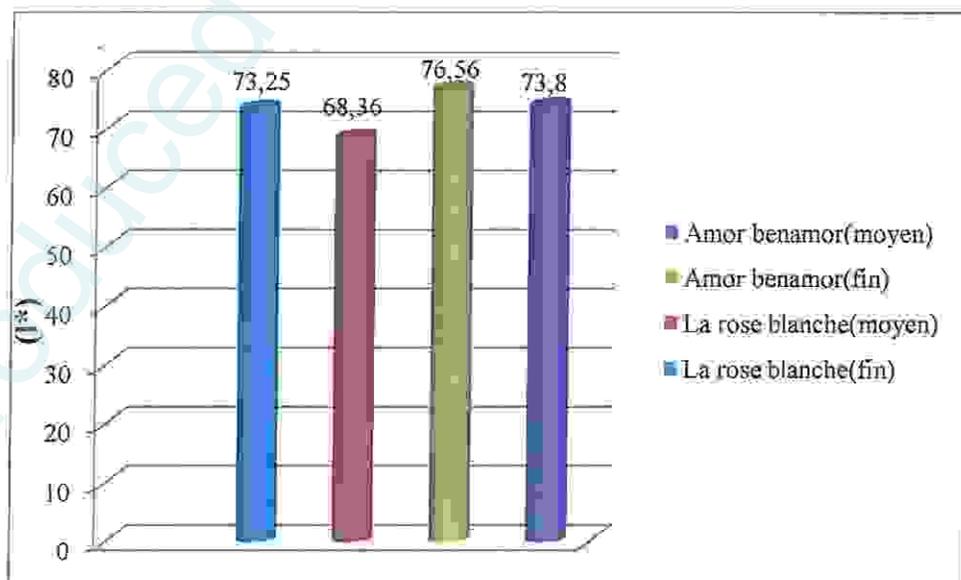


Figure 23: Indice de clarté (I^*) des différents échantillons de couscous sec

Selon Guezlane *et al.* (1986); Debbouz et Donnelly (1996), l'indice de clarté de couscous industriel ($I^* = 68,9$). Nos résultats ne confirment pas ceux de Guezlane *et al.* (1986); Debbouz et Donnelly (1996) concernant le couscous industriel dont nos indice de clarté est plus élevé à celui mentionné par les auteurs. En revanche, il concorde avec ceux de couscous moyen de LA ROSE BLANCHE (68,36).

D'après l'analyse de la figure 23, nous constatons que l'indice de clarté de couscous fins est supérieur à celui de couscous moyens de même produit. D'autre part, cet indice chez les deux échantillons de couscous de LA ROSE BLANCHE est inférieur à celui de couscous de AMOR BENAMOR.

La figure 23 fait ressortir un indice de clarté diffère de produit à l'autre. Alors, les échantillons de couscous étudiés peuvent être classés par ordre décroissant concernant ce paramètre de qualité comme suit: couscous fin de AMOR BENAMOR (76,59), couscous moyen de AMOR BENAMOR (73,8); couscous fin de LA ROSE BLANCHE (73,25) et enfin couscous moyen de LA ROSE BLANCHE (68,36).

2.4.2 Indice de brun (a^*)

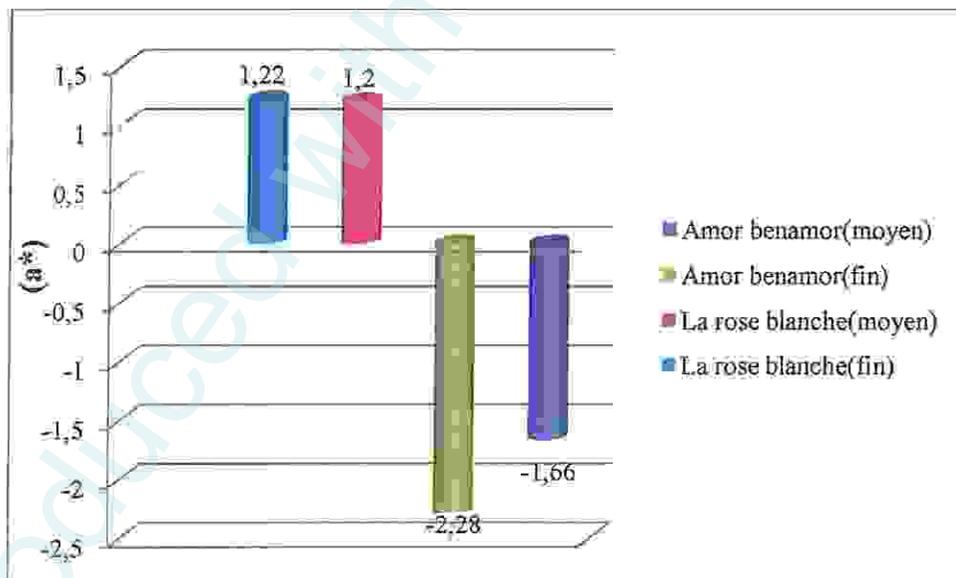


Figure 24: Indice de brun (a^*) des différents échantillons de couscous sec

Selon Guezlane, (1993); Debbouz *et al.* (1994); Debbouz et Donnelly, (1996), l'indice de brun (a^*) de couscous industriel est compris entre 0 à 4. Nous constatons que les résultats du couscous de AMOR BENAMOR ne confirment pas ceux de Guezlane, (1993); Debbouz *et al.*; Debbouz et Donnelly (1996) à l'inverse des échantillons de LA ROSE BLANCHE qui concordent avec ceux de ces auteurs.

