

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

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

UNIVERSITE CONSTANTINE 1

**INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION ET DES
TECHNOLOGIE AGROALIMENTAIRE**

I.N.A.T.A.A

Département de Technologies Alimentaires

N° d'ordre

N° de serie

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences
Alimentaires, option de Technologies Alimentaires

Par BOUZA SAMIRA

**Gâteau traditionnel : technologie de fabrication et impacts de quelques
matières grasses sur la qualité du Makroud**

Soutenu le : **17/ 12/2014**

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} MEKHANCHA Corine Colette.	Pr	I.N.A.T.A.A., U.C.1
Rapporteur :	M ^f NAMOUNE Hacéne	Pr	I.N.A.T.A.A., U.C.1
Examinatrices :	M ^{me} OULAMARA Hayet	M.C.A	I.N.A.T.A.A., U.C.1
	M ^{me} BENATALLAH Leila	M.C.A	I.N.A.T.A.A., U.C.1

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, je tiens à remercier dieu clément et miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude au professeur NAMOUNE H pour avoir encadrer ce travail. Je tiens à le remercier pour l'aide précieuse, pour son orientation, pour ses conseils objectifs qui ont permis de développer ce travail et d'enrichir mes connaissances, et je tiens à le remercier pour la confiance, la disponibilité et la patience durant toute la période consacré à ce mémoire.

Je tiens à exprimer mes remerciements les plus respectueux à M^{me} MEKHANCHA C.C., professeur à l'I.N.A.T.A.A., Université Constantine 1, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant la présidence de jury de ce travail. Soyez assurée de mon respect et de ma profonde gratitude.

Je remercie également M^{me} OULAMARA H., maître de conférences à l'I.N.A.T.A.A., Université Constantine 1, qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail. Veuillez accepter mes plus vifs remerciements pour votre présence dans ce jury.

Je tiens à remercier également M^{me} BENTALLAH L., maître de conférences à l'I.N.A.T.A.A., Université Constantine 1, qui m'a fait l'honneur d'examiner ce travail et de participer dans ce jury.

Des remerciements très particuliers à mes parents, pour leur soutien permanent, leurs encouragements et leur aide précieuse.

Je tiens également à remercier mon très cher époux pour ses sacrifices et son soutien moral

Des remerciement très particuliers sont présentés à M^{me} BENSALEM GHADA et M^{me} BRAHIMI FATIMA pour leurs encouragements et leur soutien durant tout le parcours de la post graduation.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance et mes vifs remerciements à mes collègues de travail à la Direction du commerce pour leurs encouragements.

Dédicaces

*A mes très chers parents qui m'ont tout appris,
pour toutes les peines et les sacrifices qu'ils se
sont donné pour me voir réussir dans la vie
Sans eux je n'aurais jamais été ce que je suis*

*A ma sœur Randa
A mes frères Youcef, Abd el hakim, Med Abd Elhadi*

A tata Souad et son fils Redha

A mon cher époux

*A mes beaux parents
A mes belles sœurs, mes beaux
frères et leurs petites familles*

*A toute la promotion de poste graduation
de technologies alimentaires*

*A toutes mes amies et collègues de
travail Fatene, Ibtissem, Fatima, Assma
et l'ensemble du personnel service qualité*

A tous ce qui me sont chères,

Je dédie ce travail...

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 01 : Production de blé dur dans le monde en millions de tonnes.....	06
Tableau 02 : Superficies, production et rendements du blé dur en Algérie durant la période 1996 à 2007.....	07
Tableau 03 : Répartition des constituants dans les différentes parties d'un grain de blé Valeurs de chacun des constituants exprimées en pourcentage de la matière Sèche totale de ce constituant dans le grain.....	10
Tableau 04 : Teneur en vitamines des différents tissus du grain de blé exprimée en milligrammes pour cent grammes de grains.....	11
Tableau 05 : Composition chimique de la semoule en g pour 100g.....	12
Tableau 06 : Catégories des dattes selon leur consistance.....	15
Tableau 07 : Principales caractéristiques des trois types de datte.....	16
Tableau 08 : Production annuelle mondiale de dattes en 2005.....	17
Tableau 09 : Production des dattes en Algérie de la campagne 2000/2001 en quintaux...	18
Tableau 10 : Principales variétés de dattes algériennes et leur aire de culture.....	19
Tableau 11 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en %.....	20
Tableau 12 : Composition en sucres (g/100g de MS) des dattes stockées.....	21
Tableau 13 : Caractéristiques morphologiques et physicochimiques de la datte Ghars....	25
Tableau 14 : Composition générale des matières grasses en pourcentage.....	28
Tableau 15 : Composition moyenne en acides gras du beurre et d'une margarine de table végétale.....	29
Tableau 16 : Composition en acides gras de différentes huiles % en masse.....	30
Tableau 17 : Principaux paramètres physico-chimiques de certaines huiles végétales.....	31
Tableau 18 : Composition approximative pour 100g de Makroud	35

Tableau 19 : Caractéristiques physico-chimiques de la semoule de blé dur en p.cent de la matière sèche.....	59
Tableau 20 : Caractéristiques rhéologiques du gluten.....	62
Tableau 21 : Caractéristiques physico-chimiques de la pâte de datte.....	63
Tableau 22 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile, margarine, beurre, et du smen.....	65
Tableau 23 : Quantités des ingrédients pour les quatre recettes (A, B, C et D).....	69
Tableau 24 : Quantités d'ingrédients pour la préparation de la farce du makroud.....	69
Tableau 25 : Comportement de la semoule vis-à-vis de la matière grasse utilisée.....	70
Tableau 26 : Taux d'hydratation des quatre pâtes du Makroud.....	70
Tableau 27 : Comportement des pâtes des différents types du Makroud durant la Fabrication.....	71
Tableau 28 : Composition biochimique des pâtes de semoule des différents Makroud après cuisson.....	75
Tableau 29 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en protéines des pâtes cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.....	75
Tableau 30 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en lipides des pâtes cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.....	76
Tableau 31 : Composition biochimique de la farce de datte avant et après cuisson.....	77
Tableau 32 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en lipides des farces de datte cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.....	78
Tableau 33 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en eau des farces de datte cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.....	78
Tableau 34 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en protéines des farces de datte cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.....	79
Tableau 35 : Pourcentage de la farce et de la pâte de semoule des différents makroud....	79

Tableau 36 : Pourcentage moyen de la pâte de semoule et de la farce pour un losange...	81
Tableau 37 : Composition biochimique des quatre types du Makroud.....	81
Tableau 38 : Densité énergétique des différents Makrouds produits.....	83
Tableau 39 : Taux d'humidité des pâtes de semoule des deux faces (inférieure / supérieure) et de la farce (pâte de datte) des quatre Makroud après cuisson (exprimé en %).....	83
Tableau 40 : Dimensions des différents Makrouds avant et après cuisson (exprimés en cm).....	84
Tableau 41 : Masse, volume et masse volumique des Makrouds.....	86
Tableau 42 : Représentation des quatre types du Makroud analysés en groupes hétérogènes par le test de Tukey (HSD).....	90
Tableau 43 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les quatre types du gâteau traditionnel Makroud sur la texture de la pâte de semoule, la texture de la pâte de datte, la couleur et le goût (avec un intervalle de confiance à 95%).....	91
Tableau 44 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les quatre types du gâteau traditionnel Makroud sur la cuisson (avec un intervalle de confiance à 95 %).....	93
Tableau 45 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les quatre types du gâteau traditionnel Makroud sur l'odeur (avec un intervalle de confiance à 95 %).....	93
Tableau 46 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) entre les paramètres physicochimiques et les paramètres sensoriels.....	95

LISTE DES FIGURES

Figure N° 01 : Structure du grain de blé	08
Figure N° 02 : Grains de blé coupés longitudinalement. On distingue l'embryon (en bas), le reste constitue l'albumen	09
Figure N° 03 : Datte ouverte montrant la graine	15
Figure N° 04 : Datte ouverte montrant l'endocarpe parcheminé.....	15
Figure N° 05 : Composition biochimique globale de la datte	20
Figure N° 06 : Valeurs moyennes des notes d'appréciation hédonique pour les quatre types du Makroud.....	89
Figure N° 07 : Profils sensoriels des quatre Makrouds analysés, (A) à base de la margarine, (B) à base du beurre, (C) à base d'huile, (D) à base du smen.....	92
Figure N° 08 : Profils sensoriels et radars des deux Makrouds, à base du beurre (B) et à base du smen (D).....	92
Figure N° 09 : Analyse en composantes principale (ACP) des principales caractéristiques sensorielles et physicochimiques (avec un seuil de signification de 0,05).....	94

LISTE DES PLANCHES

Planche N° 1 : Photos des ustensiles pour la fabrication du Makroud.....	42
Planche N° 2 : Photos des étapes de prépararion de la pate de semoule.....	54
Planche N° 3 : Photos de préparation de la pate de datte et mise en forme des Makroud.....	55
Planche N° 4 : Bulletin de réponse pour l'épreuve sensorielle du Makroud	57
Planche N° 5 : Photos du Makroud huile durant la fabrication.....	73
Planche N° 6 : Photos du Makroud smen durant la fabrication.....	73
Planche N° 7 : Photos du Makroud margarine durant la fabrication.....	74
Planche N° 8 : Photos du Makroud beurre durant la fabrication.....	74
Planche N° 9 : Test de la chute des Makrouds préparés.....	88

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Résultats de l'ANOVA pour les analyses physicochimiques de la pâte cuite des Makroudau seuil de signification 5%

Annexe 2 : Résultats de l'ANOVA pour les analyses physicochimiques de la farce des Makroud après cuisson au seuil de signification 5%

Annexe 3 : Résultats de l'ANOVA intragroupes pour le test hédonique au seuil de signification 5%

LISTE DES ABREVIATIONS

ACP	Analyse en composantes principales
AFNOR	Association Française de Normalisation
AG	Acidité grasse
AGI	Acide gras insaturé
ANOVA	Analyse de la variance
Az	Azote total
CH	Capacité d'hydratation
DGCERF	Direction Générale Du Contrôle Economique et de la Répression des Fraudes
ENA	Entreprise Nationale Algérienne
Epd	Epaisseur de la pâte de datte
Esi	Epaisseur de la pâte de semoule inférieure
Ess	Epaisseur de la pâte de semoule supérieure
ET	Ecartype
EURL	Entreprise unique de responsabilité limitée
GH	Gluten humide
GS	Gluten sec
IANOR	Institut Algérien de Normalisation
IS	Indice de saponification
KOH	Hydroxyde de potassium
MGLA	Matière grasse laitière anhydre
NA	Norme Algérienne
N	Normalisé
n_D	Indice de réfraction
OM	Ouverture de maille

TABLES DES MATIERES

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	1
PREMIERE PARTIE : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE	
I- Les céréales	3
1- GENERALITES.....	3
2- BLE DUR.....	3
2.1. Origine et production.....	3
2.1.1. Historique.....	3
2.1.2. Plante et grain de blé dur.....	4
2.1.3. Production de blé dur	5
2.2. Constitution et Composition biochimique d'un grain de blé.....	7
2.2.1 Constitution histologique	7
2.2.2 Composition biochimique.....	9
3- SEMOULE DE BLE DUR.....	11
3.1. Valeur semoulière et critères de qualité d'une semoule.....	12
3.2. Principales utilisations de la semoule de blé dur	13
II - LA DATTE	14
1- Origine et production.....	14
1.1. Historique.....	14
1.2. Le palmier dattier et la datte	14
2- Production de dattes.....	16
3- Principales variétés de dattes en Algérie.....	18
4- Composition biochimique de la datte.....	19
5- Produits à base de dattes.....	23
6- Caractéristiques générale de la variété Ghars.....	24
III- MATIERES GRASSES	26
1- Généralités.....	26
2- Composition générale et caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques des corps gras.....	28
2.1 Composition	29
2.2 Caractéristiques physico-chimiques.....	30
2.3 Caractéristiques rhéologiques.....	31
3- Propriétés fonctionnelles des matières grasses et des huiles et leurs rôles dans la qualité des produits finis (gâteaux, pâtisserie et	32
VI- GATEAU TRADITIONNEL « MAKROUD »	33
1- Définition de l'aliment traditionnel	33
2- Définition du gâteau traditionnel « MAKROUD ».....	34
3- Consommation et habitudes alimentaire.....	35
4- Composition biochimique et conservation.....	35
Conclusion de la partie théorique.....	37
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE	
I- MATERIELS	38

1- Matériels biologiques.....	38
2- Autres ingrédients.....	38
3- Appareillages.....	39
II- Méthodologie.....	41
1- Caractérisation physicochimiques et technologiques de la matière première, pâte de semoule et la farce du makroud après cuisson.....	41
1-1 Caractéristiques biochimiques de la semoule, pâte de datte, pâte et farce du makroud après cuisson.....	41
a- Humidité.....	41
b- Cendres.....	42
c- Acidité grasse.....	42
d- Azote total et protéines totales.....	43
e- Les lipides libres.....	45
f- Les glucides totaux.....	45
1-2 Caractéristiques technologiques de la semoule.....	45
A- Granulométrie.....	45
B- Teneur en gluten.....	46
C- Extensibilité du gluten.....	46
D- Ramollissement du gluten.....	46
1-3 Caractéristiques physicochimiques des matières grasses (huile, beurre, smen et margarine).....	47
a – Humidité.....	47
b – Acidité.....	47
c – Indice de peroxyde.....	48
d – Indice de réfraction.....	49
e – Indice de saponification.....	49
2- Critère de choix de la semoule et détermination des proportions des différents ingrédients « recette ».....	50
3- Description de la fabrication du Makroud.....	50
4- Caractérisation biochimique et technologique des makroud.....	54
4-1 Détermination de la composition biochimique du makroud.....	54
4-2 Calcul de la densité énergétique (DE).....	54
4-3 Caractérisation technologiques des makroud produits.....	54
A- Détermination de l'humidité de la face supérieure et inférieure de la pâte de semoule et l'humidité de la pâte de datte « farce » après cuisson.....	54
B- Dimensions du Makroud.....	54
C- Masse du Makroud.....	55
D- Volume du Makroud.....	55
E- Masse volumique du Makroud.....	55
F- Consistance du Makroud.....	55
5- Etude de la qualité culinaire du Makroud.....	55
5- 1 Temps de cuisson et perte en masse.....	56
5- 2 Analyses sensorielles.....	56

