

République Algérienne démocratique et populaire
Université Abdelhamid Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de master 2

Thème

Séchage du couscous

Présenté par : M^{lle} ABDELLI Maroua

Déposé le : 06 /07/2021

Devant le jury composé de :

Présidente : Mr. MEJAHED Mustapha

Encadreur : Mr. BENMILOUD Djamel

Examineur : Mr. BENKADA Ahmed

Année universitaire : 2020-2021

Remercîment

Je tiens à remercier toutes les personnes qui nous avons aidée lors de la réalisation de ce mémoire.

Je voudrais dans un premier temps remercier, mon encadreur Mr. BENMILOUD Djamel pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à déclarer alimenter mes réflexions.

Je tiens remercie les membres de jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire ; A Mr. MEJAHED Mustapha d'avoir accepté de présider le jury

A Mr. BENKADA Ahmed d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Sommaire

Table des matières

Introduction	1
Chapitre 01 : Couscous	
I. Etymologie du mot couscous.....	2
II. Définition du couscous.....	2
III. Composition du couscous.....	2
IV. Fabrication industriel du couscous.....	3
V. Qualité du couscous.....	4
V.1 Qualité nutritionnelle	4
V.2 Qualité hygiénique.....	4
V.3 Qualités organoleptiques.....	4
V.3.1 Couleur du couscous	4
V.3.2 Granulométrie des particules	5
V.3.3 Forme des particules	5
V.1 Qualité culinaire	5
V.1.1 Indice de solubilité dans l'eau	6
V.1.2 Temps de l'absorption de l'eau	6
V.1.3 Indice de gonflement.....	6
V.1.4 Indice de prise en masse.....	6
V.1.5 Propriétés de texture	7

Chapitre 02: Séchage

I. Séchage du couscous	7
I.1 Séchage industriel du couscous	7
I.2 Séchage artisanal du couscous	7
I.3 Les limites du séchage traditionnel à l'air libre	7
II. Paramètres fondamentaux du séchage.....	8
III. Pourquoi on possède au séchage du couscous.....	8
IV. Avantages du séchage.....	9
V. Inconvénient du séchage.....	9

Matériels et méthodes

I. Objectif de l'étude	10
II. Lieu et période du travail.....	10
III. Historique de l'entreprise.....	10
IV. Présentation de l'entreprise.....	10
V. Matière première :.....	10
VI. L'eau de fabrication :.....	10
VII. Fabrication du couscous de la ligne AFREM	11
VII.1 Dépôts de semoule	11

VII.2 Mélangeuses	11
VII.3 Rouleur	12
VII.4 Cuiseur	12
VII.5 Emotteur	13
VII.6 Séchoir 1 ou rotante 1	13
VII.7 Séchoir 2 ou rotante 2	13
VII.8 Refroidisseur	14
VII.9 Planchister	14
VIII. Fabrication du couscous de la ligne FAVA.....	16
VIII.1 Dépôt de la semoule.....	16
VIII.2 Centrifugeuse.....	16
VIII.3 Mélangeuse	16
VIII.4 Rouleur	16
VIII.5 Cuiseur	16
VIII.6 Démonteur	17

VIII.7 Cribleur	17
VIII.8 Séchoir 1 ou rotante 1	17
VIII.9 Séchoir 2 ou rotante 2	17
VIII.10 Refroidisseur.....	17
VIII.11 Planchister 1	17
VIII.12 Planchister 2	17
IX. Conditionnement et stockage.....	19
X. Paramètre physico-chimique du couscous.....	19
X.1 Echantillons.....	19
X.2 Analyse de l'humidité par méthode de référence (ISO 712).....	19
X.2.1 Principe	19
X.2.2 Mode opératoire.....	19
X.2.3 Expression des résultats	19
X.3 Analyse de l'humidité par infrarouge	20
X.3.1 Principe	20

Résultats et discussion

I. Caractéristique du couscous sortant de ligne FAVA et AFREM	22
II. Analyse de l'humidité par la méthode de référence (ISO 712).....	22

III. Analyse d'humidité par infrarouge.....	25
Conclusion	25
Références bibliographiques.....	26

Listes des figures

Figure 1 : Micrographes électroniques de balayage (12 x) Des grains de couscous industriel(barre=830µm).....	5
Figure 2 : Passage de la semoule dans la mélangeuse.....	11
Figure 3 : Mélangeuse.....	12
Figure 4 : Rouleur.....	12
Figure 5 : cuiseur.....	13
Figure 6 : Emotteur	13
Figure 7: Séchoir.....	14
Figure 8 : Planchister.....	14
Figure 9 : Ligne de fabrication AFREM	15
Figure 10 : Ligne de fabrication FAVA	18
Figure 11 : Dessiccateur.....	20
Figure 12 : Etuve multicellulaire.....	20
Figure 13 : INFRANIO CHOPIN.....	20

Liste des tableau

Tableau 1 : Composition biochimique de la semoule de blé dur et du couscous industriel moyen.....	3
Tableau 2 : expression des résultats d'humidité par la méthode de référence.....	22
Tableau 3 : Expression des résultats d'analyse par infrarouge.....	23

Introduction

Introduction

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

Selon (**Derouiche 2003**), la consommation de couscous atteint 9.21 kg par an et par habitant à l'Est d'Algérie. De plus, le couscous est mangé au moins une fois par semaine à Constantine (Est d'Algérie) par plus de 50 % de la population (**Benlacheheb, 2008**).

Le couscous n'est pas seulement le "plat national" mais il fait partie de la vie quotidienne de la famille algérienne ; il faut signaler aussi la richesse de cet aliment en amidon ce qui augmente son apport énergétique (354 Kcal/100g), et la présence de certaines protéines nécessaires pour l'organisme.

Par ailleurs cette richesse en amidon et en protéines nécessaires ne constitue pas la cause principale pour la quel le couscous est devenu le plat traditionnelle et le plus consommé en Algérie mais plutôt pour sa conservation pendant une longue durée a l'air sec et à la température ambiante.

Pour bénéficier de cet avantage et permettre une longue conservation du couscous loin des développements des microorganismes, cet aliment doit se débarrassé de la condition la plus favorable à la croissance des microorganismes : l' a_w .

C'est pourquoi nous avons entrepris la présente étude, dont l'objectif général est la mise en évidence des processus de séchage du couscous industriel, le contrôle de ces processus et leurs effets sur la qualité et la conservation du couscous.

Etude

Bibliographique

Chapitre 01

Couscous

I. Etymologie du mot couscous

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

II. Définition du couscous

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 alimentarius 202-1995**).

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

Dans certaines régions on fabrique du couscous avec des glands (Ballout) ; Le couscous artisanal à base de glands a une structure plus homogène, une surface lisse et est plus riche en fibres alimentaires, en cendres et en matière grasse que le couscous à base de blé dur. De plus Sur le plan physique, l'Aw du couscous aux glands est inférieure à celle du couscous à base de blé dur ce qui va augmenter sa durée de vie. (DOUKANI, 2013).

III. Composition du couscous

Le *codex alimentarius* (**norme de codex 202-1995**) indique que la teneur en humidité du couscous ne doit pas dépasser 13,5 %, avec une teneur en cendres au maximum de 1,1 %. La composition biochimique du couscous industriel est semblable à celle de la semoule de blé dur qui est utilisée comme matière première (**Tableau 1**).