D'après l'analyse de la figure 24, nous constatons que l'indice de brun de couscous fin de LA ROSE BLANCHE est légèrement supérieur à celui de couscous moyen du même produit, et l'inverse pour les produits de AMOR BENAMOR où leur couscous fin présente l'indice de brun le plus bas.

D'autre part, nous notons que l'indice de brun de couscous fin de LA ROSE BLANCHE est plus élevé à celui de couscous fin de AMOR BENAMOR. Ainsi, cet indice chez le couscous moyen de LA ROSE BLANCHE est élevé à celui chez son homologue de AMOR BENAMOR.

Les échantillons de couscous étudiés peuvent être classés par ordre décroissant concernant ce paramètre comme suit : couscous fin de LA ROSE BLANCHE (1,22), couscous moyen de LA ROSE BLANCHE (1,20), couscous moyen de AMOR BENAMOR (-1,66), et enfin couscous fin de AMOR BENAMOR (-2,28).

2.4.3 Indice de jaune (b*)

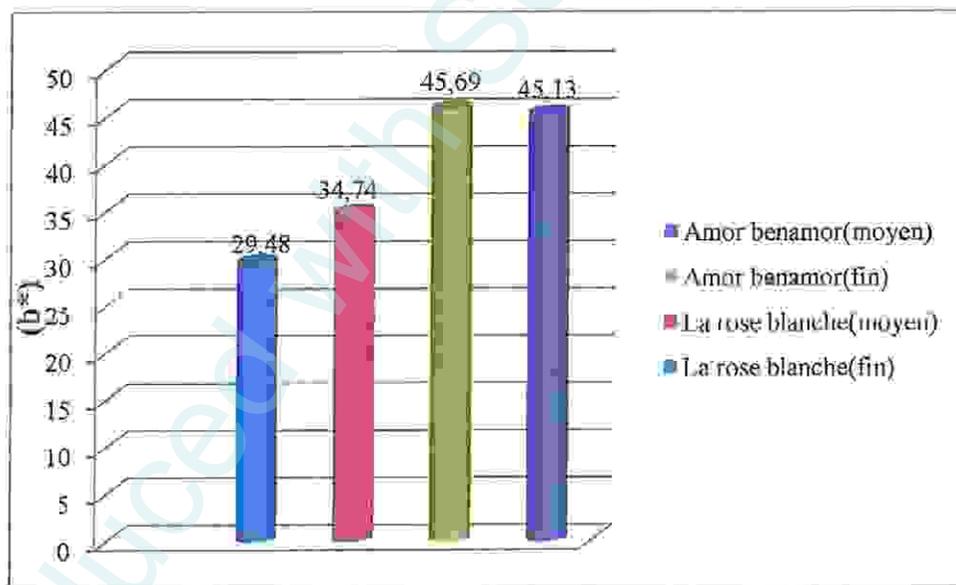


Figure 25: Indice de jaune (b*) des différents échantillons de couscous sec

Selon Guezlane *et al.* (1986), Debbouz et Donnelly (1996), l'indice de jaune (b*) de couscous industriel est de l'ordre de 27,1. Alors, notre résultat ne confirme pas celui de ces auteurs, il est plus élevé à celui mentionné par les auteurs.

Par ailleurs, selon Guezlane (1993) et Debbouz *et al.* (1994), l'indice de jaune chez le couscous est compris entre 27 et 45 ce qui concorde avec nos résultats.

D'après l'analyse de la figure 25, nous soulignons que l'indice de jaune de couscous fin de LA ROSE BLANCHE est inférieur à celui de couscous moyen. Mais, pour les produits de AMOR BENAMOR, ils sont légèrement identiques.

D'autre part, la comparaison entre nos échantillons montre que l'indice de jaune de produit de AMOR BENAMOR est plus élevé à celui de LA ROSE BLANCHE pour les deux types de couscous (fin et moyen).

Les échantillons de couscous étudiés peuvent être classés par ordre décroissant concernant cet indice comme suit : couscous fin de AMOR BENAMOR (45,69), couscous moyen de AMOR BENAMOR (45,13), couscous moyen de LA ROSE BLANCHE (34,74); couscous fin de LA ROSE BLANCHE (29,48).

3. Appréciation de la qualité culinaire de couscous

- Analyse sensorielles

Tableau 11: Résultats des analyses sensorielles de couscous cuits

Observation Type de couscous	Aspect (couleur)	Goût	Texture (collant)
Couscous fin (ROSE BLANCHE)	normale	satisfaisant	Pas totalement détaché.
Couscous moyen (ROSE BLANCHE)	normale	satisfaisant	Pas totalement détaché
Couscous fin (AMOR BENAMOR)	satisfaisant	Très satisfaisant	Non collés
Couscous moyen (AMOR BENAMOR)	satisfaisant	Très satisfaisant	Non collés

D'après le tableau 11, nous remarquons que l'aspect, le goût et la texture de nos échantillons cuits fins sont identiques à ceux des échantillons cuits moyens du même produit. Par ailleurs, la comparaison entre le couscous de AMOR BENAMOR et de LA ROSE BLANCHE, révèle que l'aspect de couscous de AMOR BENAMOR est satisfaisant à celui de couscous de LA ROSE BLANCHE qui est normal. D'autre part, nous constatons que le goût de couscous de AMOR BENAMOR est très satisfaisant à celui de couscous de LA ROSE BLANCHE.

En ce qui concerne la texture (collant), nous marquons que le couscous de LA ROSE BLANCHE (fin et moyen) est pas totalement détaché, contrairement au couscous de AMOR BENAMOR qui est bien individualisé (non collé) (tableau 11).