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET DISCUSSIONS

1- Caractéristiques physico-chimiques des matières premières.....	59
1-1 Caractéristiques physicochimiques et technologiques de la semoule de blé dur.....	59
1.1.1 Caractéristiques physicochimiques de la semoule.....	59
A- Humidité.....	59
B- Cendres.....	60
C- Acidité grasse.....	60
D- Protéines.....	60
E- Lipides libres.....	61
totaux.....	61
1.1.2 Caractéristiques technologiques de la semoule.....	61
a- Granulométrie.....	61
b- Teneur en gluten et ses propriétés rhéologiques.....	62
1.2. Caractéristiques physicochimiques de la pâte de datte.....	63
1.2.1 Humidité.....	63
1.2.2 Cendres.....	64
1.2.3 Protéines, lipides et glucides totaux.....	64
1.3. Caractéristiques physicochimiques des matières grasses.....	65
1.3.1 Humidité.....	65
1.3.2 Acidité.....	66
1.3.3 Indice de réfraction.....	67
1.3.4 Indice de peroxyde.....	67
1.3.5 Indice de saponification.....	68
2- Essais préliminaires et proportions des différents ingrédients.....	68
3- Caractéristiques des différentes pâtes et analyses biochimiques.....	69
3.1 Comportement des différentes pâtes durant la fabrication.....	69
3.2 Caractéristiques biochimiques des pâtes de semoule après cuisson.....	75
3.3 Caractéristiques biochimiques de la farce de datte avant et après cuisson.....	77
4- Caractéristiques des Makrouds.....	79
4.1. Composition biochimique.....	79
4.2. Densités énergétiques.....	82
Makrouds après cuisson.....	83
4.4. Dimension des Makrouds.....	84
4.5. Masse,volume et masse volumique.....	85
4.6. Temps de cuisson.....	86
4.7. Perte en masse.....	86
4.8. Consistance des Makrouds « test de la chute à 50 cm et 100 cm ».....	87
5- Analyses sensorielles.....	89
5.1. Test hédonique.....	89
5.1.1 Profils sensoriels des quatre types du Makroud.....	90
5.1.2 Test de corrélation.....	94
CONCLUSION.....	96
REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUES	
ANNEXES	
RESUME	

INTRODUCTION

La céréaliculture constitue pour les pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie) un enjeu capitale et cela peut s'expliquer par l'importance occupée au niveau de deux sphères : l'alimentation humaine et l'agriculture (MEZANI, 2000).

L'importance des céréales peut se mesurer par la place occupée, dans le budget des ménages (40% en Tunisie, 45% au Maroc et 50% en Algérie) (MEZANI, 2000).

En Algérie, les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire. En effet les céréales fournissent plus de 80% de l'apport calorique et 75% à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale.

Le blé dur est la céréale la plus consommée par les Algériens en raison des traditions bien enracinées dans leur culture culinaire. Cette denrée est destinée à la fabrication de produits industriels (pâte alimentaire, couscous) mais aussi pour la fabrication traditionnelle de nombreux produits.

La cuisine arabe se distingue des autres par son adaptation à l'homme, à la société, son souci d'offrir le nécessaire aux invités, dont la présence est un honneur pour la maison, qu'ils soient pauvres ou riches, qu'ils soient nomades ou sédentaires. Aux époques de fêtes, les familles reviennent à des mets traditionnels préparés et mangés suivant un rite particulier (HUBERT et SANCHO-GARNIER, 1992).

L'Algérie à travers sa vaste étendue géographique et son histoire séculaire, recèle un véritable trésor culinaire façonné à travers les temps dont souvent ses habitants en ignorent les recettes pour peu que les échanges se figent et que la sédentarisation prenne le dessus. Ceci n'empêche en aucun cas que beaucoup d'Algériens soient encore très attachés aux plats traditionnels tel que le couscous, la chekhechoukha, etc (BENLACHEHEB, 2008).

Ceci est confirmé par l'enquête de consommation réalisée par DEROUICHE en 2003 sur les produits à base de blé dur, dont les résultats montrent que toutes les ménages enquêtées, préparent plusieurs produits à base de semoule où le couscous, la galette et le Makroud occupent la tête de liste des produits préparés (97.3% , 98.3%, 96.3%, respectivement).

C'est pour cela on s'intéresse dans ce mémoire au gâteau traditionnel « Makroud » qui demeure non étudié malgré son importance dans les traditions de la population Algérienne.

L'objectif de notre travail consiste à :

- Faire connaître la technologie de fabrication du produit Makroud;
- Déterminer les proportions des différents ingrédients « recette »;
- Effectuer des essais de fabrication du Makroud par l'utilisation de quelques matières grasses (huile, margarine, beurre et smen) et étudier leur répercussion sur le produit fini.
- Effectuer la caractérisation technologique des Makroudes produits avant et après cuisson (Humidité de la pâte de semoule et de la couche de datte, Dimensions, Masse, Volume, Consistance des Makroudes)
- Etudier la qualité culinaire des Makroudes (Temps de cuisson et la perte en masse).
- Evaluer les caractéristiques sensorielles.

PREMIERE PARTIE :
ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE

I- LES CEREALES

1- GENERALITES

Les céréales représentent, de loin, le groupe de produits végétaux le plus important. Les hydrates de carbone « essentiellement l'amidon » constituent l'élément nutritionnel principal des céréales (KIGALI, 2004).

Les céréales sont des plantes annuelles, appartenant presque toutes à la famille des graminées (KIGALI, 2004). Elles sont cultivées principalement pour leurs grains (DOUMANDJI *et al.*, 2003). Elles sont récoltées dans toutes les régions du monde et constituent la base de l'alimentation de très nombreux peuples sédentarisés (ADRIAN *et al.*, 1995).

Les grains de céréales contiennent 10 à 15 % d'eau, 70 à 76 % de glucides, en particulier sous forme d'amidon, de 8 à 12 % de protéines (et même 14 % dans le blé dur). La teneur en lipides est faible, de 2 à 4 %. Ils sont surtout présents dans le germe et éliminés lors de la mouture (BORNET, 1992).

Les principales céréales destinées à l'alimentation humaine sont : le maïs, le riz, l'orge, l'avoine, le seigle, le sorgho et le blé qui est le plus consommé (HAMZA, 2003).

Le blé, le maïs et le riz sont les trois espèces largement dominantes dans l'alimentation humaine (COLONNA, 2010). Ils constituent la base alimentaire des populations du globe (HENRY et BUYSER, 2001). Durant la civilisation indo-européenne, le blé est devenu la principale céréale des peuples occidentaux (HENRY et BUYSER, 2001). Il est largement cultivé et constitue le tiers de la production globale du maïs et du riz. En 2000, sa production globale était approximativement 571 millions de tonnes pour 211 millions d'hectares (DARYL et GAVIN, 2009).

2- BLE DUR

2.1. Origine et production

2.1.1. Historique

Les trois céréales blé, riz, maïs, appartiennent à la classe des monocotylédones, dont l'origine est très ancienne. Il y a 60 à 70 millions d'années, un chromosome ancestral géant, qui comportait plusieurs centromères, s'est fragmenté en blocs élémentaires. Ces ensembles de gènes se sont réassociés de diverses manières et ont engendré toutes les céréales actuelles (HENRY et BUYSER, 2001).

Le blé est l'une des premières plantes introduites en culture, en raison de nombreux caractères favorables (facilité de stockage et de transport, large zone de culture). Le terme blé

désigne des grains qui, broyés, fournissent de la farine pour des bouillies (polenta), des crêpes (tourteaux), et bien évidemment du pain (HENRY et BUYSER, 2001).

Le blé est originaire du Moyen Orient, du croissant fertile qui englobe l'Iraq, la Turquie, la Syrie, le Liban, la Jordanie et la Palestine (HARLAN et ZOHARY, 1966). Sa culture remonte à 7000 ans avant J.C. (MOULE, 1971).

La culture des blés et leurs traitements sont connus en Afrique du Nord depuis l'antiquité. L'Afrique du Nord a connu plusieurs échanges avec les peuples des différentes rives de la Méditerranée : Phéniciens, Byzantins, Romains, etc. (BAHCHACHI, 2002).

Aux temps les plus anciens, le blé était consommé à l'état de galettes et de bouillies avant que la fermentation spontanée et la cuisson d'une pâte n'aient permis à l'homme de découvrir un produit possédant textures, saveurs et arômes nouveaux, le pain. Des peintures murales témoignent de son existence chez les Egyptiens 1300 ans avant notre ère. (FEILLET, 2000).

2.1.2. Plante et grain de blé dur

Le blé dur (*Triticum turgidum ssp. durum*) est une monocotylédone de la famille des graminées, de la tribu des Triticées et du genre *Triticum*. Cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre (*Triticum aestivum L.*) (ANONYME, 2006).

Selon BOZZINI (1988), il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati.

Le blé dur possède, une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entrenœuds (ANONYME, 2006). Il possède un épi à rachis solide, à glumes carénées jusqu'à la base, à glumelle inférieure terminée par une longue barbe colorée (MAZOYER, 2002).

Les grains sont en réalité une catégorie de fruits secs (caryopse) où les enveloppes des fruits sont soudées intimement à celle de la graine. Les matières de réserve sont rassemblées dans l'albumen (TREMOLIERES *et al.*, 1984).

Les grains de blé dur sont très durs et vitreux et ont un albumen de couleur jaune ambré par opposition à l'albumen blanc du blé commun (ADRIAN, 1994).

Selon THEIL (2004), le grain de blé dur est très différent du grain de blé tendre : il est effilé, pointu, d'aspect vernissé, presque translucide ; sa cassure est vitreuse ou cornée, au lieu d'être farineuse comme celle du blé tendre. Moulu, il donne peu de farine, mais surtout une belle semoule de couleur jaune crème.

Selon les espèces, les dimensions sont 3 à 10 mm de long et 3 à 5 mm de diamètre (MARTIN *et al.*, 1976).

2.1.3. Production de blé dur

a- Production mondiale

Le blé est l'un des principaux produits du commerce mondial. Il est présent dans toutes les parties du monde, où deux espèces sont presque exclusivement cultivées : les blé tendres ou froment (*Triticum vulgare*) destinés à la fabrication des farines panifiables et les blé durs (*Triticum durum*) blé de semoulerie par excellence (CALVEL, 1984).

Les régions bénéficiant d'un climat relativement sec, de préférence aux journées chaudes et aux nuits fraîches, conviennent le mieux à la production du blé dur. Ces conditions confèrent aux grains une grande vitrosité et dureté, qualités qui assurent aux produits à base de blé dur un excellent comportement à la cuisson. Il n'est donc pas étonnant que la production et la consommation des produits à base de blé dur aient commencé dans les régions chaudes et sèches méditerranéennes de l'Afrique du Nord, de l'Europe méridionale, de la Turquie et de la Syrie (LIU, 2000).

La superficie mondiale de blé dur est comprise entre 15 et 20 millions d'ha, dont plus de la moitié est concentrée autour du bassin Méditerranéen et dans les pays du Moyen-Orient. La production mondiale s'élève à environ 30 millions de tonnes (MAZOYER, 2002).

La production mondiale de blé dur en 1998 et 1999 se répartit entre les pays comme l'indique le tableau 1. Comme on peut le constater la production des différents pays n'est pas stable, ceci en raison du fait que cette céréale est produite dans des zones et climats très variables, comme le bassin méditerranéen (MORANCHO, 2000).

FEILLET (2000), indique que l'union européenne est le premier producteur mondial suivi par le Canada et les Etats Unis.

Tableau N° 1: Production de blé dur dans le monde en millions de tonnes.
(MORANCHO, 2000).

PAYS	1998	1999
Union Européenne	8,4	7,4
 Canada	6,1	4,0
 Turquie	4,0	3,5
 Etats-Unis	3,8	3,1
Syrie	2,6	1,5
 Algérie	1,5	1,1
 Maroc	1,5	0,8
Tunisie	1,1	1,2
 Kazakhstan	1,0	1,5
Autres	3,0	2,5
Total	33,0	26,6

b- Production nationale

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (DJERMOUN, 2009).

La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et elle est de caractère essentiellement pluvial. (KELLOU, 2008).

L'Algérie recouvre environ 238 millions d'hectares dont seulement 3 % représentent des terres arables. Environ 8 % (0,6 Mha) des superficies arables totales sont sous irrigation (LIU, 2000).

La production de blé dur a reculé à 0,9 Mt en 1999 – 2000 par rapport à 1,5 Mt en 1998 – 1999 (Tableau 2) en raison des rendements extrêmement faibles causés par la sécheresse (LIU, 2000).

Tableau N° 2 : Superficies, production et rendements du blé dur en Algérie durant la période 1996 à 2007 (MADR, 2007).

Années	Superficies récoltées (ha)	Production (q)	Rendement (q/ha)
1996	1585500	20 345 770	12.8
1997	590 902	4 554 640	7.71
1998	1 707 240	15 000 000	8.79
1999	889 090	9 000 000	10.12
2000	544 470	4 863 340	8.93
2001	1 112 480	12 388 650	11.14
2002	813 890	9 509 670	11.68
2003	1 265 870	18 022 930	14.24
2004	1 307 890	20 017 000	15.13
2005	1 042 894	15 687 090	15
2006	1 162 880	17 728 000	15.2
2007	1 242 870	19 015 911	15.3

Les rendements obtenus sont nettement plus faibles que ceux obtenus dans d'autres pays producteurs de cette céréale.

2.2. Constitution et Composition biochimique d'un grain de blé

2.2.1 Constitution histologique

Pour pouvoir indiquer les variations de la composition biochimique selon la nature des tissus qui constituent le grain, il est nécessaire de préciser au préalable la situation de ses tissus dans le caryopse (GODON, 1998).