Tableau 01 : Composition biochimique de la semoule de blé dur et du couscous industriel moyen (Hebrard, 2002).

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

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

IV. Fabrication industriel du couscous

Le couscous industriel est préparé à partir d'un mélange d'un tiers de grosses semoules (630 à 800 µm) et deux tiers de fines semoules (250 à 630 µm) (Boudreau *et al.*, 1992).

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

- mélange de semoule de blé dur (100 kg), d'eau (30 l) et parfois de sel (0.3-0.5 kg). Cette opération dure environ 15 à 25 min (FEILLET, 2000).
- roulage des particules de semoule pour les agglomérer en grains de dimension variable, habituellement comprise entre 500 et 800µm, parfois plus. Cette opération est réalisée dans des cylindres alvéolés rotatifs (rouleurs) ou de simples plansichters. (FEILLET, 2000).
- cuisson à la vapeur pendant une dizaine de minutes ;
- séchage à 50-70°C pendant quelques heures pour atteindre une humidité finale de 12-14 % ms, suivi d'un refroidissement (FEILLET, 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 couscous industriel, appelé couscous rapide du fait qu'il est considéré comme étant précuit, est obtenu par roulage mécanique, précuisons puis séchage. Il est fabriqué dans des lignes distinctes de celles des pâtes alimentaires (Anonyme, 2004). Industriellement, le couscous peut être produit en mode continu à 500 kilogrammes par heure (**Seiler, 1982**).

V. Qualité du couscous

V.1 Qualité nutritionnelle

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

V.2 Qualité hygiénique

Selon le *codex alimentarius* (norme de *codex 202-1995*), le couscous doit être exempt de microorganismes susceptibles de se développer dans le produit dans des conditions normales d'entreposage et ne doit contenir aucune substance provenant de micro-organismes en quantités pouvant présenter un risque pour la santé.

V.3 Qualités organoleptiques

Selon **Guezlane (1993)**, le couscous de "bonne qualité" est un produit jaune ambré, d'une capacité d'absorption d'eau élevée, ses grains restent individualisés et fermes une fois hydratés. La qualité organoleptique du couscous regroupe la qualité commerciale qui concerne l'aspect du couscous (couleur, granulométrie, forme des particules, etc.) et la qualité culinaire qui représente le comportement des grains du couscous au cours de la cuisson (gonflement, prise en masse, délitescence, fermeté, etc.)..

Les paramètres de la qualité commerciale du couscous sont :

V.3.1 Couleur du couscous

Les grains de couscous sont caractérisés par une couleur jaune-claire (**Guezlane, 1993**). Selon **Lepage et Sims (1968)** cité par **Trono et al. (1999)** ; **Hentschel et al. (2002)** ; **Guarda et**

al. (2004), la couleur jaune des pâtes alimentaires, faites à partir de la semoule de blé dur, est due à la présence de la lutéine de caroténoïdes principalement les xanthophylles.

Ces caractéristiques de couleur sont comprises entre 0-4 pour la teinte rouge (a^*), 27-45 pour la teinte jaune (b^*) et 21-72 pour l'éclat (L^*) (Guezlane, 1993; Debbouz *et al.*, 1994 ; Debbouz et Donnelly, 1996).

V.3.2 Granulométrie des particules

Le *codex alimentarius* (norme de *codex* 202-1995) indique que la granulométrie de couscous doit être comprise entre 630 et 2000 μm .

Le couscous industriel est habituellement vendu sous trois types différents selon la taille de grain (fin, moyen et gros). La description de granulométrie de couscous doit être envisagée par des courbes de distribution de dimension particulaire (Guezlane, 1993) ou par des histogrammes des distributions de densité et des distributions cumulatives (Anonyme, 1998).

V.3.3 Forme des particules

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

Debbouz et Donnelly (1996) ont indiqué que la forme presque sphérique des grains de couscous peut être décrite en utilisant les micrographes électroniques de balayage (Figure 1).

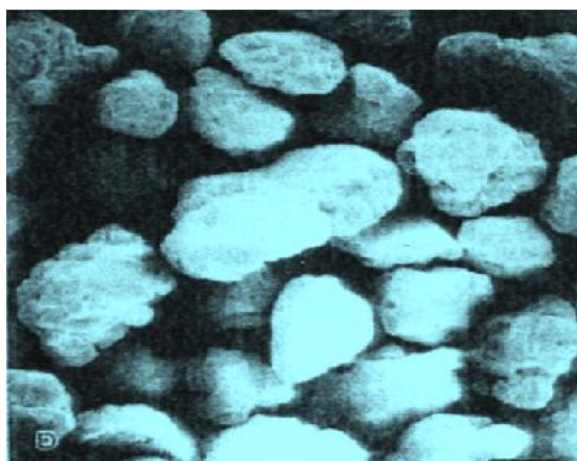


Figure 1 : Micrographes électroniques de balayage (12 x)

Des grains de couscous industriel (barre = 830 μm) (Debbouz et Donnelly, 1996).

V.4 Qualité culinaire

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

V.4.1 Indice de solubilité dans l'eau

Il exprime le degré de la désintégration de couscous pendant l'absorption de l'eau. L'indice de solubilité dans l'eau est mesuré comme quantité des solides qui sont solubilisés pendant l'immersion d'un échantillon de couscous dans un excès d'eau (**Debbouz et al., 1994 ; Ounane et al., 2006**). Selon **Debbouz et Donnelly (1996)**, la quantité de matière soluble dans l'eau est liée avec le collant de couscous. Les valeurs basses de l'indice de solubilité dans l'eau sont indicatives des produits de haute qualité (**Ounane et al., 2006**). Les valeurs de l'indice de solubilité dans l'eau s'étendent entre 4 et 16 %.

V.4.2 Temps de l'absorption de l'eau

Il est évalué en mélangeant le couscous sec et l'eau, et en mesurant le temps requis pour que les grains absorbent complètement l'eau (**Debbouz et al., 1994 ; Debbouz et Donnelly, 1996**).

Debbouz et al. (1994) ont montré que le temps de réhydratation du grain sec de couscous diminue lorsque les dimensions des particules de la semoule sont diminuées, et supposé que les particules fines de semoule se réhydratent plus rapidement que les particules grosses de semoule.

V.4.3 Indice de gonflement

Il correspond à la capacité d'absorption d'eau par les pâtes pendant la cuisson (**Feillet, 1986 ; Yettou et al., 1997**). Il est mesuré par les changements du volume apparent d'un échantillon de couscous une fois immergé dans l'eau froide (à 25°C) ou chaude (à 100°C). Les valeurs élevées du gonflement de couscous sont indicatives d'un produit de haute qualité (**Guezlane et Abecassis 1991 ; Guezlane, 1993 ; Ounane et al., 2006**).