Produced with ScanTOPDF

CONCLUSION
ET
PERSPECTIVES

Produced with Scantopdf

Conclusion

Notre travail a pour objectif principal d'étudier la qualité technologique de deux produits de couscous industriels à partir de quatre échantillons différents.

Les analyses physico-chimiques montrent qu'il n'y a pas de différences considérables entre nos échantillons sauf chez le couscous fin de LA ROSE BLANCHE qui possède le taux le plus élevé 12,7 %.

Sur le plan technologique, les résultats obtenus montrent que la masse volumique de produit de AMOR BENAMOR est supérieure à celle de produit de LA ROSE BLANCHE.

Une différence notable au l'indice de gonflement de nos échantillons est enregistrée dont IG de couscous fin de AMOR BENAMOR 172,4 % ; moyen de AMOR BENAMOR 147,04 % ; fin de LA ROSE BLANCHE est 151,04 % et moyen de LA ROSE BLANCHE 139,04 %.

Une nette augmentation est notée dans l'indice de jaune dont le produit de AMOR BENAMOR possède la valeur la plus élevée pour les deux types. Donc, ils devancent leurs homologues de LA ROSE BLANCHE.

Concernant les résultats technologiques, nous avons constaté des différences au niveau de l'homogénéité granulométrique dont le produit fin est moins homogène par rapport au produit moyen.

La qualité culinaire de couscous met en évidence des différences au collant, au goût et à la couleur des produits.

Le test d'acceptabilité semble confirmer les données physico-chimiques et technologiques. Considérant l'ensemble des données, il semble que les caractéristiques exigées d'un bon couscous sont directement liées à la qualité physico-chimique et technologique. Cette qualité doit avoir une granulométrie homogène, une couleur jaune ambrée, une saveur agréable avec absence des particules collées.

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

- ✓ Comparaison de plusieurs produits
- ✓ Faire des autres tests technologiques
- ✓ Etudier le mécanisme d'agglomération de couscous
- ✓ Etudier l'influence de matière première sur la qualité de couscous
- ✓ Etudier l'influence des paramètres opérationnels sur la qualité de couscous industriel.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Produced with Scantopdf

Références bibliographiques

- 1- **Abecassis J., 1991.** La mouture de blé dur .In « les industries de première transformation des céréales » **Godon B., Willum M.C.** Tec et Doc. Lavoisier. France.
- 2- **Abecassis J., Chvalier F., Aitmouh O., Matenci O., Faure J. et Feillet P., 1986.** Amélioration de la qualité des pâtes alimentaires par traitement thermique des produits secs. Industrie des céréales. P : 13-17.
- 3- **Abecassis J., Boggini G., Cup B. and Namoune H., 2012.** Other traditional durum derived products. In: Durum wheat: Chemistry and technologie. Coordonateurs: Sissions M.J., Carcea M., Marchylo M. and Abecassis J. Second ed. AACCC international, in press.
- 4- **Adrian J., Potus J. et Regine., 1995.** La science alimentaire de A à Z ,2^{ème} édition. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 477 pages.
- 5- **Alias C. et Linden G., 1997.** Abrégé de biochimie alimentaire.4^{ème} édition. Ed. MASSON. Paris. France. 248 pages.
- 6- **Angar O. et Belhouchet L., 2002.** Granulométrie du couscous : relation avec quelques paramètres de fabrication et la qualité culinaire. Mémoire d'ingénieur. DNATAA, Université Mentouri Constantine. 53 pages.
- 7- **Anonyme, 1991.** Codex Alimentaires Standard 178. Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur. Edition: FAO/OMS. P: 1 – 4.
- 8- **Anonyme, 1996.** Méthode d'analyse. CACOE. 64 pages
- 9- **Anonyme, 2001.** La mesure de qualité du couscous, Agro Ligne, vol. 16. P: 32-35.
- 10- **Anonyme, 2001.** Contrôle de qualité des céréales et des protéagineux. I.T.C. F. France. 208 pages.
- 11- **Anonyme, 2010.** Groupe BENAMOR. Entreprise de l'industrie alimentaire : céréales et dérivés. El-Fedjoudj. Guelma.
- 12- **Anonyme, 2012.** Etude de positionnement stratégique de la branche « pâtes alimentaires et couscous ». Cahier du C.E.P.I. N° 23.
- 13- **Apfelbaum A., Pertmuler L., Forat G., Begon M. et Nillus P., 1981.** Dictionnaire pratique de diététique et de nutrition. Ed. MASSON. Paris.
- 14- **Babès L., 1996.** « Le couscous comme don et sacrifice ». Revue de Mauss : L'obligation de donner- La découverte sociologique capitale de Marcel Mauss. P : 267-276.
- 15- **Bahchachi N., 2002.** Incorporation du gluten de maïs dans la fabrication de deux produits céréaliers traditionnels : trida et couscous. Thèse de Magister. DNATAA. Université Mentouri de Constantine. 134 pages.