Selon CALVEL (1984), le grain comprend trois parties essentielles :

Les enveloppes qui sont constituées par des couches de cellules superposées :

Le péricarpe : enveloppe du fruit qui comprend lui-même trois couches : l'épicarpe, le mésocarpe (cellules transversales), l'endocarpe (cellules tubulaires);

Le tégument séminale et la bande hyaline qui, à eux deux constituent l'enveloppe de la graine;

L'assise protéique, appelée aussi cellule à aleurone, qui botaniquement est la première couche de cellules de l'endosperme et est, de ce fait, différente des autres enveloppes.

L'amande farineuse qui est constituée par des grains d'amidon, enchâssés dans le réseau d'un corps azoté, le gluten.

Le germe qui constitue la future plante, c'est un corps riche en sucres, en matières grasses et en vitamines B et A. (Figure1 et 2).

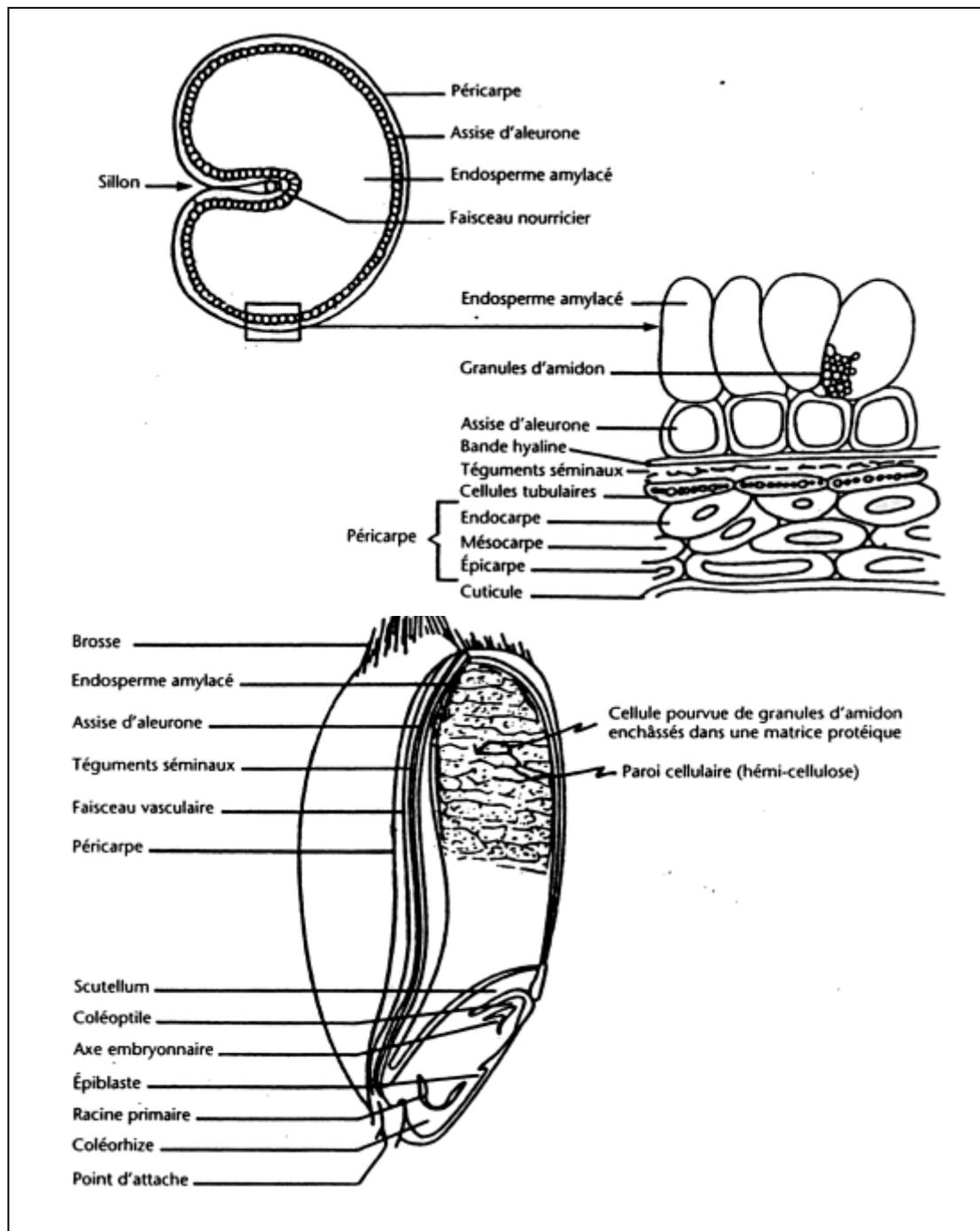


Figure 1 : Structure du grain de blé (BOUDREAU, 1992)



Figure 2 : Grains de blé coupés longitudinalement. On distingue l'embryon (en bas), le reste constitue l'albumen (PRAT *et al.*, 2005).

Le blé dur se différencie du blé tendre par les éléments botaniques suivants :

- un épi à rachis solide, à glumes carénées jusqu'à la base, à glumelle inférieure terminée par une longue barbe colorée;
- un grain très gros possédant un albumen vitreux qui le rend apte à donner des semoules et une teneur plus élevée en protéines (supérieure à 14%).
- un tallage assez faible (MAZOYER, 2002).

2.2.2 Composition biochimique

Les diverses familles de constituants sont représentées dans toutes les parties du grain (GODON, 1991).

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70 %), de protéines (10 à 15 % selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10 %). Les autres constituants, pondéralement mineurs sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (FEILLET, 2000).

Le tableau 3 montre que l'on peut isoler 97 % de l'amidon, 68 % des protéines et 59 % des lipides du grain en séparant l'amande des autres parties, alors que 82 % des constituants pariétaux se trouvent dans les tissus plus périphériques dont seulement 35 % dans la partie protectrice formée par le péricarpe.

Tableau N° 3 : Répartition des constituants dans les différentes parties d'un grain de blé
valeurs de chacun des constituants exprimées en pourcentage de la matière
sèche totale de ce constituant dans le grain (GODON, 1991).

Parties du grain	Amidon	Protéines	Lipides	Cellulose	Minéraux
	Petites glucides			Hémicelluloses Pentosanes	
Péricarpe	0.8	3.7	1.4	35.0	9.7
Tégument séminal	0.2	1.5	1.4	7.8	7.3
Assise protéique	1.4	18.5	22.4	38.9	48.4
Germe	0.7	8.3	15.8	2.0	9.1
Amande	96.9	68.1	59.0	16.3	25.5
	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Dans l'albumen, les vitamines sont en quantité relativement faible. Elles se trouvent principalement dans la zone située entre le tégument séminal et le germe. Seules les vitamines exclusivement liposolubles, comme la vitamine E (α -tocophérol) ne se trouvent que dans le germe (Tableau 4) (GODON, 1998).

Tableau N° 4 : Teneur en vitamines des différents tissus du grain de blé exprimée en milligrammes pour cent grammes de grains (GODON, 1998).

Tissus	Thiamine vitamine B1	Riboflavine vitamine B2	Niacine vitamine PP	Pyridoxine vitamine B6	Acide panthoténique
Péricarpe et tégument	0.06	0.10	2.0	0.60	0.78
Reste de nucelle	1.65	1.00	61.3	3.6	4.5
Albumen					
{- Périphérique	0.03	0.07	1.5	0.06	0.39
{- central	0.01	-	0.5	0.03	-
Germe					
{- embryon	0.84	1.38	5.2	2.11	1.71
{- Scutellum	15.6	1.27	3.8	2.32	1.41

3- SEMOULE DE BLE DUR

La semoule de blé dur est le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum Durum Desf.*) par procédé de mouture ou de broyage au cours desquels le son et le germe sont essentiellement éliminés, le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat (FAO/OMS, 1996).

Les semoules sont classées selon les alvéoles des tamis (VIERLING, 1999). Il ya des grosses semoules qui sont retenues sur un tamis n° 40 (maille de 0.5 mm) et des fines semoules dites propres ou vêtues (SELSELET – ATTOU, 1991).

La composition de la semoule présente une grande variabilité (Tableau 5), cette variabilité peut être due à la variabilité de la composition des grains mais aussi au taux d'extraction des semoules. Une élévation du taux d'extraction, entraine une augmentation de la teneur en cendre, en sucre réducteurs et en cellulose brute, alors que les taux d'azote, d'amidon et de lipides ne sont pas modifiés. De même le taux de phosphore reste inchangé (SELSELET – ATTOU et GUEZLANE, 1990).

La semoule est un aliment presque complet, puisqu'elle comprend à peu près tous les éléments nécessaires à l'homme, sauf les matières grasses (elle en contient seulement 1 à 2 %) (THEIL, 2004).

Tableau N° 5 : Composition chimique de la semoule en g pour 100g

Référence	Eau	Amidon	Glucides disponibles	Fibres	Protéines	Lipides	Cendres
FEINBERG <i>et al.</i>, 1991	9.0	73.6	73.6	4.0	12.5	1.2	-
SOUCI <i>et al.</i>, 1994	13.10	-	68.96	7.12	9.56	0.79	0.47
FAVIER <i>et al.</i>, 1995	11.0	70.4	70.4	4.0	12.6	1.2	0.8

3.1. Valeur semoulière et critères de qualité d'une semoule

La valeur semoulière peut être définie comme étant l'aptitude d'un blé dur à donner un rendement élevé en semoule tout en satisfaisant le consommateur.

Les blés semouliers par excellence sont des blés durs (*Triticum durum*) dont l'amande est d'ordinaire vitreuse. Lorsque ces blés contiennent des grains totalement ou partiellement farineux (mitadinés), leur valeur pour la fabrication des semoules diminue pour deux raisons :

- le rendement en semoule est moins élevé ;
- la présentation et la valeur de celle-ci sont amoindries par la présence de granules blancs, non translucides (BOUDREAU, 1992).

La semoule doit répondre aux besoins des utilisateurs. Si beaucoup de ses caractéristiques dépendent de celle des blés mis en œuvre, d'autres en revanche ne seront déterminées qu'au cours des différentes opérations de la mouture (cas de la granulométrie) (ABECASSIS, 1991) et des technologies de fabrication (NAMOUNE, 1996).

Selon BENBELKACEM (1995), le choix du consommateur se base sur plusieurs critères d'où la nécessité de sélectionner des variétés possédant les qualités requises.

Les ménages recherchent des semoules pures et de couleur dorée, cette semoule doit présenter une granulométrie homogène, quant à la semoule de qualité inférieure, elle est destinée à la fabrication des galettes.

Le semoulier recherche des variétés à poids spécifique élevé du fait que les unités de transformation se basent sur ce paramètre pour la trituration.

Le pastier recherche des semoules pures et non contaminées par le son et dont la qualité des protéines est satisfaisante.

3.2. Principales utilisations de la semoule de blé dur

Selon PORCEDDU (1995), la qualité du blé dur englobe toute une série de caractéristiques qui vont du rendement semoulier jusqu'à l'aptitude à la transformation de la semoule en pâte.

Elle est fonction de l'utilisation que l'on en fait. Or, la presque unique destination du blé dur est l'obtention d'une semoule destinée elle-même à l'obtention de pain ou de galette, de couscous et surtout de pâtes alimentaires. Par conséquent un « bon » blé dur est celui qui satisfera le consommateur final, tandis que le vendeur aussi fabricant de pain, de couscous ou de pâte recherchera une matière première, la semoule, qui lui permettra de transformer convenablement une « bonne » semoule en un « bon » produit fini (TRENTESAUX, 1995).

Avant de connaître les caractéristiques du blé, nos ancêtres le consommaient sous plusieurs formes (pains, couscous, galettes, gâteaux, etc.) (TRENTESAUX, 1979).

Dans le monde, 28 % de la semoule de blé dur est réservée à la fabrication des pâtes, le reste est partagé entre couscous (16 %), pain (24 %) et autres produits (32 %) (QUAGLIA, 1988 cité par HAMZA, 2003). Dans les pays méditerranéens, le blé dur est depuis longtemps employé pour la fabrication de pain, plats traditionnels et d'autres pains de spécialité (QUAGLIA, 1988 cité par JAMES et DEXTER, 2008).

En Algérie, la semoule de blé dur sert à la fabrication des galettes, du couscous, des pâtes alimentaires industrielles et traditionnelles, des pâtisseries et des gâteaux tel que : Besboussa, Makroud, Kalbelouz, Tamina, etc. (NAMOUNE *et al.*, 2000). Ces préparations traditionnelles à base de semoule restent connues, pratiquées, appréciées et considérées comme obligatoires pour toutes les grandes occasions de la vie sociale : couscous de vendredi, repas d'hospitalité, fête religieuses et fête familiales (BENCHARIF *et al.*, 1996).

Parmi ces préparations, le makroud est un gâteau traditionnel très apprécié par les algériens surtout en période de fête.

Le makroud est également orthographié macroude ou makroudh voire makroute. Cette pâtisserie préparée en Tunisie et en Algérie, a fait la réputation de la ville de Kairouan en particulier. Elle est aujourd'hui répandue dans toute l'Afrique du Nord dans des variantes plus ou moins proches (ALLANI, 2008).

II - LA DATTE

1- Origine et production

1.1. Historique

Il y a quelques millénaires, les dattes représentaient déjà un fruit d'excellence chez les Mésopotamiens et les Egyptiens des temps pharaoniques. Offrandes pour les dieux, véritables viatiques accompagnant les morts dans leur périlleux voyage vers l'au-delà, elles étaient aussi la nourriture indispensable pour le commun de mortels (BENCHELAH et MAKKA, 2008).

C'est dans le bassin de l'Euphrate, où furent créées les plus vieilles oasis, se concentreraient les origines géographiques de l'arbre, c'est là qu'il y aurait été domestiqué et cultivé.

Les plantations de dattes les plus importantes se trouvent en Arabie Saoudite. Rien de surprenant puisque les arabes considéraient la datte comme un fruit sacré. Elle est aussi un aliment de consommation courante dans les régions désertiques du Moyen-Orient et de l'Afrique du Nord. A une certaine époque, les nomades arabes passaient de longues périodes dans le désert au cours desquelles ils ne se nourrissaient que de datte et de lait de chameau, et ils restaient en bonne santé (SPILLER et SPILLER, 2007).