V.4.4 Indice de prise en masse

Il est lié au phénomène d'agglomération des grains de couscous après la réhydratation (**Guezlane, 1993 ; Ounane et al., 2006**), il correspond au pourcentage de prise en masse (collant) de couscous qui forme des gros agglomérats (>3 mm) (**Yettou et al., 1997**). Cet indice peut être évalué par tamisage après hydratation et essorage. Les faibles valeurs de l'indice de prise en masse de couscous sont des indicatives d'un produit de qualité supérieure. **Ounane et al. (2006)** ont trouvé que les valeurs de l'indice de prise en masse (IPMT) sont comprises entre 8,2 – 32,6 % pour différents types de couscous.

V.4.5 Propriétés de texture

Elles concernent la fermeté, le collant et la masticabilité des pâtes après cuisson (**Feillet,1986 ; Yettou *et al.*, 1997**). Les propriétés de texture du couscous cuit peuvent être évaluées avec une méthode de compression classiquement utilisée pour les spaghettis (**Yettou *et al.*, 1997 ; Ounane *et al.*, 2006**). Les propriétés de texture du couscous sont évaluées en se basant sur les paramètres de la fermeté (5,79 à 7,53 mm), d'élasticité (0,3 à 0,8 mm), et de l'indice de visco-élasticité (1,3 à 1,9). Elle est liée aux caractéristiques extérieures des grains de couscous après réhydratation, en utilisant un analyseur de texture selon une méthode qui a été employée pour des pâtes (**Debbouz *et al.*, 1994 ; Debbouz et Donnelly, 1996**). Selon **Ounane *et al.* (2006)**, les faibles valeurs de l'indice de fermeté et de visco-élasticité sont des indicatives d'un produit de qualité supérieure.

Chapitre 02

Séchage

I. Séchage du couscous

Le séchage du couscous se fait immédiatement après les opérations de malaxage et de cuisson. C'est l'opération la plus importante et certainement la plus délicate de la préparation de couscous.

Le séchage est destiné à prolonger la durée de conservation de couscous. Il faut bien le sécher jusqu'à une teneur en eau de 12 % (**Guezlane et al., 1998 b**).

I.1 Séchage industriel du couscous

Le couscous cuit est transféré par un transporteur pneumatique vers le séchoir à tambour perforé dont le passage de couscous à travers le séchoir nécessite 35 minutes dans les conditions de température de 110°C et d'humidité relative de 8 % pour le procédé STORCI et 30 minutes à température de 130°C pour le procédé AFREM. (**MEZROUA Lyamine, 2011**)

I.2 Séchage artisanal du couscous

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.

Le séchage consiste à abaisser le taux d'humidité du couscous (30%) après sa pré-cuisson jusqu'à 12 – 15% en fin de séchage, de manière à stabiliser le produit finis et à lui assurer une meilleure conservation, le couscous est étalé sur un linge propre, à la température ambiante et à l'abri des poussières pendant 2 à 3 jours.

En générale, la durée de séchage est en fonction de la température ambiante et l'humidité relative (**Derouiche, 2003**).

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

I.3 Les limites du séchage traditionnel à l'air libre

La forte implantation du séchage traditionnel à l'air libre repose sur:

- la bonne maîtrise locale de cette technique;
- l'absence d'outillages, d'équipements onéreux;
- le faible coût final et la bonne acceptation du produit séché obtenu.

Mais en contrepartie le séchage traditionnel présente des inconvénients:

- **la forte dépendance vis-à-vis des conditions climatiques.** Sécher un produit en saison sèche (air sec et chaud, fort rayonnement solaire) donne de bons résultats. Mais dès l'arrivée de la saison des pluies, ou lors d'une dégradation momentanée des conditions climatiques, le séchage à l'air libre s'avère inopérant et les pertes sont importantes.
- **La faible qualité nutritionnelle et microbiologique du produit séché, ainsi que ses caractéristiques parfois médiocres de goût, d'aspect, voire d'odeur.** Les effets cumulés d'une exposition directe au soleil (perte en vitamines, brunissement), d'activités enzymatiques (déstructuration du produit) et du développement microbien (risque de présence d'éléments pathogènes) donnent un produit de piètre qualité.
- **la mauvaise protection face aux nuisibles.** Le séchage à l'air libre sans système de protection efficace expose le produit à toutes sortes d'attaques extérieures (prélèvements par les rongeurs, infestation par les insectes, etc.);
- **l'importance du temps que nécessite cette pratique.** Les personnes chargées du séchage emploient une grande partie de leur temps en préparation, manipulation, protection contre les nuisibles

II. Paramètres fondamentaux du séchage

Bien sécher, c'est pouvoir maîtriser trois paramètres fondamentaux:

- **l'énergie thermique apportée** qui chauffe le produit et provoque la migration de l'eau vers la surface et sa transformation en vapeur d'eau;
- **la capacité de l'air environnant** (appelé aussi air d'entraînement) à **absorber la vapeur d'eau** dégagée par le produit. Cette capacité dépend du pourcentage de vapeur d'eau déjà contenue dans l'air avant son arrivée dans le séchoir et de la température à laquelle il a été porté;
- **la vitesse de cet air au niveau du produit** qui, surtout en début de séchage, doit être élevée (jusqu'à une certaine limite) de manière à accélérer l'entraînement de la vapeur d'eau.

III. Pourquoi on possède au séchage du couscous

Pour réduire fortement les réactions diverses participant à la décomposition de l'aliment, d'extraire une part importante de l'eau contenue dans le produit. Cette eau est éliminée par évaporation dans l'air environnant.

La technique du séchage des denrées alimentaires est la plus répandue et la plus ancienne des méthodes de conservation des produits périssables. Son usage est communément partagé de par le monde pour la conservation des céréales

Le producteur (transformateur), afin de conserver sa production non vendue ou non consommée en frais, doit pouvoir disposer d'une technique performante, facilement maîtrisable et peu coûteuse au regard de sa capacité d'investissement. Le séchage traditionnel, dit à l'air libre, reste une solution économiquement apte à répondre à ses attentes. Il présente toutefois des inconvénients importants, d'où l'intérêt des techniques et pratiques améliorées.

IV. Avantages du séchage

- La simplicité de la méthode avec généralement un bon rendement
- Une durée de conservation des aliments déshydratés qui peut être de plusieurs mois.
- La désactivation des enzymes responsables de la dégradation des aliments .
- L'inhibition de la croissance des micro-organismes grâce à la réduction de l'activité d'eau.

V. Inconvénient du séchage

Comme tous les traitements thermiques, le séchage peut entraîner, en particulier, des pertes d'arômes, de vitamines et de pigments (**Fournier, 2003**), des réactions de brunissement, des durcissements superficiels, des modifications irréversibles de texture et donc de capacité à la réhydratation, des pertes de constituants volatils et la modification de la répartition de l'humidité dans le produit. En général, le séchage a globalement moins d'inconvénients que d'autres procédés de conservation (appertisation, congélation ou traitement aseptique). (**Chakraverty, 2003**).

Matériels et méthodes

I. Objectif de l'étude

Le couscous est le plat traditionnel en Algérie, cela est grâce à sa conservation dans une période de 2 ans à peu près à l'air sec et à la température ambiante. C'est dans ce contexte, que notre étude tracera son objectif à savoir :

- Suivre les lignes de fabrication du couscous industriel, notamment les processus de séchage.
- Analyse l'humidité des produits finis et déterminer leurs qualités et leurs périodes de conservation.