- 16- **Bakeche C., 1994.** Etude de la chaîne de fabrication du couscous industriel. Rapport de DEUA. INATAA. Université de constantine. 23 pages.
- 17- **Bar C., 1995.** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique. ITCF. Paris. 253 pages.
- 18- **Beji-Becheur A., 1995.** Couscous connexion : l'histoire d'un plat migrant. Université Paris.
- 19- **Benatallah L., Agli A. and Zidoune M.N., 2008.** Gluten-free couscous preparation: traditional diagram description and technological feasibility for three rice leguminous supplemented formulae. Journal of Food, Agriculture and Environment. Vol. 6. P: 105-112.
- 20- **Benbelkacem., Saldi F. et Brini L., 1995.** La recherche pour la qualité des blés en Algérie. pp : 61-62. In « Durum wheat quality in the Méditerranéen région ; option Méditerranéen » Difonzo N., Kaan F., Nacet M , série A : Séminaire ZARAGOZA, 17-19 novembre, 1993. N°22. SIHEAM .ICARDA .CIMMYT .ZARAGOZA. 284 pages.
- 21- **Benlachehab R., 2008.** Scores lipidiques de certains plats traditionnels consommés Constantine. Thèse de Magister. INATAA. Université de constantine. 175 pages.
- 22- **Berot S. et Godon B., 1991.** Le craquage des grains. pp : 23-78. In « Biotransformation des produits céréaliers ». Tec et doc. Lavoisier. France.
- 23- **Bornet F., 1992.** Le pain et les produits céréaliers. pp : 925-936. In « alimentation et nutrition humaine » par Dupin, Cuq L., Maleiak, Mc, Leynaud R. et Berthiera M. EdE.S.F.Paris. 1533 page.
- 24- **Boucheham N., 2009.** Aptitude technologique de trois formules à base de riz pour la fabrication de couscous sans gluten. Thèse de Magister. INATAA. Université de constantine. 103 pages.
- 25- **Boudreau A., 1992.** le grain de blé. pp : 25-49. In « le blé, Eléments fondamentaux et transformation ». Coordinateurs : Boudreau A., Menard G. et Tipples K.H. Ed. Les presses de l'université. Laval. Canada. 439 pages.
- 26- **Boudreau A., Matsuo R. et Laing W., 1992.** L'industrie des pâtes alimentaires. pp : 193-223. In « Le blé : Eléments fondamentaux et transformation ». Coordonateurs : Boudreau A. et Menard G., Ed. Les presses de l'Université Laval. Canada. 439 pages.
- 27- **Calvel R., 1984.** La boulangerie moderne. Ed. Eyralles. Paris. France. 460 pages.
- 28- **Chaker S., 1995.** Linguistique berbère. Etudes de syntaxe et de diachronie. Paris/Louvain, Peeters
- 29- **Cheftal J.C., Cuq J.L. et Lorrient D., 1985.** Protéines alimentaires, biochimie-propriétés fonctionnelles-valeur nutritionnelle-modification chimiques. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 309 pages.

- 30- **Cheftal J.C. et Cheftal H., 1984.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Tec. et Doc. Lavoisier. Vol. 1. Paris. 281 pages.
- 31- **Codex alimentaire.** Norme codex 202-1995. Norme codex pour le couscous. P : 1-3.
- 32- **Dacosta Y., 1986.** Le gluten de blé et ses applications. Ed : APRIA. Paris. France. 129 pages.
- 33- **Dagher S.M., 1991.** Traditional food in the Near East, FAO, food and nutrition paper 50, Rome, 161 pages.
- 34- **Dahoun-Lefkir S., 2005.** Influence des conditions de l'hydratation sur la qualité technologique du couscous. Mémoire Magister. INA, El-Harrach, Alger. 100 pages.
- 35- **Debbouz A. and Donnelly B.J., 1996.** Process effect on couscous quality. Engineering and processing. Cereal chem. Vol. 73. P: 668-671.
- 36- **Debbouz A., 1992.** Influence of raw material and processing on couscous quality. PhD thesis. North Dakota State University, Fargo.
- 37- **Debbouz A., Dick, J.W., and Donnelly, B.J., 1994.** Influence of raw material on couscous quality. Cereal Foods World. Vol. 39. P : 231-236.
- 38- **Derouiche M., 2003.** Couscous : enquête de consommation à Constantine, fabrication artisanale et qualité Mémoire de Magister. Université Mentouri Constantine, Algérie. 125 pages.
- 39- **Elias E.M., 1995.** Durum wheat products. pp 23-30. In « Durum wheat quality in the mediterranean region, option Méditerranéenne » Difonzo N., Kaan F., Nachit M. série A : séminaires méditerranéenne, Zaragoza 17-19 Novembre 1993. N°22. CIHEAM. ICARDA.CIMMYT. ZARAGOZA. 284 pages.
- 40- **FAO., 1996.** Codex Alimentaire : Céréales, légumineuses, produits dérivés et produits végétales. FAO. Vol. 7. 2^{ème} édition. Rome. 164 pages.
- 41- **Feillet P., 1986.** Industrie des pâtes alimentaires : technologies de fabrication, qualité des produits finis et des matières première. Ind. Alim. Agric. P : 979-990.
- 42- **Feillet P., 2000.** Le grain de blé, composition et utilisation. INRA. Paris. 308 pages.
- 43- **Galiba M., Waniska R.D., Rooney L.W. and Miller F.R., 1988.** Couscous quality of sorghum with different kernel characteristics. Cereal Science. Vol. 7. P: 183-193.
- 44- **Gobert E. G., 1940.** Usage et rites alimentaires des tunisiens : leur aspect domestique, physiologique et social. Archive de l'institut Pasteur. Tunis. T 29. P : 475-589.
- 45- **Godon B., 1991.** Composition biochimique des céréales, pp: 77-94. In « les industries de première transformation des céréales ». Godon B. et Will M.C. Tec et Doc. Lavoisier. Paris. 221 pages.