1.2. Le palmier dattier et la datte

Le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde. C'est une monocotylédone arborescente, de la famille des *palmeacées* ou *phoenicicacées* sous famille des *coryphinées*, du genre *phoenix* et de l'espèce *phoenix dactylifera* L.. (CHEHMA et LONGO, 2001). *Phoenix*, son genre vient du nom que les Grecs lui attribuaient (il était l'arbre des phéniciens), et *dactylifera* qualifie l'espèce dont « les fruits sont en forme de doigt » (BENCHELAH et MAKKA, 2006).

Le palmier dattier, affectionne les sols sablonneux bien drainés et requiert peu d'humidité et beaucoup de soleil, il tolère un certain degré de salinité (FAO, 1990).

Il constitue la principale source de vie de la population saharienne (CHEHMA et LONGO, 2001).

Le palmier dattier (*phoenix dactylifera* l.) constitue l'une des espèces fruitières dont la culture existe depuis la plus haute antiquité (MUNIER, 1973). C'est un arbre d'un grand intérêt non seulement par sa productivité élevée et la qualité de ses fruits recherchés, mais également grâce à ses facultés d'adaptation aux régions sahariennes, où il permet de créer, au milieu du désert des oasis à mésoclimat favorable à la culture de plusieurs espèces arboricoles, céréalières, fourragères et maraichères, qui lui sont associés chaque fois que les disponibilités en eau le permettent (SAAIDI, 1990).

Le fruit du dattier, la datte, est une baie contenant une seule graine, vulgairement appelée noyau. La datte est constituée d'un mésocarpe charnu, protégé par un fin péricarpe. Le noyau est entouré d'un endocarpe parcheminé (Figure 3 et 4), la couleur de la datte est variable selon les espèces, de jaune plus ou moins clair, à rouge ou noir (MUNIER, 1973)



Figure 3 : Datte ouverte montrant la graine (PRAT *et al.*, 2005)



Figure 4 : Datte ouverte montrant l'endocarpe parcheminé (PRAT *et al.*, 2005)

Selon PEYRON (2000), les dattes sont généralement de forme allongée, oblongue ou ovoïde, mais on rencontre également des dattes sphériques.

Leur longueur : très variable, de 1 à 8 centimètres, leur poids : de quelques grammes (de 1 à plus de 50 grammes), leur couleur : de jaune claire à brun plus ou moins foncé en passant par toutes les teintes de jaune, jaune ambré, orangé, rouge vif, rouge brun, mais également vert, violet, noir, leur consistance : molle ou dure. On distingue en fait quatre catégories de dattes (Tableau 6).

Tableau N° 6 : Catégories des dattes selon leur consistance (PEYRON, 2000).

CONSISTANCE	CATEGORIE
Molle	-Molle
	-Demi-molle
Dure	-Demi-sèche
	-Sèche

On peut aussi classer les dattes d'après leur consistances en molles, demi-molles et sèches (MUNIER, 1973).

- Les dattes molles : Ghars, Hamraya...etc, sont aqueuses, de texture fibreuse. Ces variétés sont pour la plupart, des dattes à sucres réducteurs.
- Les dattes demi-molles : Deglet-Nour, Arecheti...etc. Les sucres sont le plus souvent réducteurs. La majorité des dattes appartiennent à cette catégorie.
- Les dattes sèches : Degla-Beida, Mech Degla...etc, de consistance dure, leur chair a un aspect farineux. Elles sont pour la plupart à saccharose.

Ces trois types de dattes se singularisent par leur teneur en eau et leur proportion en sucres réducteurs et non réducteurs. Les non sucres varient peu d'une famille à l'autre. Les principales caractéristiques en fonction des trois types de dattes sont résumées dans le tableau 7.

Tableau N° 7 : Principales caractéristiques des trois types de datte (SIBOUKEUR, 1994).

Caractère Variété	Teneur en eau	Teneur en sucre réducteurs	Teneur en saccharose	Couleur de la pulpe	Goût	Conservation en l'état
Sèche			+++	Clair-blanc	Acidulé	Très bonne
Demi-molle	++	++	++	Marron clair	Parfumé	Bonne
Molles	+++	+++		Marron foncé-noire	Très parfumé	Mauvaise

2. Production de datte

a- Production mondiale

Quarante et un pourcent (41%) des dattes produites en 2005 dans le Monde (2 074 000 tonnes) venaient du Bassin méditerranéen (Tableau 8), dont une part conséquente en Egypte, premier pays producteur avec 23%. L'Algérie, avec 10% de la production, est au 4ème rang mondial, devancée par l'Iran (20%) et l'Arabie Saoudite (19%) (GIOVE et ABIS, 2007).

Tableau N° 8 : Production annuelle mondiale de dattes en 2005

Source: FAOSTAT 2007 cité par (GIOVE et ABIS, 2007)

PAYS	Quantité de production (1000 tonnes)	(%)
MONDE	5 087	100%
MED.	2 075	41%
Egypte	1 170	23%
Iran	997	20%
Arabie Saoudite	970	19%
Algérie	516	10%
Pakistan	497	10%
Soudan	328	6%
Libye	181	4%
Chine	130	3%
Tunisie	125	2%
Maroc	48	1%

b- Production nationale

L'Algérie est un pays phoenicicol classé au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500 000 tonnes (BOUGUEDOURA *et al.*, 2010).

En Algérie, la culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayates sahariennes (CHEHMA et LONGO, 2001) (Tableau 9).

Les véritables palmeraies commencent sur le versant Sud de l'Atlas saharien, par les palmeraies Deglet Nour de Biskra (Tolga) à l'Est, par celles du M'Zab au centre et de Bni-Ounif à l'Ouest. A l'extrême Sud du Sahara, l'Oasis de Djanet constitue la limite méridionale de la palmeraie Algérienne (BESSAS *et al.*, 2008).

Tableau N° 9: Production des dattes en Algérie de la campagne 2000/2001 en quintaux
(AMELLAL, 2007).

Wilayas	Deglet-Nour	Ghars et analogues (Datte molles)	Degla-Béida et analogues (Dattes sèches)	Total
ADRAR	0	0	572 000	572 000
LAGHOUAT	350	1990	2070	4410
BATNA	210	1430	4870	6510
BISKRA	769 620	134 760	292 280	1196660
BECHAR	0	0	94 890	94 890
TAMANRASSET	0	0	47 930	47 930
TEBESSA	4620	4000	1740	10360
DJELFA	250	100	50	400
M'SILA	0	0	2500	2500
OUARGLA	434 110	207 760	66740	708610
EL-BAYADH	0	8750	0	8750
ILLIZI	90	620	8000	8710
TINDOUF	0	500	0	500
EL OUED	895 450	234920	105 820	1236190
KHENCHELA	1610	4880	1480	7970
NAAMA	0	1690	190	1880
GHARDAIA	106 000	38600	131 400	276 000
TOTAL	2212310	640 000	1331 960	4184270

D'après le tableau 9, près de 58,14 % de la production nationale de dattes est réalisée par les deux wilayas, El-oued (29,54 %) et Biskra (28,6 %). La variété Deglet-Nour, occupe la première place et représente 52,87 %, de la production totale des dattes.

Selon BOUDECHICHE *et al.* (2009), l'Algérie produit près de 500 000 tonnes de dattes par an (ONS, 2006) dont 45 000 tonnes sont des dattes molles destinées surtout à la transformation industrielle en pâte de datte, en vinaigre, en jus de datte (Robb).

3- Principales variétés de dattes en Algérie

Il existe un grand nombre de variétés de dattes d'environ 200 qui se différencient par la qualité de leurs fruits (consistance) et par leur appréciation dans le marché (Tableau 10).

Tableau N° 10 : Principales variétés de dattes algériennes et leur aire de culture. (DUBOST, 1991)

Variétés	Consistance	Aire de culture	Utilisation
<i>Deglet-Nour</i>	Demi molle (T)	Bas Sahara Mzab	Export tout usage
<i>Ghars</i>	Molle (P)	Idem	En pâte (pâtisserie)
<i>Degla-Beïda</i>	Sèche (T)	Oued rhir	Farine
<i>Mech Degla</i>	Sèche (T)	Ziban	Farine
<i>Tante boucht</i>	Molle (P)	Ouargla Mzab	En pâte
<i>Tatezuine</i>	Demi molle (P)	Ouargla Mzab	Fruit frais
<i>Bent Keballah</i>	Molle (P)	Ouargla Mzab	Congelée
<i>Tadala</i>	Molle (N)	Mzab Laghouat	Fruit frais
<i>Timjouhert</i>	Demi molle (N)	Mzab Gourara	Fruit frais
<i>Hmira</i>	Demi molle (N)	Touat, Saoura	Conservation
<i>Tegaza</i>	Demi molle (N)	Tidikelt	Vente/sahel
<i>Tazerzait</i>	Demi molle (N)	Sud ouest	Vente
<i>Ouarglia</i>	Demi molle (N)	Sud ouest	Fruit frais
<i>Tim-nacer</i>	Sèche (N)	Sud ouest	Vente/Sahel
<i>Taker-boucht</i>	Demi molle (T)	Touat, Gourara	Vente locale
<i>Aghrs</i>	Sèche (T)	Touat	Conservation

P : Précoce (Période de récolte en fin Août).

N : Normale (Période de récolte en Septembre).

T : Tardive (Période de récolte en Novembre).

4. Composition biochimique de la datte

La chair de la datte mûre est composée de sucre, d'eau, de cellulose, d'éléments minéraux et de produits divers : protides, lipides, pectines, tanins, vitamines et des produits aromatiques.

Tous les travaux sur l'étude de la composition chimique de la datte ont montré que le sucre et l'eau sont les principaux constituants de la chair (Figure 5).

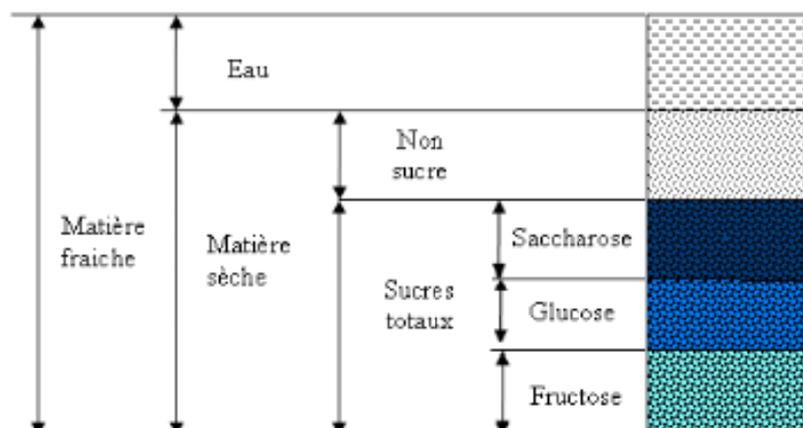


Figure N°5 : Composition biochimique globale de la datte (Sawaya *et al.*, 1982)

4.1 Eau

La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19 % (Tableau 11) (MATALLAH, 1970).

Tableau N° 11 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région
Fliache (Biskra), en % (Kenfhar, 2004 Cité par DJOUAB, 2007)

Variétés	Consistance	Teneur en eau
Deglet-Nour	Demi-molle	22,60
Mech-Degla	Sèche	13,70
Ghars	Molle	25,40

4.2 Sucres

Les sucres sont considérés comme les composants majeurs de la datte. D'après REYNES *et al.* (1996), la datte contient trois sucres majeurs: le saccharose, le glucose et le fructose, ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres tels que le galactose, le xylose et l'arabinose.

Le sucre contenu dans les dattes est principalement un mélange de glucose et de fructose dans lequel la concentration du premier est légèrement supérieure à celle du second (SPILLER et SPILLER, 2007).

Le glucose et le fructose (sucres réducteurs), proviennent probablement de l'inversion du saccharose (non réducteur); puisque l'invertase (enzyme responsable de cette inversion) est décelée à des taux différents dans un grand nombre de variétés de dattes (Hadjari et Kadi Hnifi, 2005 cité par BESSAS *et al.*, 2008).

La teneur en sucres totaux ainsi que la proportion de sucres réducteurs et de saccharose varient selon les variétés dans les limites de 50 à 85% pour les sucres totaux, et de 20 à 60% du poids de la pulpe en sucre réducteurs (Tableau 12) (BESSAS *et al.*, 2008).

Tableau N° 12 : Composition en sucres (g/100g de M.S) des dattes stockées (Sawaya et al., 1982).

Variété	Sucre totaux	Sucre réducteurs	Saccharose
Degla Beida	67	37	28,7
Ghars	62,4	57,4	5
Mech Degla	72	28	42,3
Arechti ou Hamira	66,7	60,4	3,4
Horra	75,6	22,4	38

4.3 Fibres

Les parois cellulaires des dattes sont formées de fibres répandues dans tout le fruit et qui entourent tout les autres composants. Les fibres sont principalement composées de cellulose (insoluble) et de pectine (soluble), mais elles comportent une quantité de lignine inférieure à celle des autres fruits (SPILLER et SPILLER, 2007).

La teneur en fibre dans la datte mûre est comprise entre 2 et 6 % du poids de la chair (BARRVEELD, 1993).

La proportion de cellulose varie selon les variétés, elle diminue chez les variétés de haute qualité comme Dglet-Nour et peut augmenter jusqu'à 10 % chez les variétés communes particulièrement farineuses (ALOGAIDI, 1987).

4.4 Protéines et lipides

Les protéines se trouvent dans la datte à des pourcentages variant de 1 à 3 % et renferment de nombreux acides aminés essentiels (DAWSON et ATEN, 1963).

Selon YAHIAOUI (1998), les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéine, elle varie entre 0,38 et 2,5 % du poids sec. Malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement. Ces protéines jouent un rôle dans le brunissement par la réaction de MAILLARD et dans la précipitation des tanins pendant la maturation (BARREVELD, 1993).