II. Lieu et période du travail

Le présent travail a été réalisé dans les Grands Moulins de la CHORFA (GMD) du groupe METIDJI -Mostaganem ; route de Salamandre durant la période allant du 25/04/ 2021 jusqu'au 25/05/2021.

Les tests analytiques ont été effectués dans le laboratoire « GMD » des analyses physiques et biochimiques.

III. Historique de l'entreprise

Depuis plusieurs années, le groupe METIDJI, démontre à travers une présence effective dans le négoce et la transformation des céréales. Sa capacité à évaluer dans le marché national en s'inscrivant dans une logique de filière.

Créée en février 2002, par Monsieur METIDJI HOCINE MANSOUR qui s'est lancé dans les années quatre vingt dix dans le secteur céréalier en Algérie.

IV. Présentation de l'entreprise

Le complexe les Grands Moulins pôles de l'industrie agroalimentaire céréalière de l'ouest algérien à Mostaganem est doté d'une minoterie, d'une semoulerie, d'une couscoussière de dernière génération,

V. Matière première :

Après transformation de la matière première le blé dur (*Triticum durum*), on obtient la semoule (3SE) qui sera utilisée pour la préparation de couscous.

VI. L'eau de fabrication :

L'eau utilisée dans la fabrication des couscous est une eau traitée de $\text{pH} = 7 \pm 0.3$.

Après transformation de la matière première, on obtient le produit final suivant : Le couscous industriel « Safina » issu de la transformation de la semoule extrafine selon des procédés industriels effectués au niveau de la couscouserie du groupe METIDJI.

VII. Fabrication du couscous de la ligne AFREM

La ligne AFREM est une ligne de production du couscous française créée en 2005, elle contient 2 groupe de fabrication GDF₁ et GDF₂, chaque groupe de fabrication contient : un doseur, une mélangeuse et un rouleur.

Cette ligne comporte aussi un cuiseur, un émotteur, deux séchoirs 1 et 2, un refroidisseur, et deux planchisters.

VIII. Dépôts de semoule

Ce sont des silos où la semoule fine (3SE1) provenant de la semoulerie est stockée. Cette semoule sort des silos vers les deux mangeuses des deux groupes de fabrication GDF₁ et GDF₂ avec un débit de 3500kg.

VIII.1 Mélangeuses

Les deux mélangeuses des deux groupes de fabrication GDF₁ et GDF₂ fonctionnent de la même manière, chaque une des deux contient 3 mélangeuses,

La semoule passe dans la mélangeuse 1 où sera mouillée avec de l'eau, ce mélange passe ensuite dans la mélangeuse 2 où il rejoint les fines humides et enfin dans la mélangeuse 3 pour ce mélange avec les boules, ce dernier mélange sort de la mélangeuse vers le rouleur.

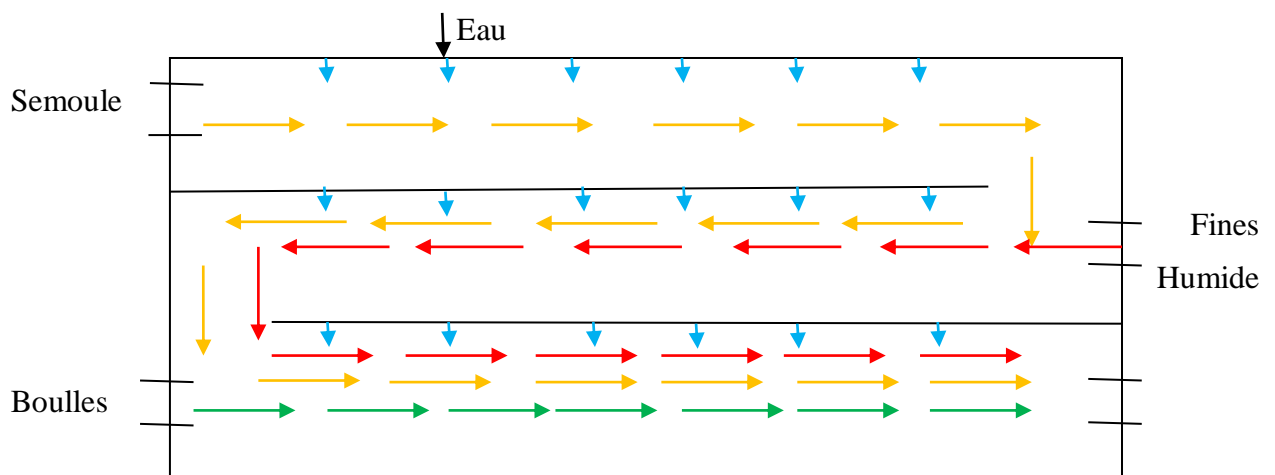


Figure 2 : passage de la semoule dans la mélangeuse



Figure 3 : Mélangeuse

VIII.2 Rouleur

Chaque groupe de fabrication GDF₁ et GDF₂ contient un rouleur, C'une grille avec différents ouvertures de mails qui fait 16 tours par minute, et qui travail par gravité.

Le mélange de la semoule et d'eau passe à travers le rouleur pour ce formé en granules de différentes tailles, des boules et des fines humides.

Les fines humides sont transportées par des gaudés vers la mélangeuse 2, les boules passent dans un moteur éclateur puis dans la mélangeuse 3, tandis que les bonnes granules sont transportées par le tapis convoyeur vers le cuiseur.



Figure 4 : Rouleur

VIII.3 Cuiseur

Le couscous provenant du rouleur du GDF₁ et GDF₂ est alors cuit à la vapeur (103°C à 107°C) pendant 12 min à peu près sur un tapis en inox, où les grains du couscous gardent leurs formes définitives sans se désagréger.



Figure 5 : Cuisneur

VIII.4 Émotteur

Le couscous sortant du cuisneur passe dans émotteur qui émotte les plaquettes du couscous.



Figure 6 : Emotteur

VIII.5 Séchoir 1 ou rotante 1

Le couscous est séché à l'air chaud (120°C à 128°C) pendant 13 min environ.

Le séchoir 1 ramène l'humidité à 14% environ.

VIII.6 Séchoir 2 ou rotante 2

Le couscous subit un 2^{eme} séchage dans le séchoir 2 à l'air chaud pendant 20 min (zone n°1 = 120°C, zone n°2 = 90°C).

Le séchoir 2 ramène l'humidité à 12% environ.



Figure 7: Séchoir

VIII.7 Refroidisseur

Le couscous sec passe pendant 2 min dans un refroidisseur équipé par une ventilation pour ramener les grains à température ambiante.

VIII.8 Planchister

Le planchister est équipé d'une série des tamis avec différentes ouverture de mails.

Le couscous passe alors à travers des **tamis** qui permettent de séparer le couscous gros, moyen, fin et les fines sèches.

- Le couscous moyen est stocké dans les silos de stockage n°1 et n°2.
- Le couscous fin passe dans le silo n° 4.
- Les fines sèches se stockent dans le dépôt des fines sèches.
- Les boules et le couscous gros passent dans un broyeur puis dans le séchoir 1.