- 46- Godon B. et Willum C., 1991. Les industries de première transformation des céréales. Ed. Tec et Doc. Lavoisier. Paris.
- 47- Guezlane L., Selselat-Attou G. et Senator A., 1986. Etude comparée du couscous de fabrication industrielle et artisanale. Industrie des Céréales. Vol. 43. P : 25-29.
- 48- Guezlane L. et Abecassis J., 1991. Méthodes d'appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur. Industrie Alimentaire et Agricole, Vol. 11. P : 966-971.
- 49- Guezlane L., 1993. Mise au point de méthodes de caractérisation et étude des modifications physico-chimiques sous l'effet des traitements hydrothermiques en vue d'optimiser la qualité du couscous de blé dur. Thèse de Doctorat d'Etat. INA. El Harrach. Algérie. 89 pages.
- 50- Guezlane L. et Senator A., 1986. Etude physico-chimique et technologique de deux types de couscous (artisanal et industriel). Annales de l' institut national agronomique. Alger. P : 47-62.
- 51- Guinet R. et Godon B., 1994. La panification française. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris. France. 552 pages.
- 52- Hebrard A., 2002. Granulation de semoules de blé dur. PhD thesis, ENSA Montpellier.
- 53- Hebrard, D., Oulahna, L., Galet, L., Cuq, B., Abecassis, J., and Fages, J., 2003. Hydration properties of durum semolina: influence of particle size and temperature. Powder Technology, Vol. 130. P: 211-218.
- 54- Hubert A., 1995. « Destins transculturels », Milles et une bouches. Cuisines et identités culturelles. Autrement, Paris
- 55- Kaup S.M. and Walker C.E., 1986. Couscous in North Africa. Cereal Foods World. Vol. 31. P: 179-182.
- 56- Kiger J.L. et Kiger J.G., 1967. Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Tome I, Dunod, Paris, 676 pages.
- 57- Marchylo B.A. and Dexter J.E., 2001. Pasta production. In «Cereal processing technology». woodhead publishing Ltd.
- 58- Meintjes G., 2004. The use of HPLC for quality prediction of South African wheat cultivar. Thesis of Magister. Department of Plant sciences. University of the Free State. Bloemfontein. 295 pages.
- 59- Mohamad Saad M., Barkouti A., Rondet E., Ruiz T. et Cuq B., 2010. Réactivité et mécanisme d'agglomération de la semoule de blé dur : description de la croissance et de la texture des agglomérats. Industrie de céréales. N° 169. P : 30-31.

- 60-**Moreau J., Ardry R., 1942.** Un aliment nord africain : le couscous, composition, fabrication, préparation. Archive de l'institut Pasteur. Tunis. T 31. P : 302-310.
- 61-**Morison W.R., 1978.** Wheat lipid composition. In «cereal chemistry 55». N°5. 549 pages.
- 62-**Namoune H., 1981.** Influence du taux d'extraction sur la composition biochimique des semoules et la qualité des pâtes alimentaires de deux variétés de blé algériennes. Mémoire d'ingénieur agronome. INA. Alger. 79 pages.
- 63-**Namoune H., 1996.** Panification de blé dur : mise au point d'un test de panification et aspects variétaux, génétiques, histologiques et technologique. Thèse de doctorat d'état INATAA. Université Mentouri. Constantine. Algérie. 269 pages.
- 64-**Othmani M.Z., 2006.** Pâtes alimentaires traditionnelles Algériennes : Diagramme de fabrication et de préparation, caractérisation et qualité culinaire. Mémoire d'ingénieur. INATAA. Université Mentouri. Constantine. Algérie. 93 pages.
- 65-**Oulebsir R., 2005.** Art culinaire : Couscous et galettes de Kabylie. [en ligne] (Consulté le : 13-03-2006). Reportage de 30 Mai 2005. N° 906. Ed. Depeche de Kabylie.
- 66-**Ounane G. et Autran J. C., 2001.** Essai de fabrication de pâtes alimentaire supplémentées par de la farine, isolat et concentration protéique de pois chiche : caractéristique physico-chimique. Annales de l'institut national agronomique. Alger. Vol. 22. N°1 et 2. P: 127.
- 67-**Ounane G., Cuq B., Abecassis J., Yesli A. and Ounane S.M., 2006.** Effects of physicochemical characteristics and lipid distribution in Algerian durum wheat semolina are on the technological quality of couscous. Cereal chem. Vol. 83. P: 377-384.
- 68-**Pomeranz Y., 1989.** Wheat is unique structure composition. Processing and use properties and products. Ed. AACC. USA.
- 69-**Pons M.N., Vivier H., Belaroui K., Bernard-Michel B., Cordier F., Oulhana D. and Dodds J.A., 1999.** Particle morphology: from visualization to measurement. Powder Technology. Vol. 103. P: 44-57.
- 70-**Procedon E., 1995.** La qualité de blé dur dans les pays méditerranéens. Ed. DIFONZON, N, NACHIT, D ET ZARAGOZA, A. Espagne. 284 pages.
- 71-**Vierling E., 1999.** Aliment et boisson. Filières et produits. Centre Régional de Documentation pédagogique d'Aquitain. Doïn. Canada. 257 pages.
- 72-**Yettou N., Aït Kaci M., Guezlane L. et Aït-Amar H., 1997.** Détermination des caractéristiques viscoélastiques du couscous cuit au moyen du viscoélastographe Chopin. Industrie Alimentaire et Agricole. Vol. 12. P : 844-847.

73- Yousfi L., 2002. Influence des conditions de fabrication et des modes de préparation sur la qualité du couscous industriel et artisanal. Thèse de magister. INATAA. Université Mentouri. Constantine. Algérie. 140 pages.

Les sites web :

[1] http://www.duretz.net/technologie_boulangere/les-matieres-premieres/le-ble/ (consulté 04/04/2012).