Les lipides sont concentrés dans l'épicarpe (2.5 – 7.5 %), et jouent un important rôle physiologique de protection du fruit. Ils contribuent de 0.1 à 0.4 % à la valeur nutritionnelle de la pulpe de datte. Ces lipides sont constitués essentiellement des acides gras libres : palmitique, caprique et caprylique. Dans une moindre mesure, l'acide laurique, l'acide pélargonique, l'acide myristique ainsi que d'autres acides gras libres (BARREVELD, 1993).

4.5 Minéraux et oligo-éléments

Les constituants minéraux ont été étudiés par plusieurs auteurs. Les cendres représentent approximativement 2 p.cent du poids à l'état frais des dattes mûres (PATRON *et al.*, 1954, YOUSIF *et al.*, 1976a, BOOIJ *et al.*, 1992). Le potassium représente près de 50 p. cent, le Chlore 15 p.cent et le Phosphore 8 p. cent environ. Il y a 5 p. cent de Calcium et 0,5 p. cent de Fer. Les rapports Ca/P et Ca/Mg sont voisins de 2 p. cent ce qui est très intéressant du point de vue nutritionnel (PATRON *et al.*, 1954).

4.6 Vitamines

Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs tout à fait appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe aux métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (TORTORA *et al.*, 1987).

5. Produits à base de dattes

Les variétés communes ne pouvant se vendre en l'état qu'à prix très bas, leur transformation industrielle visant l'obtention de divers produits nouveaux permettrait de mieux les valoriser et de leur trouver un débouché plus rémunérateur (AALEL, 2008).

Au cours de ces dernières années, certains pays, notamment ceux du Moyen-Orient se sont intéressés aux dattes comme aliment de base, non pas en substitut d'autres aliments, mais comme composants essentiels de certaines préparations telles les confiseries et les produits sucrés, les produits de boulangerie et de pâtisserie etc. (BARREVELD, 1993).

5.1 Farine de datte

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliment pour enfant (AIT-AMEUR, 2001 ; KENDRI, 1999) et yaourt (BENAMARA *et al.*, 2004, cité par MESSAID, 2007).

5.2 Sirops, crème et confiture de dattes

Ces produits sont également fabriqués à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière goût de fermentation.

Selon ESPIARD (2002), cette gamme de produits est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte. Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop on peut obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité. Le sirop de dattes est connu depuis longtemps dans la plupart des pays producteurs de dattes. Ce produit est appelé « Robb » en Algérie ou « Debs » en Iraq. Son mode d'obtention diffère d'un pays à un autre, la majorité des procédés utilisés sont primitifs. Seul l'Iraq s'est orienté vers une production industriellement importante du sirop de datte (AGLI, 1995, MUSTAFA *et al.*, 1983 cité par OULAMARA, 2001).

5.4 La pâte de datte et son utilisation

La production de pâte de datte peut être intéressante pour l'utilisation des dattes dont l'aspect externe les rend impropre à la commercialisation.

D'après MUNIER (1973), la pâte de datte peut être confectionnée avec des dattes molles ou demi-molles. Elle permet d'utiliser un mélange de fruits ne pouvant être commercialisés en raison de leurs caractéristiques hétérogènes.

En Algérie, les variétés : Ghars, Tanteboucht, Hamraya et les écarts de triage de Deglet Nour conviennent bien à la fabrication des pâtes de dattes (DUPAIGNE, 1965) .

La fabrication de ce produit débute par un nettoyage, ainsi les dattes sont lavées, dénoyautées et hachées dans un appareil à vis continu. Ensuite une quantité d'eau est ajoutée. Le mélange est pétri au moyen d'un agitateur mécanique à vitesse lente jusqu'à obtention d'une pâte homogène. Le produit ainsi obtenu est malaxé à froid, mis en forme dans un moule en aluminium muni d'un fond amovible que l'on place dans une chambre (75 à 80°C) jusqu'à ce que la consistance soit ferme (10 à 12h de séchage). L'emballage se fait dans des sachets en polyéthylène.

Les pâtes de dattes peuvent être améliorées par addition d'autres produits riches en protéines, lipides et arômes (DUPAIGNE, 1965) et pour leur donner une consistance convenable on rajoute de la farine ou sirop de dattes (MUNIER, 1973).

Ce produit est utilisé en biscuiterie et en pâtisserie pour le fourrage des gâteaux, pour la confection de glaces, sorbets, crèmes...Il peut être consommé pur ou mélangé avec divers produits pour constituer des friandises (DUPAIGNE et MUNIER, 1965).

En Algérie, une pâte de dattes est confectionnée à partir de la variété « Ghars ». Elle se conserve très longtemps. Elle est utilisée dans la confection de gâteaux, « Makroud et rfis » (AZIZA, 2001).

6. Caractéristiques générale de la variété Ghars

La dattes Ghars se caractérise essentiellement par une consistance très molle, à maturité complète. Ses dimensions sont selon BELGUEDJ (2002), les suivantes :

- Un poids moyen de 9 g ; Une longueur moyenne de 4 cm ; Un diamètre moyen de 1,8 cm.

Cette dattes au stade Bser est de couleur jaune, mielleuse au stade Routabe et brun foncé à maturité. L'épicarpe est vitreux brillant, collé et légèrement plissé. Le mésocarpe est charnu, de consistance molle et de texture fibreuse. Le périlanthe est de couleur jaune-clair, légèrement voûté. (BELGUEDJ, 2002).

Parmi les dattes communes molles, la plus répandue est la variété Ghars. Elle est l'espèce dominante dans toutes les palmeraies. Les dattes Ghars sont des fruits de 4 à 5 cm de long à pâte molle, à chair abondante et sucrée et de couleur sombre. L'arbre est prolifique donnant 10 à 24 régimes d'une cinquantaine de kilogrammes chacun. Dans les pays du Tell, les Ghars entrent

avec la semoule dans la confection de la pâtisserie la plus rustique et la plus prisée : le Makroud (Camps, 1995).

Le tableau 13 représente les caractéristiques physicochimiques et morphologiques du cultivar Ghars.

Tableau N° 13 : Caractéristiques morphologiques et physicochimiques de la datte Ghars
(GOURCHALA et HENCHIRI, 2013).

Caractéristiques	Ghars	Caractères
Ph	6,40	< 5,4 : mauvais 5,4 – 5,8 : acceptable > 5,8 : bon
Humidité	26,35 %	< 10 % : mauvais 10 – 24 % : bon 25 – 30 : acceptable > 30 % : mauvais
Sucres totaux	55 %	60 – 70 % : acceptable > 70 % : bon
Longueur du fruits (cm)	4,1	< 3,5 cm : mauvais 3,5 - 4 cm : acceptable > 4cm : bon
Poids du fruits (g)	7,5 g	< 6 g : mauvais 6 – 8 g : acceptable 8 g : bon
Diamètre du fruits (cm)	2,5	< 1,5 cm : mauvais 1,5 – 1,8 cm : acceptable > 1,8 cm : bon
Photo		

III- MATIERES GRASSES

1. Généralités

Les corps gras alimentaires comprennent les huiles et graisses d'origine végétale ou animale, les beurres et les margarines. Les premières sont composées uniquement de triacylglycérols (ou triglycérides) et quelques constituants mineurs, tandis que les beurres et les margarines sont des émulsions d'une phase aqueuse dans une phase grasse, douées de propriétés plastiques (UZZAN, 1992).

Suivant leur consistance et leur origine, les différents corps gras sont connus sous le nom :

- D'huile, corps liquide à la température ordinaire ;
- De beurre ou de graisse, de consistance molle et dont le point de fusion se situe vers 30°C;
- De suif, qui ne fond qu'entre 40 et 50°C (CALVEL, 1984).

Dans cette étude nous avons utilisé la margarine, le beurre, l'huile de table et le smen comme matières premières entrant dans la composition du produit (Makroude) dont nous donnons quelques informations.

- LE BEURRE : Est un produit laitier de type émulsion d'eau dans la matière grasse, obtenu par des procédés physiques et dont les constituants sont d'origine laitière. Il doit présenter pour 100g de produit fini, au minimum 82g de matière grasse lactique et au maximum 2g d'extrait sec non gras et 16g d'eau (CHAMBON, 1992).

C'est la graisse d'origine animale la plus consommée, est l'une des principales sources de vitamine A, dont on connaît les propriétés multiples, en outre, elle est digeste, cette propriété lui étant conférée par la nature de ses acides gras, en revanche, ces derniers sont saturés ; ils représentent donc un danger potentiel sur le plan cardio-vasculaire, d'autant plus que le beurre renferme aussi du cholestérol. (ECK, 1990).

- LA MARGARINE : Est une émulsion du type eau dans l'huile (W/O) qui comprend deux phases essentielles :

- ◆ Une phase continue : LA PHASE GRASSE
- ◆ Une phase dispersée : LA PHASE AQUEUSE

Elle contient aussi des additifs (lécithine, monoglycérides, sel, colorant, antioxydants, conservateurs, vitamines) répartis en partie dans la phase grasse (solubles ou dispersables dans les corps gras) et en partie dans la phase aqueuse (solubles ou dispersables dans l'eau et/ou le lait). La définition complète de la margarine est donc celle d'un système poly-dispersé de corps gras à l'état solide et à l'état liquide, d'eau et/ou de lait, d'ingrédients et quelquefois de bulles de gaz (FAUR, 1992). Le processus de fabrication de la margarine est plutôt simple et constitué de deux phases. La première phase consiste à mélanger de l'eau, du lait et du sel. Puis, durant la deuxième phase, des émulsifiants, des vitamines et de la matière grasse végétale ou animale seront ajoutés. Après l'émulsion de la phase liquide et de la phase huileuse, un refroidissement rapide est effectué (WILLY, 2001 cité par BERTHOUD et REAL, 2008).

- LE SMEN : Est un beurre salé et conservé, c'est un élément important de la cuisson des pays du Nord et du Nord-est. Le Smen est riche en acide butyrique et dégage une odeur forte (HUBERT, 1984). Il est fabriqué pour prolonger la durée de conservation, car le beurre maison s'altère très rapidement et ne peut être conservé à température ambiante (DAGHER, 1991). Actuellement, le terme « Smen » est une marque commerciale indiquant les matières grasses quelque soit leur origine, végétale ou animale, ou les deux. Selon BOULARAK (2005), le Smen est issu de la fusion de la matière grasse laitière anhydre (MGLA) vers 60°- 65°C, suivie d'un conditionnement en pots de un (01), deux (02) et cinq (05) kg. La MGLA utilisée doit avoir une teneur en matière grasse de 99 % et doit être d'origine exclusivement animale.

- L'HUILE : De nos jours, seulement 22 sortes d'huiles végétales sont commercialisées à large échelle. 12 d'entre elles représentent plus de 95% de la production mondiale d'huile végétale. Cette catégorie comprend les huiles provenant de graines comme le coton, l'arachide, le colza, le carthame, le soja et le tournesol, et aussi des arbres comme l'olivier, le cocotier et le palmier. (MUSTAPHA et STAUFFER, 1992).

Elles apportent toutes la même quantité d'énergie car leur teneur en lipides est identique : 100 % de graisses. Par contre, la composition en acides gras est spécifique à chaque huile.

2. Composition générale et caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques des corps gras

2.1 Composition

La composition générale des matières grasses alimentaires est donnée par (ALIAIS et LINDEN, 1997) dans le tableau 14.

Tableau N°14 : Composition générale des matières grasses en pourcentage.

Composants	Beurre et margarine	Huile végétale et animale	Graisses animales
Lipides	82.00	99.9	91.0 – 99.0
Protéines	0.8	0.0	1.0
Glucides	0.8	0.0	0.0
Sels minéraux	0.2	Traces	Traces
Eau	16.0	0.0	1.0 – 8.0

La composition en acide gras du beurre et de la margarine de table végétale est donnée dans le tableau 15, et celle des huiles comestibles est illustrée par le tableau 16.

Tableau N°15 : Composition moyenne en acides gras du beurre et d'une margarine de table végétale (EL KHALOUI *et al.*, 2004).

ACIDE GRAS	BEURRE	MARGARINE DE TABLE VEGETALE
C 6 : 0	2 – 3 %	t
C 8 : 0	1 – 2 %	t
C 10 : 0	2 – 4 %	t
C 12 : 0	3 – 4.4 %	0 – 1 %
C 14 : 0	9 – 13 %	0.4 – 1 %
C 16 : 0	23 – 33 %	18 – 24 %
C 18 : 0	10 – 13 %	6 – 10 %
C 18 : 1	19 – 29 %	35 – 45 %
C 18 : 2	1.3 – 3 %	24 – 28 %
C 18 : 3	0.2 – 0.5 %	0.1 – 0.6 %
C 20 : 0	t	t
C 20 : 1	t	t
C 22 : 0	t	t

Tableau N°16 : Composition en acides gras des différentes huiles.
(Pourcentage en masse) (BALLERINI *et al.*, 2006).

Huiles	Acides gras														Indice d'iode
	C6:0	C8:0	C10:0	C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0	C20:1	C22:0	C22:1	
Colza						5	2,5	59	21	9	< 0,5	1	< 0,5	1	111
Tournesol						6	5	18	69	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1		135
Tournesol oléique						4	4	80	10	< 0,5	1	< 0,5	1		87
Soja						10	4	23	53	8	< 0,5	< 0,5	< 0,5		133
Palme					1	44	6	38	10	< 0,5	< 0,5				50
Palmiste	< 1	4	3	47	16	8	3	16	3						19
Coprah	1	7	6	46	18	9	3	8	2						10
Lin						6	3	19	17	54		< 0,5	< 0,5		187

2.2 Caractéristiques physico-chimiques

Les graisses alimentaires sont essentiellement des triglycérides composés d'acides gras à longueur de chaîne variable, saturés, mono-insaturés ou polyinsaturés (FAO, 1977). Leurs points de fusion dépendent de la longueur des chaînes carbonées des acides gras, ainsi que de leurs taux d'insaturation (DESGREZ, 1994).

Selon DESGREZ (1994), les matières grasses sont caractérisées par les critères suivants :

- Point et plage de fusion ;
- Viscosité ;
- Densité ;
- Composition en acides gras ;
- Insaturation (indice d'iode) ;
- Altération (mesure de l'acidité et l'indice de peroxydes) ;
- Résistance à l'altération.