Figure 8 : Planchister

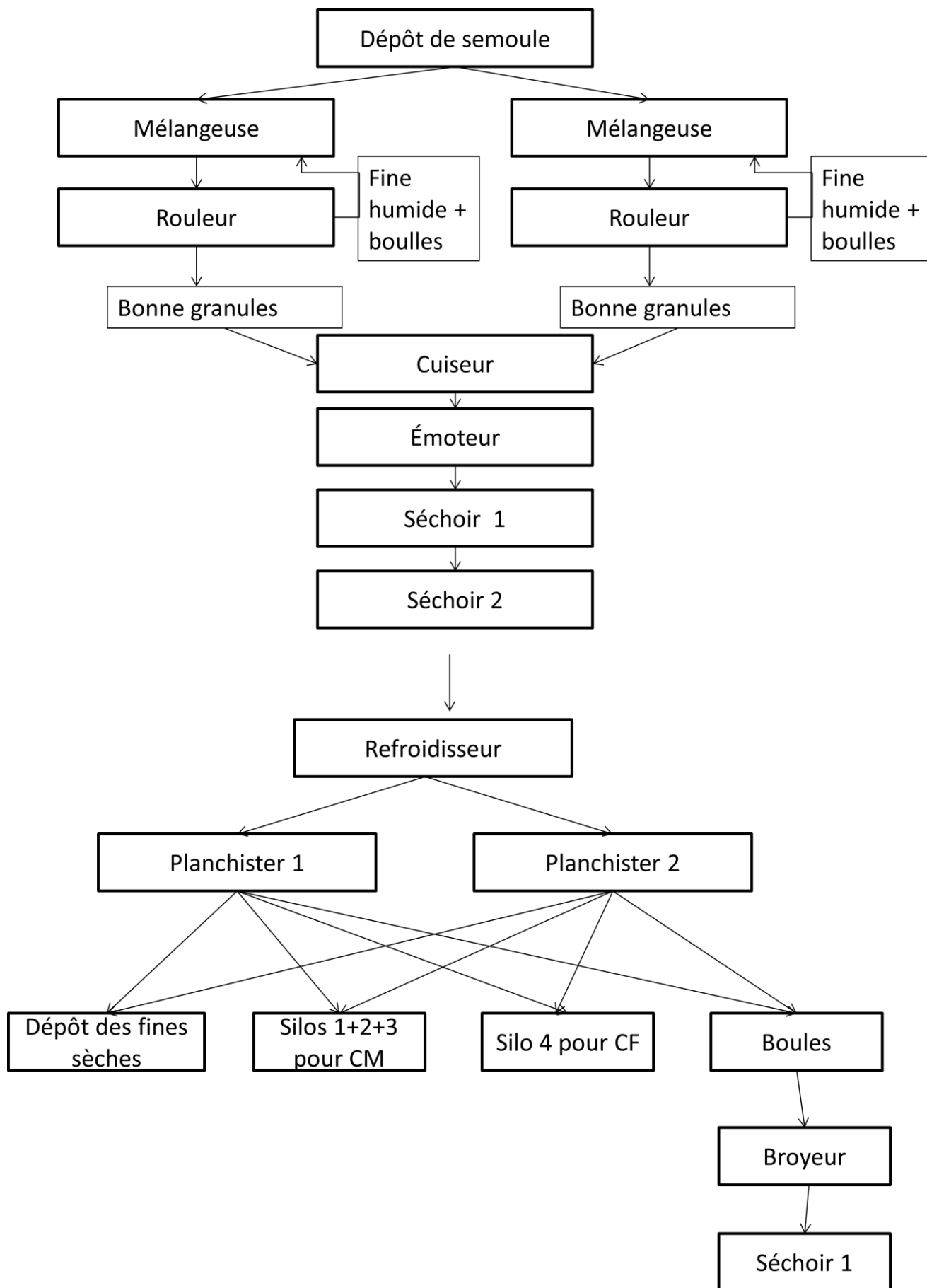


Figure 9 : Ligne de fabrication AFREM

IX. Fabrication du couscous de la ligne FAVA

La ligne FAVA est une ligne de production du couscous Italienne créée en 2011, elle contient 1 seul groupe de fabrication qui possède : une centrifugeuse, une mélangeuse et un rouleur.

Cette ligne comporte aussi un cuiseur, un cribleur, deux séchoirs 1 et 2, un refroidisseur, et deux planchisters.

IX.1 Dépôt de la semoule

La semoule fine (3SE1) provenant de la semoulerie et stocké dans des silos passe dans une centrifugeuse.

IX.2 Centrifugeuse

Où sont mélangés la semoule, fines sèches, fine humide et les bouilles avant de passer dans la mélangeuse.

IX.3 Mélangeuse

Contrairement à la mélangeuse de la ligne AFREM la mélangeuse de la ligne FAVA ne contient qu'une seule mélangeuse qui sert à mélanger le produit issu de la centrifugeuse avec de l'eau.

IX.4 Rouleur

C'est une grille avec différentes ouvertures de mails qui fait 16 tours par minute, et qui travaille par gravité.

Le mélange de la semoule et d'eau passe à travers le rouleur pour se former en granules de différentes tailles, en boules et en fines humides.

Les fines humides sont transportées par un tapis vers la mélangeuse, les bouilles passent dans un moteur éclateur puis dans la mélangeuse, tandis que les bonnes granules sont transportés par le tapis convoyeur vers le cuiseur.

IX.5 Cuiseur

Le cuiseur est équipé de 5 électrovannes de vapeur, cette dernière est fournie par la chaudière FAVA

Le couscous cuit à la vapeur (108°C à 102°C) pendant 10 min à peu près sur un tapis en inox, où les grains du couscous gardent leurs formes définitives sans se désagréger.

IX.6 Démonteur

Pour démonté les gosses plaquette du couscous.

IX.7 Cribleur

Contient un tamis qui sert à retenir les boules du couscous

IX.8 Séchoir 1 ou rotante 1

Le couscous est séché à l'air chaud (117°C / H%=68) pendant 14 min environ.

Le séchoir 1 ramène l'humidité à 14% environ.

IX.9 Séchoir 2 ou rotante 2

Le couscous subit un 2eme séchage dans le séchoir 2 à l'air chaud pendant 16 min (113°C / H%=56).

Le séchoir 2 ramène l'humidité à 12% environ.

IX.10 Refroidisseur

Le couscous sec passe pendant 2 min dans un refroidisseur équipé par une ventilation pour ramener les grains à température ambiante.