[2] <http://www.ecoliers-berberes.info/couscous.htm> (consulté le 20/04/2012)

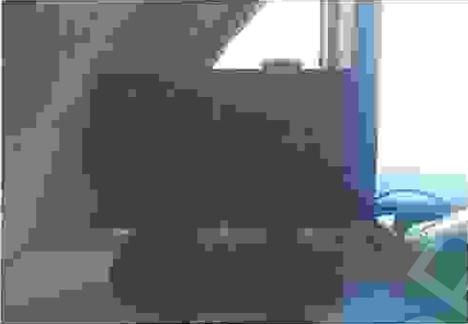
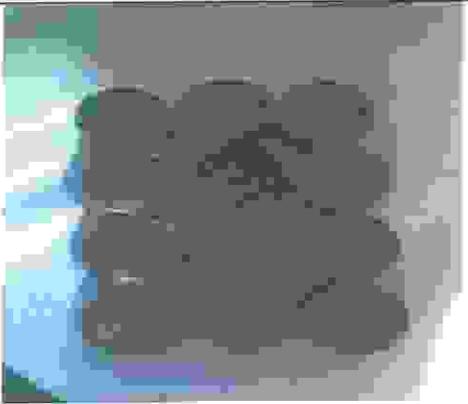
[3] http://www.clextral.com/images/upload/gab_download/pdf_couscous_ok_bd_6.pdf (consulté le 20/04/2012)

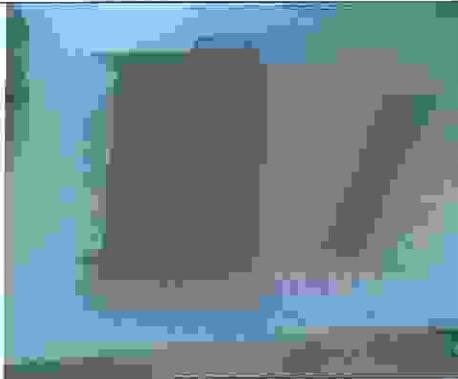
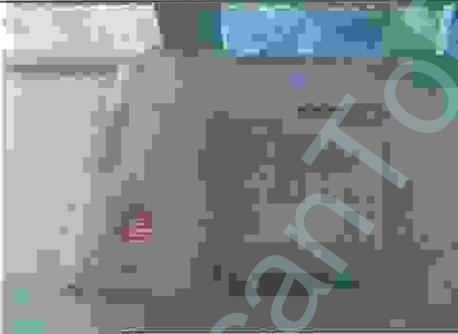
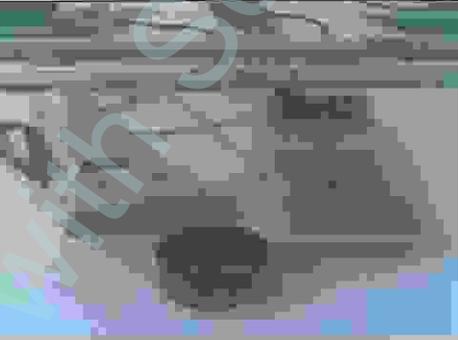
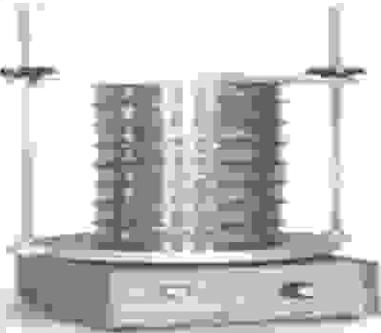
Produced with ScanTopDF

ANNEXES

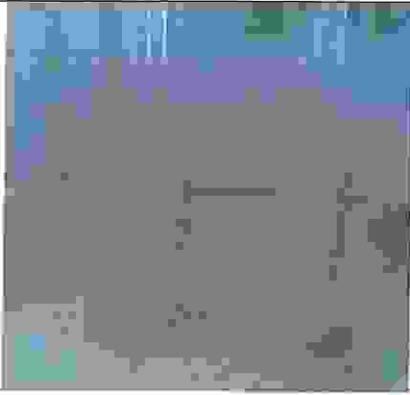
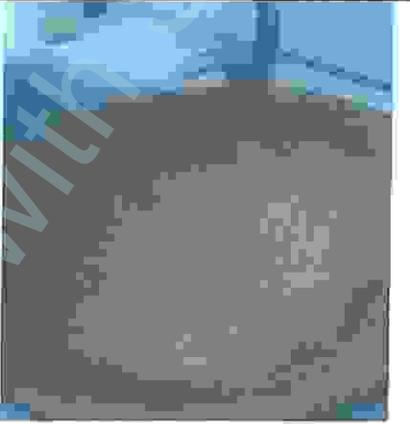
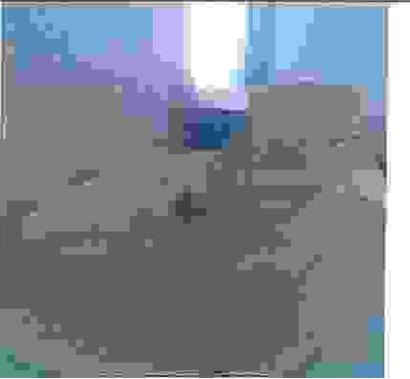
Produced with Scantopdf

Annexes

Matériel	Photo	Paramètres de qualité
Etuve EM10		Taux d'humidité
Dessiccateur		Taux d'humidité
Balance analytique SARTORIUS		Taux d'humidité
Coupelles		Taux d'humidité

<p>Porte coupelles</p>		<p>Taux d'humidité</p>
<p>Humidimètre</p>		<p>Taux d'humidité</p>
<p>Spectrocolorimètre</p>		<p>Couleur</p>
<p>Tamiseur</p>		<p>Granulométrie</p>

Produced with Scantopdf

Éprouvettes		Indice de gonflement
Couscoussier		Test de cuisson
Gessâu		Test de cuisson
Broyeur		Taux d'humidité

Eprouvette		Masse volumique
------------	------------------------------------------------------------------------------------	-----------------

Produced with ScanTOPDF

AVANT-PROJET DU CODEX POUR LE COUSCOUS FABRIQUE

INDUSTRIELLEMENT « 28 » (à l'étape 5/8)

La présente norme se limite aux dispositions essentielles en matière de santé publique, de sécurité des aliments et de protection des consommateurs, pour lesquelles on peut supposer que les gouvernements vont adopter une réglementation. L'Appendice de la norme contient des dispositions relatives à la qualité et à la composition qui ont fait l'objet d'un accord international et qui sont vivement recommandées aux négociants comme base éventuelle des contrats d'achat et de vente.