Le tableau 17 montre les principaux paramètres physico-chimiques de certaines huiles végétales.

Tableau N° 17 : Principaux paramètres physico-chimiques de certaines huiles végétales

(BAIÃO et LJC, 2005)

Paramètres	Unité	Huile de soja brute	Huile de soja dégommée	Huile de palme	Huile d'olive
Humidité	%	0.50	0.50	0.40	-
Acides gras totaux	%	98.0	98.0	98.0	-
Insaponifiables	%	1.5	1.5	1.20	-
Indice de saponification	%	189 – 195	195 – 198	195 – 205	187 – 195
Indice d'iode	g /100g	120 – 140	125 – 135	44 – 58	79 – 89
Peroxyde	meq /1000g	5.0	3.0	5.0	
Acidité totale	%	3.0	3.0	-	0.25 – 3
Densité	g / ml	0.92	0.93	-	0.909 – 0.913
Couleur		Ambre	Ambre	-	

2.3 Caractéristiques rhéologiques

Les caractéristiques rhéologiques des corps gras sont directement liées à la composition chimique. Elles sont très importantes dans leur mise en œuvre.

- **La consistance ou dureté** : La dureté est directement liée à la courbe de fusion du corps gras. Elle se mesure au pénétromètre à une température donnée pour avoir des chiffres reproductibles. Elle peut également s'apprécier manuellement.
- **La plasticité** : La plasticité peut se définir comme la réaction du corps gras aux sollicitations physiques qu'il subit, c'est une caractéristique fondamentale pour les industries céréalières.
- **La reprise** : Elle désigne le temps que met le corps gras à retrouver de la dureté après avoir subi une contrainte mécanique, cette reprise est souhaitée plus au moins lente ou plus au moins marquée selon le type d'article à fabriquer.

- **Les propriétés de texture** : Elles regroupent des caractéristiques immédiatement décelables par examen de la coupe d'un pain brillance, absence de grain collant.
- **Le fondant** : Il est donné par le point de fusion qui doit être le plus bas possible et d'une manière générale inférieure à 37°C.
- **Le pouvoir crémant** : C'est la capacité que représente un corps gras d'incorporer l'air lorsqu'il est battu avec du sucre.

Plusieurs de ces caractéristiques rhéologiques, notamment dureté, plasticité, fondant et reprise peuvent être appréciées à l'examen de la courbe de teneur en solides en fonction de la température (Figure 6) (DESGREZ, 1994).

3. Propriétés fonctionnelles des matières grasses et des huiles et leurs rôles dans la qualité des produits finis (gâteaux, pâtisserie et biscuiterie).

Les matières grasses et les huiles offrent une variété de propriétés fonctionnelles.

- ◆ **Goût** : Participation du gras à la perception en bouche (mouthfeel) et rôle de support d'arôme par « encapsulation » des molécules aromatiques par le gras (Riou *et al.*, 2009).
- ◆ **Texture** : Les points de fusion des matières grasses et, en conséquence, la teneur en cristallins /matières grasses solides d'un système constituent d'importants déterminants de la fermeté, de la résistance à la dent et/ou de la consistance crémeuse d'un aliment. L'interaction des matières grasses et des huiles avec d'autres composants des produits alimentaires est également importante. Par exemple, les matières grasses jouent un rôle de premier plan dans la texture de certains produits de boulangerie comme les gâteaux et les biscuits. La matière grasse enrobe les molécules de gluten et en prévient l'augmentation durant le pétrissage. Cet effet d'« allègement » donne un produit tendre. D'autres exemples pertinents sont les pâtisseries dont les croissants. Dans ces produits, de minces couches de matières grasses sont placées entre les couches de pâte. Ces couches de matières grasses empêchent le développement du gluten entre les couches de pâte ce qui donne une texture feuilletée (LAUTERBACH et ALBRECHT, 1995 cité par SEGALL et SANDERSON, 2001).

- ◆ **Apparence** : Les matières grasses et les huiles rehaussent l'apparence en contribuant au lustre à la surface des produits (GIESE, 1996 cité par SEGALL et SANDERSON, 2001).
- ◆ **Aération** : Les matières grasses aident à aérer, comme dans le cas des produits de boulangerie, l'introduction des matières grasses sert, entre autre, à emprisonner l'air durant le crémage. Cet air emprisonné permet la répartition égale des gaz de levage et de la vapeur d'eau s'échappant durant la cuisson. (GIESE, 1996 cité par SEGALL et SANDERSON, 2001).
- ◆ **Transfert de chaleur** : De toutes les matières premières, la matière grasse est celle qui a le coefficient de conductibilité thermique le plus élevé. Elle peut atteindre et sans altération, des températures relativement élevées (230 à 280°C). On peut donc imaginer que la cuisson d'un produit sera d'autant plus rapide si chaque particule solide de la pâte est en contact avec la matière grasse agent de transmission de la chaleur, et d'autant plus régulière si la phase grasse est moins discontinue, d'où la nécessité d'une bonne dispersion de cette dernière dans la masse pour réaliser une cuisson uniforme (MENARD *et al.*, 1992a).

VI- GATEAU TRADITIONNEL « MAKROUD »

1- Définition de l'aliment traditionnel

Un aliment traditionnel est un héritage bien transmis par voie de succession, c'est aussi un produit patrimonial, historique, typique entouré de savoir-faire (PADILLA, 2001).

Selon TABUNA (2002), un aliment traditionnel est tout aliment d'un pays, endémique ou introduit, connu et utilisé depuis plusieurs années par les populations locales et dont la production s'appuie sur les savoirs et les savoir-faire traditionnels acquis de génération en génération. Cet auteur précise encore qu'un aliment traditionnel est un aliment :

1. Différent et inconnu dans la culture alimentaire des occidentaux ;
2. Véhiculant une culture lointaine ;
3. Permettant de découvrir et de connaître d'autres peuples ;
4. Apportant de nouveaux goûts et de nouvelles saveurs ;

5. Faisant rêver et évoquant la fête ;
6. Evoquant la différence et suscitant la curiosité ;
7. Permettant de varier et de diversifier l'alimentation.

2- Définition du gâteau traditionnel « MAKROUD »

Le Makrou, également orthographié Macroude, Makroud à Alger et à l'est du Maroc (notamment à Oujda), est une pâtisserie préparée en Algérie, en Tunisie, en Libye et au Maroc (ANONYME, 2012).

Selon NAIME (2012), le Makroud est un gâteau traditionnel algérien appelé aussi Makroud, se fait aussi dans tout le Maghreb avec différentes formes et différents ingrédients.

Selon HUBERT (1984), le Makroud est une pâtisserie frite extrêmement courante et typiquement maghrébine, appréciée de tous et consommée en toutes occasions.

Au moyen orient, c'est les Maamouls orientale fourrés à la pâte de datte, ceux sont des petits gâteaux aux dattes traditionnellement roulés à la main, comme les Makroud au Maghreb, ou avec l'emporte pièce adapté au moyen orient (NAIME, 2012).

Généralement la documentation sur le Makroud est très rare, ceci se traduit dans la différence et l'insuffisance des informations sur son origine (algérienne, tunisienne ou marocaine).

Selon ABECASSIS et al. (2012), la plupart des gâteaux traditionnels (Makroud, Bradj...) sont préparés à partir de matières premières très spécifiques : semoule, pâte de datte et eau de fleur d'oranger. D'autres ingrédients sont : Matière grasse, sucre, sel et l'eau. La préparation consiste à mélanger la semoule (de préférence avec des particules de dimension grosses et un taux d'extraction bas) à du sel et à la matière grasse pour obtenir une pâte homogène.

Après un temps de repos de 2-4 heures, un malaxage modéré avec l'addition progressive de l'eau est réalisé, afin d'obtenir une pâte fragile. En même temps la pâte de datte est moulée avec l'addition d'huile et l'eau de fleur d'oranger jusqu'à obtention d'une pâte lisse et très molle.

L'introduction de la pâte de datte dans la pâte de semoule peut être réalisée de deux manières : En faisant des couches superposées (Bradj) ou par remplissage à travers une cavité faite dans la pâte de semoule (Makroud). La forme finale est obtenue par le roulement, l'aplatissement et la coupure. La cuisson est réalisée sur tadjin cas du Bradj ou dans le four cas du Makroud.

3- Consommation et habitudes alimentaire

Les habitudes alimentaires font partie du mode de vie de l'individu. Elles sont définies comme un ensemble de comportements établis très tôt dans la vie (GHADIRIAN et THOUÉZ, 1996).

La consommation des gâteaux traditionnels ne se limite pas aux occasions festives, mais relève d'un « rituel sacré » aux heures du petit déjeuner et du goûter, où un panier de petits gâteaux traditionnels doit impérativement décorer la table des familles algériennes.

Selon DEROUICHE (2003), toutes les ménagères enquêtées préparent plusieurs produits à base de semoule, dont le couscous, la galette et le Makroud occupent la tête de liste des produits préparés (97,3%, 98,3%, 96,3%) respectivement.

L'enquête de consommation du gâteau traditionnel Makroud, réalisée dans la ville de Constantine par MESSAAD (2004), montre que 88 % des ménages préparent le Makroud et 12 % l'achètent.

4- Composition biochimique et conservation

Le Makroud a une valeur nutritive et énergétique importante du fait qu'il est fabriqué à partir de semoule de blé dur, de la pâte de dattes et du gras « Smen » qui est un constituant essentiel de Makroud (Tableau 18).

Tableau N° 18 : Composition approximative pour 100g de Makroud (DAGHER, 1991).

Composants	Valeur
Valeur énergétique (kcal)	432
Humidité (g)	16,2
Protéines (g)	6,9
Lipides (g)	21,3
Hydrates de carbone (g)	54,9

Du point de vue organoleptique, le Makroud a un goût très sucré du fait de l'un de ses constituants essentiels ; la dattes qui apporte un taux élevé de glucose et de fructose, en plus de la quantité apportée par le miel, ajouté après la cuisson du gâteau.

Selon ABCASSIS et al. (2012), le Makroud est de couleur jaune dorée, avec une texture croquante et un goût doux.

Selon ABCASSIS et al. (2012), les gâteaux traditionnels Makroud et Bradj, ont une durée de conservation plutôt longue (5- 7 jours) sans risque de contamination ou d'altération, en raison de leur teneur élevée en gras et en sucres.

CONCLUSION

La semoule de blé dur, la pâte de datte et les matières grasses sont des matières premières qui ont des qualités nutritionnelles très importantes vue leurs compositions.

Ces trois matières entrent dans la composition d'un gâteau traditionnel type « Makroud », ce type de gâteau a été défini par DAGHER (1991) comme suit : Le Makroud est une pâtisserie préparée de datte, très connu en Tunisie et appréciée dans toutes occasions. Il est préparé de semoule fourrée de datte et frie dans une huile végétale.

Plusieurs travaux de recherches sont effectués sur le couscous et les pâtes alimentaires en Algérie et dans d'autres régions du monde. Tandis que pour les autres produits cas du gâteau traditionnel Makroud, les travaux sont presque inexistants.

En effet, en Algérie, une enquête de consommation dans la ville de Constantine, portant sur la fabrication traditionnelle et qualité du Makroud, a été réalisée par MESSAD en 2004, dont les résultats montrent que :

- Le Makroud est le gâteau le plus préféré par rapport aux autres gâteaux pour la majorité des ménages ;
- La semoule utilisée pour la préparation du Makroud est une semoule de granulométrie moyenne (72 %), vient ensuite extra (16 %) et la grosse (9 %) ;
- Le smen est la matière grasse préférée par les ménages pour différentes raisons tel que : son prix raisonnable, confère au Makroud un bon goût, modélable (pâte), par habitudes alimentaires.
- Pour les proportions de la semoule et la matière grasse, l'enquête a montré que :
 - 68% des ménages utilisent trois mesures de semoule pour une mesure de matière grasse ;
 - 17% utilisent trois mesures de semoule pour une mesure et un tiers de matière grasse ;
 - 15% utilisent trois mesures de semoule pour une mesure et un demi de matière grasse.

Ce produit algérien de fabrication traditionnelle n'est pas bien connu, pour cela, nous avons réalisé une étude afin de faire connaître la technologie de fabrication du gâteau traditionnel « Makoud » d'une part, et d'étudier l'impact de quelques types de matières grasses (huile, beurre, margarine et smen) sur la qualité du Makroud d'autre part.

DEUXIEME PARTIE :
ETUDE EXPERIMENTALE

MATERIELS ET METHODES

I. MATERIELS

1. Matériels biologiques

L'étude a porté sur quatre types de matières grasses : Smen, Beurre, Huile et Margarine.

Nous avons utilisé la matière grasse de type végétale sous la dénomination commerciale Smen végétale (100% graisse végétale) produit par « Cevital ».

Beurre : Il s'agit d'une matière grasse animale « beurre laitier de crème pasteurisée 100% naturel » avec une dénomination commerciale « Beurre Laitier Djidjellien » vendu en vrac.

Huile : C'est une huile de tournesol achetée au commerce et produite par « Cevital ».

Margarine : C'est la margarine « Fleurial », 100% végétale garantie en vitamines A, D, E et sans cholestérol.

La semoule de blé dur : Il s'agit d'une semoule supérieure ayant pour origine de production, les moulins de AMOR BEN AMOR, wilaya de Guelma. La semoule est conditionnée dans des sacs en polypropylène tissé de 10 kilogrammes, de couleur jaune claire. D'après les indications de l'étiquette, la semoule est produite le 02 Juin 2010, sans précision sur la variété et l'origine du blé dur.

Pâte de datte : La pâte de datte utilisée est une plaque de poids net de 1kg, de couleur marron, conditionnée dans des sachets en polyéthylène. L'étiquetage indique qu'il s'agit d'une production du 31/ 12/2010 avec dénomination commerciale « SINDBAD ». Ce produit est très utilisé dans les fabrications traditionnelles.

2. Autres ingrédients

Le sel : Sel iodé produit par E.N.A.SEL (Entreprise Nationale du sel) et commercialisé pour usage culinaire.