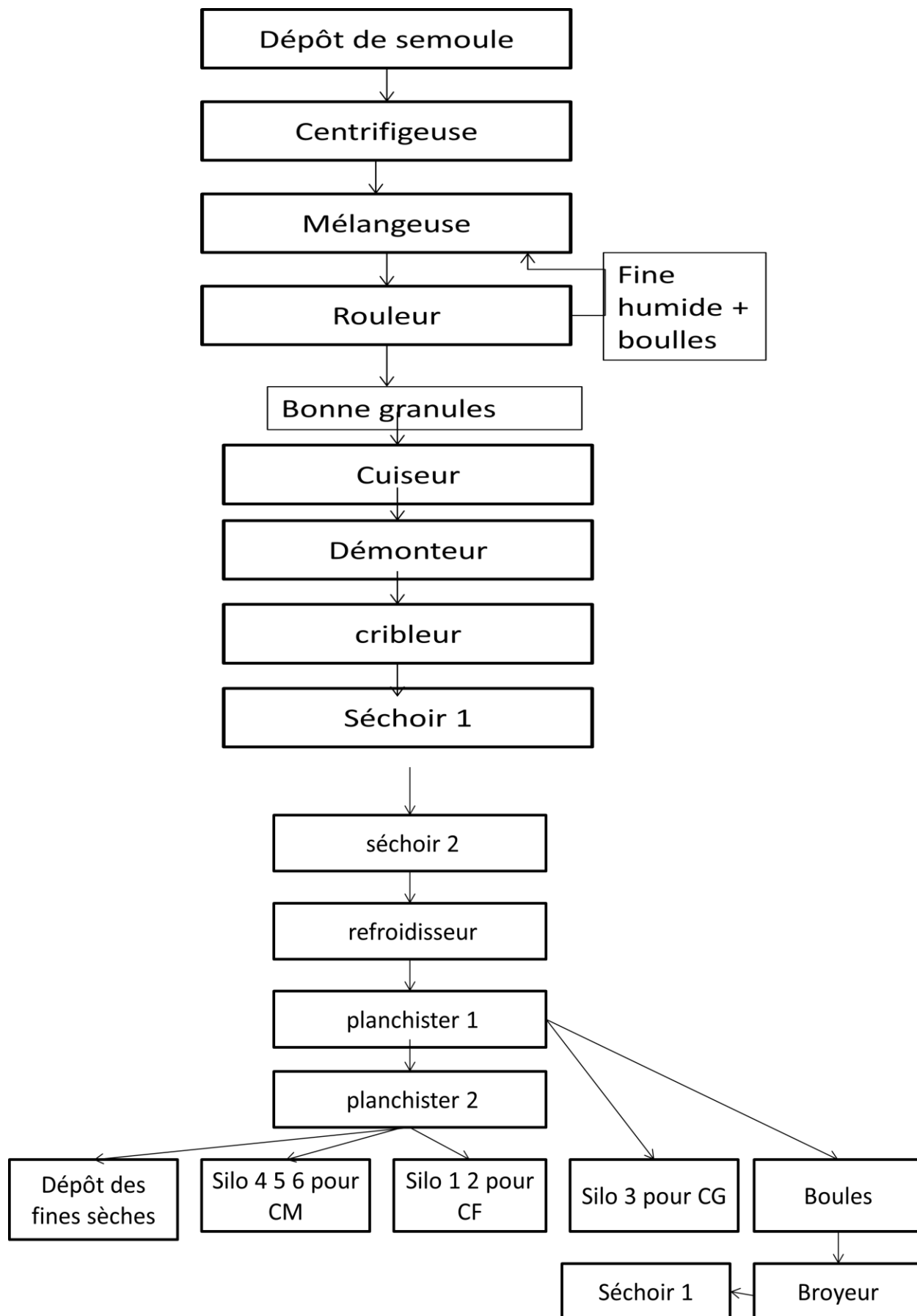
IX.11 Planchister 1

Le planchister 1 est équipé d'une série des tamis avec différentes ouverture de mails pour séparer les boules et le couscous gros

IX.12 Planchister 2

Le planchister 2 contient des tamis pour séparé le couscous moyen, le couscous fin et les fines sèches.

- Le couscous moyen est stocké dans les silos de stockage n°4, n°5 et n°6.
- Le couscous fin passe dans le silo n° 1 et n°2.
- Le couscous gros est stocké dans le silo n°3.
- Les fines sèches ce stockent dans le dépôt des fines sèches.
- Les boules passent dans un broyeur puis dans le séchoir 1.

**Figure 10** : Ligne de fabrication FAVA

X. Conditionnement et stockage

Le couscous industriel est généralement emballé dans des paquets en plastique de 1kg et 500g puis stocké dans des endroits secs à température ambiante.

XI. Paramètre physico-chimique du couscous

XI.1 Echantillons

- Couscous fin préparé par la méthode artisanal
- Couscous AMAR BEN AMAR fabriqué le 27 /04/2021
- Couscous MAMA fabriqué 05/05/2021

XI.2 Analyse de l'humidité par méthode de référence (ISO 712)

XI.2.1 Principe

Broyage éventuel d'un échantillon après conditionnement, si nécessaire. Séchage d'une prise d'essai à une température entre 130 °C et 133 °C.

XI.2.2 Mode opératoire

- Sécher et tarer préalablement la capsule, couvercle compris, à 0,001 g près, et enregistrer la masse, m_d
- Peser rapidement, à 0,001 g près, $5 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ de l'échantillon (couscous) dans une capsule
- Noter m'_0 la masse de la prise d'essai non séchée avec la capsule.
- Introduire la capsule ouverte contenant la prise d'essai, et son couvercle, dans l'étuve et les laisser pendant $120 \text{ min} \pm 5 \text{ min}$.
- À la fin de la période de séchage, retirer la capsule en opérant rapidement, la couvrir et la placer dans le dessiccateur
- Dès que la capsule est refroidie à la température du laboratoire (en général entre 30 min et 45 min après la mise en place dans le dessiccateur), la peser à 0,001 g près. Noter m'_1 la masse de la prise d'essai séchée avec la capsule.

XI.2.3 Expression des résultats

La teneur en eau, W_{H_2O} , exprimée en grammes pour 100 g du produit tel quel, est donnée par:

$$W_{H_2O} = \left(1 - \frac{m_1}{m_0}\right) \times 100$$

Où

$m_0 = m'_0 - m_d$ est la masse, en grammes, de la prise d'essai ;

$m_1 = m'_1 - m_d$ est la masse, en grammes, de la prise d'essai après séchage.

Calculer la moyenne arithmétique de deux résultats répondant aux conditions de répétabilité
Exprimer le résultat avec deux décimales.



Figure 11 : Dessiccateur



Figure 12 : Etuve multicellulaire

XI.3 Analyse de l'humidité par infrarouge

XI.3.1 Principe

Mesuré l'humidité rapidement dans un INFRANIO CHOPIN



Figure 13 : INFRANIO CHOPIN

Résultats et discussions

I. Caractéristique du couscous sortant de ligne FAVA et AFREM

Le couscous sortant des deux lignes de fabrication du couscous FAVA et AFREM doivent avoir une humidité de :

H%= 10,5 à 11,5 pour le couscous fin

H%= 11,5 à 12,5 pour le couscous moyen

H%= 12,5 à 13,5 pour le couscous gros

Cet teneur en eau doit être obtenue pour assuré une bonne qualité du couscous ainsi que son conditionnement dans une période de 2 ans loin des risque des altérations dues aux développement des microorganismes que l'eau représente un milieu favorable pour leurs croissance .

Cependant le taux d'humidité varie en fonction du débit du couscous passant de la Rotante 1 et 2 et le temps de séjour dans cette dernière.

Les défauts de séchage peuvent être dues aux :

- Augmentation du débit du couscous passant dans les rotantes
- Court temps de séjour dans les rotantes
- Défaut ou fermeture d'un des électrovannes qui fournissent de l'air sec aux rotantes
- Augmentation de la température humide (T°H) dans les rotantes par apport à la température sèche (T°SEC).