L'Appendice ne fait toutefois pas partie de la norme et l'acceptation de celle-ci par les gouvernements ne suppose pas celle de l'Appendice.

1. Champ d'application

- Le terme "couscous", tel que défini ci-après à la Section 2, signifie couscous fabriqué industriellement.
- La présente norme ne s'applique pas au couscous destiné au même emploi mais fabriqué à partir de céréales autres que le blé dur.

2. Description

La présente norme s'applique au couscous, c'est-à-dire le produit fabriqué à partir de la semoule de blé dur (*Triticum durum*) dont les éléments ont été agglomérés par adjonction d'eau potable et ayant subi un traitement physique (cuisson et séchage, par exemple).

3. Facteurs essentiels de composition et de qualité

3.1 Facteurs de qualité - Critères généraux

- Le couscous fabriqué industriellement doit être sain et propre à la consommation humaine.
- Le couscous fabriqué industriellement doit être exempt d'odeurs et de goûts anormaux ainsi que d'insectes vivants.
- Le couscous fabriqué industriellement doit être exempt de souillures (impuretés d'origine animale, y compris les insectes morts) en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé humaine.

3.2 Facteurs de qualité - Critères spécifiques

3.2.1 La teneur en eau :

La teneur en eau du couscous fabriqué industriellement ne doit pas dépasser 13,5%.

4. Contaminants

4.1 Métaux lourds

Le couscous fabriqué industriellement doit être exempt de métaux lourds en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé.

4.2 Résidus de pesticides

Le couscous fabriqué industriellement doit être conforme aux limites maximales de résidus fixées par le Comité du Codex sur les résidus de pesticides pour cette denrée.

4.3 Mycotoxines

Le couscous fabriqué industriellement doit être conforme aux limites maximales de mycotoxines fixées par le Comité du Codex sur les additifs alimentaires et les contaminants pour cette denrée.

5. Hygiène

Il est recommandé que le produit visé par les provisions de la présente norme soit préparé et manipulé conformément aux sections applicables du Code d'usages international recommandé - Principes généraux d'hygiène alimentaire (CAC/RCP 1 -1969, Rév. 2-1985) et des autres Codes d'usages recommandés par la Commission du Codex Alimentaires applicables à ce produit.

- Dans la mesure où le permettent les bonnes pratiques de fabrication, le produit doit être exempt de matières indésirables.
- Lorsqu'il est soumis à des méthodes appropriées d'échantillonnage et d'examen, le produit doit être:
 - Exempt de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé;
 - Exempt de parasites susceptibles de présenter un risque pour la santé;
 - Exempt de substances provenant de microorganismes en quantités susceptibles de présenter un risque pour la santé.

6. Conditionnement

- ❖ Le couscous doit être emballé dans des conteneurs préservant les qualités hygiéniques, nutritionnelles, technologiques et organoleptiques du produit.
- ❖ Les conteneurs, y compris les matériaux d'emballage, doivent être fabriqués avec des matériaux sans danger et convenant à l'usage auquel ils sont destinés. Ils ne doivent transmettre au produit aucune substance toxique, ni aucune odeur ou saveur indésirable.

- ❖ Lorsque le produit est emballé dans des sacs, ceux-ci doivent être propres, robustes et solidement cousus ou scellés.

7. Etiquetage

Outre les dispositions de la Norme générale Codex pour l'étiquetage des denrées alimentaires préemballées (CODEX STAN 1-1985 (Rév. 1 1991) Codex Alimentaires Volume 1), les dispositions spécifiques ci-après sont applicables:

7.1 Nom du produit

a- Le nom du produit déclaré sur l'étiquette doit être "couscous préparé industriellement".

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

8. Méthodes d'analyse et d'échantillonnage

ISO 2170-1980 - Céréales et légumes secs. Echantillonnage des produits de mouture.

❖ Teneur en eau

ISO 712-1985. Céréales et produits céréaliers. Détermination de la teneur en eau (Méthode de référence de routine) (Méthode de Type I: Four à air).

Appendice

Les dispositions du présent Appendice ne sont pas considérées comme essentielles pour la protection de la santé ou de la sécurité des consommateurs. Elles ont donc un caractère facultatif et correspondent aux facteurs et critères de qualité habituellement pris en compte dans le commerce pour définir ou décrire la qualité du produit acheté. Il revient à chaque négociant de déterminer de manière indépendante ses exigences en matière de qualité du produit. Ces directives doivent permettre d'aider les utilisateurs des normes Codex lorsqu'ils procèdent à des achats au plan international et ne sont pas assujetties à l'acceptation officielle par les utilisateurs de la norme.

Dans le cas où l'on indique plus d'une limite d'un facteur et/ou plus d'une méthode d'analyse, il est vivement recommandé de spécifier la limite appropriée et la méthode d'analyse.