Eau de fleur d'oranger : Achetée du commerce, sous la dénomination commerciale NAIDJA, d'une contenance de 50 cl, fabriquée par Ets NAIDJA Annaba. La date d'expiration est donnée par la mention : utiliser avant 31/12/2012.

Cannelle et clou de girofle : Sous forme de poudre, achetés du commerce, sous la marque « TACHFINE », conditionnés dans des sachets de 80g par EURL MADINE, BEJAIA. Les dates de conditionnement (DC) et d'expiration(DE) sont : pour la cannelle DC 09/2010, DE 03/2012 et pour le clou de girofle DC 01/2010, DE 07/ 2011.

3. APPAREILLAGES

3.1. Balances

Une balance commerciale électronique est utilisée pour la pesée de la prise d'essai de la semoule. Sa portée est de 5kg.

Une balance analytique de marque SARTORIUS BA 3100P d'une portée maximale de 3100g et d'une précision de lecture de 10^{-2} g, est utilisée pour toutes les pesées de moins de 1kg. Les mesures sont exprimées en grammes.

3.2. Etuve

Etuve à vide isotherme de marque « GALLENKAMP type RV.05 ST », l'étuve est munie de plateaux perforés pour faciliter la répartition uniforme de la chaleur dans toute l'enceinte. La température que l'on veut afficher varie de 30 à 220°C. Elle est utilisée pour le dosage de l'humidité de la semoule.

3.3. Four à moufle

Est le seul outil réglementaire et normalisé pour la détermination du taux des cendres des semoules et farines. Il est de marque « HERAEUS M110 ».

3.4. Four à gaz

Réglé à la température de 300°C pour la cuisson du gâteau.

Les autres ustensiles pour la fabrication du Makroud sont : récipient en inox pour la préparation de la pâte de semoule, récipient en plastique pour le traitement de la pâte de datte, emporte-pièce, couteau, plateau pour cuisson et casserole pour fondre les matières grasses (planche N°1).

PLANCHE N° 1 : USTENSILES POUR LA FABRICATION DU MAKROUD



Photo N°01: Récipient en inox pour la préparation de la pâte de semoule



Photo N°02 : Couteaux et emporte-pièce



Photo N°03 : Récipient en plastique pour le traitement de la pâte de datte

II. Méthodologie

1- Caractérisation physicochimiques et technologiques de la matière première, pâte de semoule et la farce du makroud après cuisson

Les analyses sont réalisées pour la caractérisation biochimique et technologique des matières premières (semoule supérieure, pâte de datte et matières grasses : huile, beurre, margarine, smen). Ainsi que, pour la détermination des composants biochimiques de la pâte de semoule et la farce du makroud après cuisson

Les paramètres dosés pour la semoule, pâte de datte, pâte et farce du makroud après cuisson sont : l'humidité, azote total, lipides totaux, cendres, acidité grasse. Ces dosages sont complétés par les calculs des teneurs en protéines totales, glucides totaux et les énergies métabolisables (énergie protéique, énergie lipidique, énergie glucidique et énergie totale).

A ces déterminations nous avons effectué des calculs concernant la composition biochimique globale du Makroud.

Quant aux différentes matières grasses (Smen, Beurre, Margarine, Huile), les paramètres mesurés sont : l'humidité, acidité, indice de peroxyde, indice de réfraction et l'indice de saponification.

Nous avons réalisé 3 essais pour chaque dosage, les moyennes sont présentées avec les écarts types en pourcent de la matière humide. Pour calculer ces moyennes en pourcent de la matière sèche nous multiplions par $\frac{100}{100-H}$

1-1 Caractéristiques biochimiques de la semoule, pâte de datte, pâte et farce du makroud après cuisson

a- Humidité

La teneur en eau des échantillons a été mesurée dans une étuve à vide isotherme de marque GALLENKAMP type RV.05 ST.

Pour la semoule de blé dur et la pâte du Makroud, l'humidité est mesurée selon la méthode décrite par la norme AFNOR (N F V03- 707). C'est une dessiccation à 130°C d'une prise d'essai de $5 \pm 0,001g$ jusqu'à poids constant (ANONYME, 1991b).

En ce qui concerne la pâte de datte « Ghars », la méthode utilisée est celle de SCHILLER et MAIES (1958) cité par DAWSON et ATEN (1963). La prise d'essai ($5 \pm 0,001g$) subit une dessiccation à 70°C sous un vide relatif (200 mbar) pendant 20 heures. Cependant cette méthode exige une longue durée et ne

convient donc pas pour un contrôle rapide, pour cela nous avons utilisé une méthode rapide de OULAMARA (2001), qui consiste à diminuer le temps de séchage (de 20 heures à 1 heure) en augmentant la température (de 70°C à 100°C). Nous avons donc réalisé une dessiccation à 100°C de la prise d'essai ($5 \pm 0,001$ g) pendant 1heure.

La teneur en eau exprimée en gramme pour 100 g du produit est :

$$H\% = (m_0 - m_1) \frac{100}{m_0}$$

m_0 : est la masse en gramme de la prise d'essai.

m_1 : est la masse en gramme de la prise d'essai après séchage.

b- Cendres

Les cendres sont mesurées par incinération complète jusqu'à poids constant dans un four à moufle modèle HERAEUS M110, d'une prise d'essai de 3g.

Suivant la norme AFNOR (NF. V03 – 760), les cendres de la semoule sont déterminées à 550 ± 10 C° jusqu'à combustion complète de la matière organique et obtention d'une masse constante.

L'incinération des dattes se fait à 550 C° pendant 2 heures environ (LECOQ, 1965a)

Le taux de cendre exprimé en pourcentage en masse est donné par les formules suivantes :

$$\text{Taux rapporté à la matière telle quelle : } C\% = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

$$\text{Taux rapporté à la matière sèche : } \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \frac{100}{100 - H} \quad \text{où}$$

m_0 : est la masse en grammes de la nacelle.

m_1 : est la masse en grammes de la nacelle et de la prise d'essai.

m_2 : est la masse en grammes de la nacelle et du résidu.

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

c- Acidité grasse

L'acidité grasse est l'expression conventionnelle des acides, essentiellement des acides gras libres. Elle est exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100g de matière sèche.

Le dosage de l'acidité grasse de notre semoule supérieure a été réalisé au niveau du laboratoire central SMIDE de Constantine selon la norme Algérienne NA / (N° 06.1997.06), se fait de la manière suivante :

- 50g de semoule sont broyés et homogénéisés ;
- 5g sont prélevés et additionnés à 30ml d'éthanol (95%), puis agités pendant une heure (à l'aide d'un agitateur rotatif mécanique) et ensuite centrifugés dans une centrifugeuse durant 5minutes à 6000 tr/min ;
- 5 gouttes de phénophtaléine sont ajoutées à 20ml du liquide surnageant parfaitement limpide, puis titrés à l'aide d'une micro-burette avec la solution d'hydroxyde de sodium NaOH (0,05N) jusqu'au virage au rose pâle persistant quelques secondes.

Un essai à blanc est effectué parallèlement à la détermination de l'acidité grasse du produit, en remplaçant les 20ml du liquide surnageant par 20ml d'éthanol.

Les résultats sont exprimés par :

$$AG \text{ (en g de H}_2\text{SO}_4 / 100\text{g de matière sèche} = 7,35 \times (V_1 - V_0) T / M$$

V_1 : Volume en millilitre, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour la détermination ;

V_0 : Volume en millilitre, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisé pour l'essai à blanc ;

T : La concentration exprimée en moles / litre de la solution titrée d'hydroxyde de sodium utilisé ;

M : Masse en gramme de la prise d'essai.

d- Azote total et protéines totales

La teneur en protéines est déterminée après dosage de l'azote total selon la méthode de Kjeldahl qui est la plus fréquente.

Nous nous sommes inspirées des directives générales de la norme AFNOR NF V03- 050 de septembre 1970 (AFNOR, 1991d).

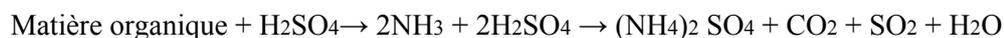
Le principe de la méthode consiste en la minéralisation de l'azote de la matière organique sous l'action de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence d'un catalyseur approprié (mélange de sélénium).

L'azote passe sous forme de sulfate d'ammonium. Après déplacement de l'ammoniac par la lessive de soude, il est dosé par titration, les principales étapes sont :

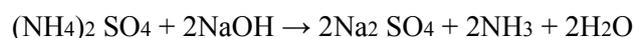
✓ *Minéralisation*

A chaud, l'acide sulfurique concentré (d= 1,98 . 98 pourcent) oxyde la matière organique et transforme l'azote organique en azote minéral.

Avant d'être fixé sous forme de sulfate d'ammonium, l'azote passe d'abord à l'état d'ammoniac.

✓ *Distillation*

L'ammoniac est déplacé de son sel par la lessive de soude (30 pourcent).



Sous l'action de la chaleur, l'ammoniac est libéré de son sel et entraîné avec les vapeurs d'eau. Il est récupéré dans un volume connu d'acide borique (4 pourcent) sous forme de borate d'ammonium.

✓ *Titration*

Le borate d'ammonium est titré avec une solution d'acide sulfurique à 0.01 N en présence de rouge de méthyle (indicateur de PH) et de bleu de méthylène (colorant de contraste) (indicateur de TASHIRO). (KAOURITCHEV, 1983).

La teneur en azote total exprimée en grammes pour 100 g de matière humide.

$$Az = \frac{N \times 14 \times D \times V}{100 \times Pe} \times 100$$

N : Normalité de l'acide titrant ;

14: Masse en gramme d'un atome d'azote ;

V : Volume en millilitre (ml) de l'acide sulfurique utilisé pour titration ;

D : Coefficient de dilution de l'échantillon ;

Pe : Masse en grammes de la prise d'essai.

La teneur en protéines (P %) est calculée en multipliant Az par un coefficient de conversion approprié. Ce coefficient prend en compte la teneur en azote présente dans 100g de protéines.

La FAO (1986), indique un coefficient de 5.70 pour la semoule, les pâtes et le couscous, pour les dattes et farine de dattes, le coefficient de conversion de l'azote total en protéine est de 6.25 (ANONYME, 1991 b).

e- Les lipides libres

Le dosage des lipides libres est réalisé par « Soxtec system HT 1043 extraction unit » appareil d'extraction des lipides.

Le principe est basé sur l'extraction des lipides par le solvant hexane à 140°C d'une prise d'essai de 3g de semoule pendant 1heure de temps, puis une évaporation pendant 1heure pour l'élimination du solvant, enfin la pesée du résidu obtenu.

La teneur des lipides libres est donnée par la formule suivante

$$\text{Matières solubles} = \frac{W3 - W2}{W1} \times 100$$

W3 : Poids de la nacelle après extraction

W2 : Poids de la nacelle avant extraction

W1 : Poids d'essai (masse de l'échantillon 3g)

f- Les glucides totaux

La teneur en glucides totaux (G) a été déterminée par différence :

$$G \% = 100 - (H + P + L + C) \text{ où}$$

H : Humidité, P : Protéines, L : Lipides et C : Cendres.

1-2 Caractéristiques technologiques de la semoule

A- Granulométrie

L'appréciation de la grosseur des particules de la semoule est réalisée par blutage d'une prise d'essai de 100 g, à l'aide d'un planshister de laboratoire animé d'un mouvement mécanique composé d'une série de tamis disposés en une pile allant du plus ouvert 450 µm OM au plus fermé 200 µm OM. L'opération de blutage dure 5 minutes.

Les refus obtenus des différents tamis sont pesés puis convertis en % par rapport au poids de la prise d'essai.

B- Teneur en gluten

Le gluten est estimé par extraction manuelle selon la méthode décrite par KIGER et KIGER (1967). La technique repose sur le fait que le gluten est insoluble dans l'eau salée et qu'il s'agglomère lorsqu'on le malaxe sous un filet d'eau.

La masse plastique obtenue est pesée à l'état humide pour estimer le gluten humide (GH). La dessiccation de la masse à l'étuve à 102°C jusqu'à poids constant, donne le gluten sec (GS).

La capacité d'hydratation du gluten (CH) peut être calculée par la formule :

$$CH\% = \frac{GH - GS}{GH} \times 100$$

C- Extensibilité du gluten

Elle est déterminée selon la méthode de KOZMINA et KRANZ décrite par JAKUBZYK et HABER, 1983 citée par NAMOUNE (1989). Elle consiste à mesurer l'allongement d'une masse de 2kg de gluten sous l'effet d'une charge de 4g dans une solution salée à 2% pendant 2 heures.

Le gluten va s'allonger en fonction de ses qualités. L'extensibilité est exprimée en cm par rapport au point initial, ce qui permet de classer le gluten en 5 catégories :

- 1- Gluten très bon : ne s'allonge pas après 2h.
- 2- Gluten bon : s'allonge jusqu'à 1cm après 2h.
- 3- Gluten doux : s'allonge rapidement (plus de 1cm) après 2h.
- 4- Gluten faible : s'allonge considérablement et se casse avant la fin de l'essai.
- 5- Gluten court : s'allonge peu mais se casse rapidement.

D- Ramollissement du gluten

La méthode utilisée pour la détermination du ramollissement est celle de KRAUZES et al (1966) citée par CHERIET (2000).

Elle est basée sur l'observation du comportement d'une boulette de 5kg de gluten humide dans une atmosphère humide après un temps de 1heure. La différence entre les deux diamètres moyens de la boulette, initiale et finale, donne le ramollissement en mm. On distingue 4 types de gluten :

1- Ramollissement < à 2 mm : gluten ferme, tenace, développement très difficile lors de la fermentation, ce qui donne un pain plat.

2- Ramollissement de 2 à 4 mm : gluten de bonne qualité.

3- Ramollissement de 4 à 8 mm : gluten de qualité moyenne.

4- Ramollissement de 8 à 13 mm : gluten de mauvaise qualité.