II. Analyse de l'humidité par la méthode de référence (ISO 712)

Tableau 2 : expression des résultats d'humidité par la méthode de référence

Produits	m_d	m'_0	m'_1	H%	Moyenne H%	Répitabilité
Couscous artisanal	24,8639	29,8655	29,2911	11,48	11,49	0,03
	26,2926	31,2908	30,7154	11,51		
Couscous AMAR BEN AMAR	25,4869	30,4808	29,9084	11,46	11,46	0,01
	25,5571	30,5538	29,9805	11,47		

Couscous	23,9380	28,9330	28,3808	11,05	11,07	0,04
MAMA	22,8135	27,8147	27,2596	11,09		

La teneur en eau des échantillons de couscous est donnée dans le (**tableau**). Elle varie de 11,07 % pour le couscous MAMA à 11,49% pour le couscous artisanal. Selon le codex alimentaire, la teneur en eau du couscous ne doit pas dépasser 13,5% (**Codex Standard 202-1995**) et la norme **ISO 712**.

L'humidité du couscous artisanal « 11,49 » est proche à celle des couscous industriel AMAR BEN AMAR « 11,46 » et MAMA « 11,07 » grâce au double séchage effectué à l'air libre, à l'ombre puis au soleil; tandis que cette humidité reste plus élevée par rapport à celle des couscous industriel, Cela est due aux techniques développées et rapides du séchage par les méthodes industriel, à l'efficacité des séchoirs (rotantes) des lignes industrielles et aux facteurs température et temps qui sont contrôlés.

Les trois couscous « artisanal, AMAR BEN AMAR et MAMA » présentent une humidité conforme à la norme ISO 721 (H% <13,5), ce qu'il permet leurs conditionnement pendant une longue durée(2ans) sans avoir les risque de leurs altération par le développement des micro-organismes

La différence entre les deux valeurs d'humidité du couscous AMAR BEN AMAR et MAMA peut être due à la nature de la matière première, la technique de séchage et les conditions de stockage

Les grains de couscous ne sont pas un substrat très favorable aux micro-organismes, mais l'augmentation d'humidité peut faire apparaître des conditions favorables à leur développement.

Par ailleurs un second paramètre est peut être la cause la plus fréquente au développement des microorganismes : l'activité d'eau (A_w) ; L'activité de l'eau permet de prévoir les échanges d'eau entre un produit et son environnement. Elle influe sur le développement microbien, les réactions enzymatiques, le brunissement non-enzymatique et l'oxydation des lipides.

D'une manière générale, une augmentation de l'humidité et d'activité de l'eau entraîne une accélération des réactions d'altérations. Les notions de la teneur en eau et de l'activité d'eau sont donc primordiale en technologie alimentaire. Ils permettent de mettre en œuvre une stratégie de protection des aliments en contrôlant les altérations physico-chimiques et la multiplication microbienne.

Les recherches de la teneur en eau et de l'activité d'eau ont un intérêt commercial afin de limiter la durée de stockage ou la date limite de consommation.

La consommation des trois types du couscous existants (couscous fin, couscous moyen, et couscous gros) en Algérie dépend des régions et des traditions de ces derniers. Pour la région de l'ouest comme la wilaya de Mostaganem en mange le couscous moyen comme un plat avec une sauce et le couscous fin avec des raisins secs (sfouf), tandis que pour le centre d'Algérie comme par exemple la wilaya de Bordj Bou Arreridj en ne consomme que le couscous fin.

La majorité des individus préfèrent consommer le couscous d'origine artisanale que le couscous industriel. Du point de vue économique, le facteur origine influence automatiquement sur le prix du produit, le couscous industriel coûte 120 DA pour le sachet de 1Kg.

Du point de vue d'hygiène, la consommation du couscous industriel est le plus conseillé, car la fabrication de ce couscous est basée à 100% sur les machines, loin des contacts avec les mains des personnes qui peuvent être un porteur majeur des microorganismes, de plus le nettoyage effectué hebdomadaire sur les lignes de production du couscous comme nous l'avons vu à la couscouserie du groupe Metidji, minimise les risques de développement des microorganismes et ainsi les risques d'intoxication. Par ailleurs ces derniers sont largement rencontrés pendant les fêtes et les grandes occasions à cause des conditions (chaleur et activité d'eau) de préparation du couscous qui favorisent le développement des moisissures et aussi la consommation du couscous artisanal déjà préparé par des personnes peuvent être des porteurs de microorganismes, et séché dans des endroits ouverts non protégés.

Enfin la possibilité d'obtenir un couscous à partir d'autres produits tels que les glands est une alternative intéressante qu'on propose dans le but de valoriser ce produit et d'améliorer la qualité du couscous obtenu.

Étant donné que les glands sont des fruits de chêne vert qui appartiennent à la famille des Cupulifères, riches en matière amylacées, en fibres et en minéraux.

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

III. Analyse d'humidité par infrarouge

Tableau 3 : Expression des résultats d'analyse par infrarouge

Produit	Humidité	Protéines	Cendre
couscous artisanal	11,59	13,39	0,93
Couscous AMAR BEN AMAR	11,44	16,97	0 ,85
Couscous MAMA	11,02	16,23	0,81

La teneur en eau des échantillons de couscous mesuré par infrarouge est donnée dans le **(tableau)**. Elle varie de 11,02 % pour le couscous MAMA à 11,59% pour le couscous artisanal.

L'humidité du couscous artisanal « 11,59 » est proche à celle des couscous industriel AMAR BEN AMAR « 11,44 » et MAMA « 11,02 », tandis que cette humidité reste plus élevée par rapport à celle des couscous industriel.

Les valeurs d'humidité données par infrarouge sont proches à ceux donné par la méthode de référence ISO 712, tandis que la méthode de référence reste la plus correcte et la plus utilisé par les laboratoires accrédités.

L'INFRANICHPOIN permet d'obtenir des résultats rapides d'humidité.

Conclusion

Notre travail avait un objectif principale de suivre le séchage du couscous industriel et de contrôlé sa qualité et sa conservation; après la suivie des lignes de fabrication du couscous SAFINA, nous avons analysé l'humidité des deux couscous industriel MAMA et AMAR BEN AMAR et les comparés avec les résultats d'analyse d'un couscous artisanale.

Les résultats montrent que le passage du couscous industriel dans un séchoir à permis un bon séchage et ainsi une bonne conservation de cet aliment. Donc on conclut que les techniques actuelles de séchage du couscous industriel sont efficaces et atteignent l'objectif recherché et que les risques d'altération des couscous industriels sont moindre et négligeables.

Aussi les résultats d'analyse d'humidité des couscous MAMA, AMAR BEN AMAR et le couscous industriel sont conforme au condex alimentaire et aux normes prises par les laboratoires accrédités, ses résultats ont montré que la déférence de la teneur en eau entre le couscous artisanale et le couscous industriel est négligeable et que les couscous analysées sont de bonne qualité et peuvent être conservé pendant une longue période qui peut atteindre 2 ans à peu prés.

Par ailleurs la consommation du couscous industriel est la préférée d'un point de vue hygiénique.

Enfin l'intérêt de conserver et de stockager le couscous pendant une longue période est attient.