Facteur/description	limite	Méthode d'analyse
PIGMENTS CAROTENOIDES	Préférence de l'acheteur	Pas de méthode définie
DESAGGLOMERATION	Préférence de l'acheteur	Pas de méthode définie
PROPORTIONS DE SEMOULE - Semoule fine - Semoule à gros grains	PLAGE: 20 à 30 % PLAGE: 70 à 80 %	Pas de méthode définie
SEMOULE GROSSE/MOYENNE - Semoule à gros grains - Semoule à grains moyens	PLAGE: 25 à 30 % PLAGE: 70 à 75 %	Pas de méthode définie
GRANULOMETRIE	PLAGE: de 920 à 960 microns	Reste à déterminer
ACIDITE CENDRE	MAX: 50 mg H ₂ SO ₄ pour 100 g MAX: 1,1 %	ISO 7305 (1986). Produits de mouture des céréales. Détermination de l'acidité grasse ISO 2171 (1980) Céréales, légumes secs et produits dérivés. Détermination de la teneur en cendre
ADDITIFS ALIMENTAIRES	Conforme à la législation nationale du pays où le produit est vendu	Pas de méthode définie
GLUTEN SEC	Préférence de l'acheteur	ISO 6645(1981) Détermination de la teneur en gluten sec dans la farine de blé

ملخص

خلال هذا العمل قمنا بدراسة الجودة التكنولوجية للكسكس الصناعي، لتحقيق هذا الهدف أجرينا تحاليلاً فيزيائية (الرطوبة)، وتكنولوجية (الكتلة الحجمية ، مؤشر الانتفاخ، حجم الجسيمات، وقياس الألوان) والحسية (المظهر والطعم والملمس) على أربع عينات من الكسكس الصناعي مختلفة العلامات (عمر بن عمر، الوردة البيضاء) والأنواع (الرقيقة والمتوسطة).

هذه الدراسة بينت أنه لا يوجد فرق كبير بين عيناتنا من حيث محتوى الرطوبة باستثناء كسكس الوردة البيضاء الذي لديه أعلى نسبة (12,72%) ومن الناحية التكنولوجية، فإن النتائج التي تم الحصول عليها تظهر أن الكسكس الرقيق أقل تجانس من الكسكس المتوسط، والكتلة الحجمية لمنتج عمر بن عمر أكبر منها عند الوردة البيضاء، واختلاف ملحوظ في مؤشر الانتفاخ لدى عيناتنا حيث أن الكسكس الرقيق عمر بن عمر لديه قدرة كبيرة على امتصاص الماء (172,4) . أما فيما يتعلق باللون، فإن منتج عمر بن عمر يظهر أكثر صفرة بأعلى مؤشر (45,13 - 45,39) ، علاوة على ذلك أظهرت اختبارات الطهي أن كسكس عمر بن عمر يتفوق على نظيره الوردة البيضاء فيما يتعلق باللون والطعم والالتصاق.

الكلمات الدالة: الكسكس ، اللون ، الانتفاخ ، حجم الجسيمات ، النوعية التكنولوجية .

ABSTRACT

The aim of this work is the study of the technological quality of industrial couscous. To achieve this aim, we made physicochemical analyzes (humidity rate), technological analyzes (density, swelling index, particle size and colorimetry) as well as sensory evaluations (aspect, taste and texture). These analyzes has been carried out on four (04) industrial couscous samples of different brands (AMOR BENAMOR and LA ROSE BLANCHE) and of different types (fine and medium).

This study shows that there is not too much difference between our samples concerning moisture content except the fine couscous of LA ROSE BLANCHE which has the highest rate (12,72%). Technologically speaking, the results show that fine couscous is less homogeneous compared with medium couscous, and the density of AMOR BENAMOR product is higher than that of LA ROSE BLANCHE product. A difference is noted in the swelling index of our samples which the fine couscous of AMOR BENAMOR has shown the great capacity of water absorption (172,4 %). Concerning the color, the product of AMOR BENAMOR appears more yellow with higher yellow index (45,13 to 45,39). Moreover, the culinary tests show that the couscous AMOR BENAMOR overtakes its counterparts in LA ROSE BLANCHE concerning the color, taste and texture.

Key-words: couscous, color, swelling, particle size, technological quality.

Produced with

Résumé

Ce travail a été fait en vue d'étudier la qualité technologique de couscous industriel. Pour atteindre cet objectif, nous avons réalisé des analyses physico-chimiques (taux d'humidité), technologiques (masse volumique, indice de gonflement, granulométrie et colorimétrie) et sensorielles (aspect, goût et texture) sur quatre échantillons de couscous industriel de différentes marques (AMOR BENAMOR et LA ROSE BLANCHE) et de différents types (fin et moyen).

Cette étude montre qu'il n'y a pas de grande différence entre nos échantillons concernant la teneur en humidité sauf le couscous fin de LA ROSE BLANCHE qui possède le taux le plus élevé (12,72 %). Sur le plan technologique, les résultats obtenus montrent que les couscous fins sont moins homogènes par rapport aux couscous moyens, et la masse volumique de produit de AMOR BENAMOR est supérieure à celle de produit de LA ROSE BLANCHE. Une différence est notée à l'indice de gonflement de nos échantillons dont le couscous fin d'AMOR BENAMOR présente la grande capacité d'absorption d'eau (172,4). Concernant la coloration, le produit de AMOR BENAMOR apparaît le plus jaune avec des indices de jaune plus élevés (45,13 à 45,39). Par ailleurs, Les tests culinaires montrent que les couscous de AMOR BENAMOR devancent leurs homologues de LA ROSE BLANCHE en ce qui concerne la couleur, le goût et la texture.

Mots clés : Couscous, couleur, gonflement, granulométrie, qualité technologique.

Produced with