Références

Bibliographiques

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

1. **ANONYME ., (1998).** Method of Determining and Expressing Fineness of Feed Materials by Sieving. Standars ANSI/ASAE S3193. American National Standards Institute. : 547-550 pp.

B

2. **BAKECHE C ., (1994)** Etude de la chaîne de fabrication du couscous industriel. Rapport de DEUA. INATAA. Université de constantine. :23 p.
3. **BEJI-BECHEUR A., (2008).** Couscous connexion: l’histoire d’un plat migrant. Session 2 : 1-17 p.
4. **BENLACHEHEB R., (2008).** Scores lipidiques de certains plats traditionnels consommés à Constantine.Thèse de Magister. INATAA. Université de Constantine. 175p.
5. **BOUDREAU A., MATSUO R., ET LAING W., (1992).** L’industrie des pâtes alimentaires, : 193-223 pp.

C

6. **CHAKER S., (1995).** Linguistique berbère. Etudes de syntaxe et de diachronie Paris/Louvain Peeters.,
7. **CODEX ALIMENTARIUS .,(2003).** La Commission Du Codex Alimentarius Et Le Programme Fao/oms Sur Les Normes Alimentaires. Code D’usages International Recommandé – Principes Généraux D’hygiène Alimentaire. CAC/RCP 1- 1969, Rév. 4, Rome (Italie

D

8. **DAGHER S.M., (1991).** Traditional food in the Near East, FAO, food and nutrition paper 50,Rome, 161 p.

9. **DEBBOUZ A., DICK, J.W., ET DONNELLY, B.J.,(1994).** Influence of raw material on couscous quality. *Cereal Foods World*. Vol. 39 : 231-236 pp.
10. **DEBBOUZ A. ET DONNELLY B.J., (1996).** Process effect on couscous quality. *Engineering and processing*. *Cereal chem*. Vol. 73 : 668-671pp.
11. **D’EGIDIO M.G., PAGANI M.A. (2010).** Pasta and couscous: basic food of Mediterranean tradition. *Technica Motiloria International*. , 104-115 pp.
12. **DEROUICHE M., (2003).** Couscous – Enquête de consommation dans l’est algérien, fabrication traditionnelle et qualité. Thèse de Magister. DNATAA. Université de constantine.125p.
13. **DOUKANI K ., (2013).** Etude comparative entre le couscous industriel et le couscous à base de glands. 3p.

F

14. **FEILLET P., (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. *Institut national de la recherche agronomique*, INRA, Paris : 308p.
15. **FEILLET P., 1986.** Industrie des pâtes alimentaires : technologies de fabrication, qualité des produits finis et des matières première. *Ind. Alim. Agric.* : 979-990 pp.

G

16. **GUEZLANE L., ABECASSIS J. (1991).** Méthodes d’appréciation de la qualité culinaire du couscous de blé dur, *IAA*. 11 :966- 971pp.
17. **GUARDA G., PADOVAN S. ET DELOGU G.,(2004).** Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogenlevels. *Eur. J. Agron*. Vol 21. 181–192 pp.

18. **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 p.

L

19. **LEPAGE M., SIMS R.P.A., (1968)** .Carotenoids of wheat flour: their identification and composition. Cereal chem. Vol 45: 600–604pp.

M

20. **MEZROUA L.,(2011)** etude de la qualite culinaire de quelques couscous industriels et artisanaux et effet d'adjonction de la matiere grasse durant la cuisson 9p

O

21. **OUNANE G., CUQ B., ABECASSIS J., YESLI A. ET OUNANE S.M.,(2006)**. Effects of physicochemical characteristics and lipid distribution in algerian durum wheat semolinas on the technological quality of couscous. Cereal chem. Vol. 83. P: 377–384.

S

22. **SEILER W., (1982)**. Couscous. Molini Ital. Vol. 33. : 417-421pp.

T

23. **TRONO D., PASTORE D. ET DIFONZO N., (1999)**. Carotenoid Dependent Inhibition of Durum Wheat Lipoxigenase. Journal of Cereal Science. Vol. 29 : 99-102pp

Y

24. **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. 844-847pp.

25. **YETTOU N., GUEZLANE L. ET OUNANE G., (2000)**. Mise au point d'une méthode instrumentale d'évaluation de la délitescence du couscous de blé dur. Symposium blé 2000, en jeux et stratégies. Alger. 271 – 276 pp.

26. **YOUSFI L.,(2002).** Influence des conditions de fabrication et des modes de préparation sur la qualité du couscous industriel et artisanal. Thèse de magister. Université Mentouri Constantine, Algérie. 140 pages.

Sites consultés :

<http://www.nzdl.org/cgi-bin/library> consulté le 25/05/2021

ملخص

تم إجراء هذا البحث بهدف تسليط الضوء على عمليات تجفيف الكسكس الصناعي ، والتحكم في هذه العمليات وتأثيراتها على جودة وحفظ الكسكس. . يشمل هذا العمل:

1. متابعة خطوط إنتاج الكسكس وتحديد إجراءات التجفيف ومقارنتها بالإجراء الحرفي.
2. تحليل المحتوى المائي لبعض أنواع الكسكس الصناعي والحرفي.
3. مقارنة بين نتائج الرطوبة لتحليل الكسكس. وتقدير الجودة النهائية للكسكس المنتج.
4. إبداء الرأي العام حول النشاط المائي والظروف الصحية لتصنيع الكسكس الصناعي والحرفي وتأثيرها على جودة الكسكس ومخاطر تطور الكائنات الحية الدقيقة.

الكلمات المفتاحية: الكسكس ، التجفيف ، المحتوى المائي ، الحفظ ، الكائنات الدقيقة ، الصناعية ، الحرفية.

Summary

The present research was carried out with the aim of highlighting the drying processes of industrial couscous, the control of these processes and their effects on the quality and conservation of couscous. This work includes:

A follow-up of the lines of couscous production, and specifically the drying procedures and a comparison with the artisanal procedure.

An analysis of the water content of some industrial and artisan couscous.

A comparison between the moisture results of the couscous analyzed, and an estimate of the final quality of the couscous produced.

A general opinion on the water activity and the hygienic conditions of manufacture of industrial and artisan couscous, and their influences on the quality of couscous and the risks of development of microorganisms

Key words: couscous, drying, water content, conservation , microorganisms, industrial, artisanal.

Résumé

La présente recherche a été réalisée dans le but de la mise en évidence des processus de séchage du couscous industriel, le contrôle de ces processus et leurs effets sur la qualité et la conservation du couscous.

. Ce travail comprend :

1. Un suivie des lignes de production du couscous, et précisément les procédures de séchage et une comparaison avec la procédure artisanale.
2. Une analyse de la teneur en eau des quelques couscous industriels et artisanal.
3. Une comparaison entre les résultats d'humidité des couscous analysés. Et une estimation sur la qualité finale du couscous fabriqué.
4. Un avis général sur l'activité d'eau et les conditions hygiéniques de fabrication du couscous industriel et artisanal, et leurs influences sur la qualité du couscous et les risques de développement des microorganismes.

Mots clés : couscous, séchage, teneur en eau, conservation, microorganismes, industriel, artisanal.