1-3 Caractéristiques physicochimiques des matières grasses (huile, beurre, smen et margarine)

Les caractéristiques physicochimiques des matières grasses étudiées, en particulier, la teneur en eau et en matières volatiles, l'acidité, les indices de peroxyde, de réfraction et de saponification ont été déterminés selon des méthodes normalisées par les normes Algériennes IANOR (institut Algérien de normalisation).

a – Humidité

La détermination de la teneur en eau et en matières volatiles des matières grasses : huile, beurre, smen et margarine a été mesurée selon la méthode décrite par la norme NA 272 (N° 11.95.07). Le principe est basé sur le chauffage d'une prise d'essai de 10g dans une étuve réglée à $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 1 heure jusqu'à l'élimination complète de l'eau et des matières volatiles.

La teneur en eau et en matières volatiles, exprimée en pourcentage en masse, est égale à :

$$H\% = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100 \quad \text{où}$$

m_0 : est la masse en grammes du vase en verre ;

m_1 : est la masse en grammes du vase et la prise d'essai avant chauffage ;

m_2 : est la masse du vase et du résidu après chauffage.

b – Acidité

L'acidité des corps gras d'origine animale et végétale est l'expression conventionnelle du pourcentage d'acides gras libres.

L'acidité est déterminée par la méthode titrimétrique, décrite par la norme NA 273 (N° 11.95.03). Elle consiste à dissoudre 2,5g de la prise d'essai dans 50 ml du mélange du solvant « oxyde diéthylique / éthanol à 95 %, puis titrage des acides gras libres présents à l'aide d'une solution d'hydroxyde de potassium à 0,1 mol/l, jusqu'à virage de l'indicateur (coloration rose de la phénolphaléine).

L'acidité exprimée en pourcentage en masse est égale à :

$$V \times C \frac{M}{1000} \times \frac{100}{m} = \frac{V \times C \times M}{10 \times m} \quad \text{où :}$$

V : est le volume, en millilitres, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée ;

C : est la concentration exacte en moles par litre, de la solution titrée d'hydroxyde de potassium utilisée ;

M : est la masse molaire, en grammes par mole, de l'acide oléique ;

M : est la masse, en grammes de la prise d'essai.

c – Indice de peroxyde

L'indice de peroxyde d'un corps gras est le nombre de milligrammes d'oxygène actif par kilogramme de matière grasse oxydant l'iodure de potassium, avec libération d'iode. Il est mesuré afin d'évaluer le degré d'oxydation de l'huile. Il constitue un paramètre de qualité des huiles alimentaires. (AFNOR, 1981)

L'indice de peroxyde est déterminé selon la méthode décrite par la norme Algérienne NA 274 /1995 (N° 11.95.04), suivant les directifs suivants :

Une prise d'essai de 2g est dissoute dans 10 ml du chloroforme dans un flacon tout en agitant ; 15 ml de l'acide acétique et 1ml de la solution d'iodure de potassium, sont ajoutés, le flacon est aussitôt bouché et agité durant 1minute et laissé durant 5 minutes à l'abri de la lumière, à une température comprise entre 15et 25°C ;

Environ 75ml d'eau sont ajoutés. En agitant vigoureusement et en présence de quelques gouttes de l'empois d'amidon comme indicateur, l'iode libéré est titré avec la solution de thiosulfate de sodium 0,002N.

Parallèlement à la détermination, un essai à blanc est effectué.

L'indice de peroxyde, exprimé en milliéquivalents d'oxygène actif par kilogramme d'échantillon, est égal à :

$$\frac{V_1 - V_0}{m} \times T \times 100 \quad \text{où}$$

V₀ : Est le volume en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium, utilisée pour l'essai à blanc ;

V_1 : Est le volume en millilitres, de la solution de thiosulfate de sodium, utilisée pour la détermination ;

T : Est la normalité de la solution de thiosulfate de sodium utilisée ;

m : Est la masse en gramme, de la prise d'essai.

d – Indice de réfraction

La détermination de l'indice de réfraction est réalisée à l'aide d'un réfractomètre type ABBE, susceptible de déterminer l'indice de réfraction à $\pm 0,0002$ près entre $n_D= 1.3000$ et $n_D= 1.7000$. Il est déterminé selon la méthode, NA 278/ 1995 (N° 11.95.08).

L'indice de réfraction est déterminé sur le corps gras parfaitement anhydre et filtré à la température ambiante du laboratoire 20°C.

Il est particulièrement utile car il renseigne sur l'état de dégradation d'une huile. En effet, la présence d'acides gras libres abaisse fortement l'indice de réfraction. (BEREAU, 2001).

e – Indice de saponification

L'indice de saponification est le nombre de milligrammes d'hydroxyde de potassium nécessaire pour saponifier 1g de matière grasse.

Il est mesuré selon les directifs de la méthode décrite par la norme Algérienne NA 276 /1995 (N°11.95.05).

Le principe consiste, à faire bouillir durant au moins 60mn, une prise d'essai de 2g avec 25ml de la solution éthanolique d'hydroxyde de potassium et quelques régularisateurs d'ébullition, puis titrage de l'excès d'hydroxyde de potassium, par la solution titrée d'acide chlorhydrique, jusqu'à ce que la couleur rose de l'indicateur « phénolphtaléine » disparaisse.

Parallèlement à la détermination, un essai à blanc est effectué.

L'indice de saponification est égal à :

$$\frac{(V_0 - V_1) \times T \times 56,1}{m} \quad \text{où}$$

V_0 : Est le volume, en millilitres, de la solution titrée d'acide chlorhydrique, utilisée pour essai à blanc ;

V_1 : Est le volume, en millilitres, de la solution titrée d'acide chlorhydrique, utilisée pour la détermination ;

T: Est la normalité de la solution titrée d'acide chlorhydrique ;

m: Est la masse, en gramme, de la prise d'essai.

2- Critère de choix de la semoule et détermination des proportions des différents ingrédients « recette »

Selon l'enquête d'étude réalisée par Melle MESSAAD en 2004, sur la consommation et la fabrication du Makroud dans la wilaya de Constantine. En se basant sur les résultats de cette dernière concernant surtout, les critères de choix de la semoule et les proportions des ingrédients (semoule/matière grasse), pour la fabrication du Makroud. Nous avons utilisé dans notre étude une semoule supérieure de granulométrie moyenne, et selon la nature et la qualité de cette semoule, nous avons effectué des modifications de la recette courante, c'est-à-dire la recette la plus pratiquée par les ménages enquêtés ;

Au lieu de trois mesures de semoule pour une mesure de matière grasse nous avons utilisé deux mesures et demi de semoule pour une mesure de matière grasse, afin d'obtenir un Makroud de très bonne texture.

Avant de procéder à la fabrication des quatre types du Makroud, nous avons réalisé deux essais préliminaires, pour avoir une idée sur la texture et la qualité du Makroud.

Le premier essai est réalisé avec deux mesures et demi de semoule supérieure tamisée (élimination de la grosse graine) pour une mesure de matière grasse « Smen » ;

Le second est réalisé avec deux mesures et demi de la même semoule non tamisée (telle quelle est) pour une mesure de matière grasse « Smen ». Pour ces deux essais nous avons choisi le Smen comme matière grasse puisque c'est le plus fréquent et le plus couramment utilisé pour la préparation de ce gâteau.

Afin d'étudier l'impact des différentes matières grasses (beurre, Smen, margarine, huile) sur la qualité et la texture du gâteau, nous avons fixé la quantité de la semoule et la quantité du gras utilisé, tandis que la quantité d'eau est variable, elle varie selon le type et la nature de la matière grasse.

3- Description de la fabrication du Makroud

Les étapes de préparation des quatre types du Makroud (à base du Smen, huile, beurre, margarine) sont les mêmes.

Le diagramme de fabrication peut être illustré par les photographies de la planche N° 2 et 3.

1- Préparation de la pâte de semoule

Dans un récipient, on met la semoule préalablement mesurée, on fait un trou et on verse au milieu le gras (smen, huile, beurre, margarine) fondu et légèrement refroidi, puis on mélange bien la semoule avec la matière grasse en frottant avec la paume des mains. Ensuite on ajoute un peu de sel (selon le goût) et peu à peu l'eau tout en malaxant le mélange pour l'obtention d'une pâte molle facile à manipuler. Enfin on laisse la pâte au repos pendant 1 heure. (Planche N° 2).

2- Préparation de la farce (Ghars)

Dans un autre récipient, on mélange la pâte de datte nettoyée et hachée avec les épices : cannelle, clou de girofle et on pétrit le tout en ajoutant de l'eau de fleur d'oranger jusqu'à obtention d'une pâte molle et lisse (planche N°3).

3- Mise en forme

On prend une quantité de la pâte de semoule, on la malaxe entre les mains pour combiner les composants entre eux, puis on forme un boudin, on le creuse au milieu, on place la pâte de datte dedans et on ferme. Ensuite le boudin fermé est enroulé pour avoir un bâton allongé, ce dernier est aplati à l'aide d'un emporte-pièces spécifique au Makroud. Enfin les empreintes des losanges sont coupées et placées côte à côte dans un plateau afin d'éviter la combustion de la farce visible du côté largeur du produit. (Planche N° 3).

4- Cuisson

Lorsque le plateau est rempli, nous l'introduisons dans un four à gaz préalablement chauffé (250 à 300 °C).

Le temps de cuisson est déterminé lorsque le gâteau présente une belle couleur dorée avec le dégagement d'odeur particulière du Makroud.

5- Refroidissement

Après la cuisson, le Makroud est refroidi à la température du laboratoire.

DIAGRAMME DE PREPARATION DES MAKROUDS

PLANCHE N° 2 : PREPARATION DE LA PATE DE SEMOULE

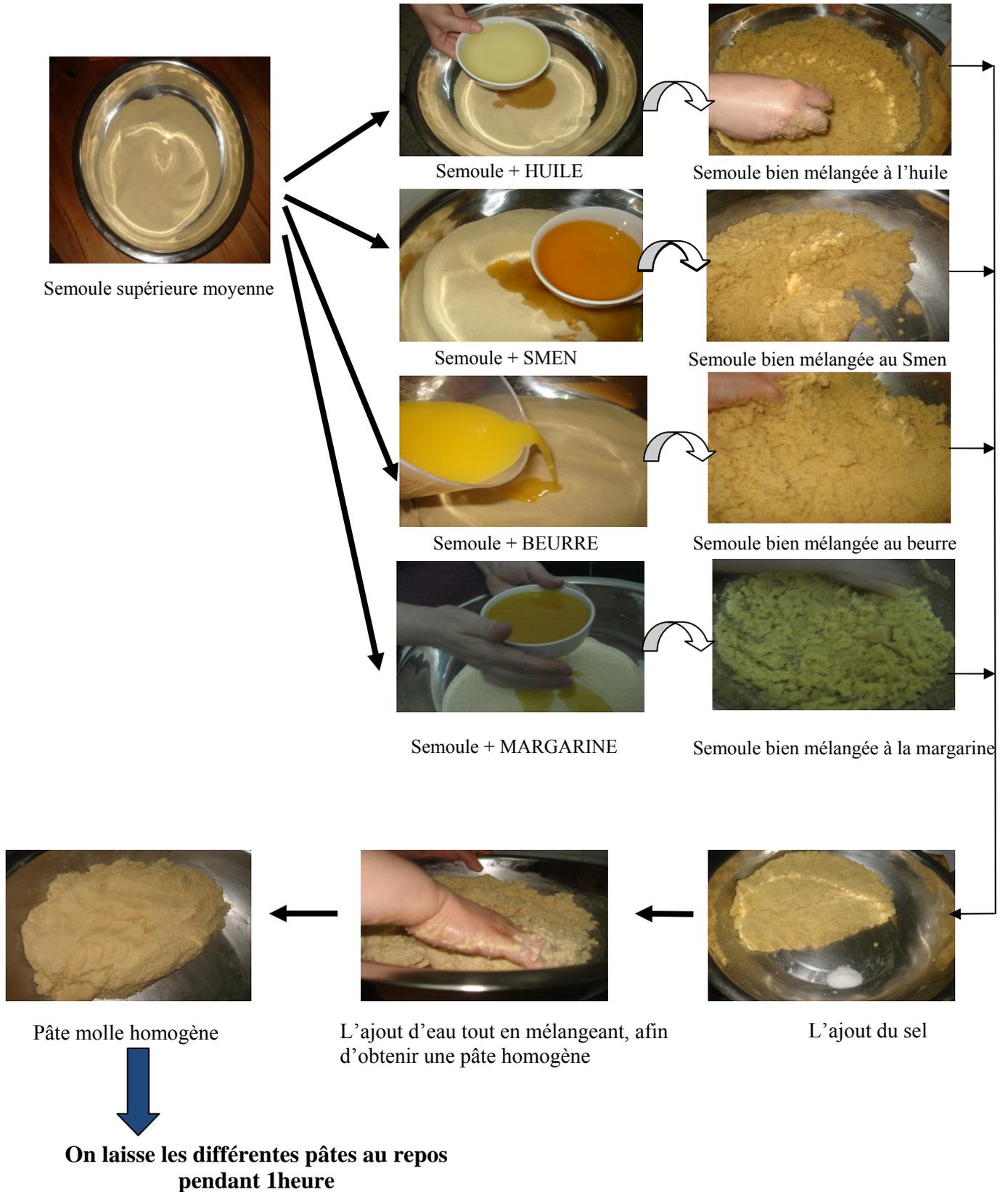


PLANCHE N° 3 : PREPARATION DE LA PATE DE DATTE ET MISE EN FORME DES MAKROUD



Pate de datte traitée (Ghars + cannelle + clou de girofle + eau de fleur d'oranger)



Boudin creusé au milieu



Pâte de datte placée dans le creux



Après fermeture rouler le boudin



Emplacement des losanges dans un plateau



Couper les losanges formés



Aplatir le boudin à l'aide de l'emporte-pièces



Cuisson dans un four à gaz chauffé à 300°C, jusqu'à l'obtention d'une couleur dorée avec le dégagement d'une odeur particulière du gâteau « Makroud »

4- Caractérisation biochimiques et technologiques des Makroud

4-1 Détermination de la composition biochimique du Makroud

Pour déterminer la composition biochimique du Makroud, il faut d'abord connaître la proportion de la farce et de la semoule pour chaque losange. On peut en déduire le pourcentage des composants pour 100g du makroud par la règle de trois. A partir de la composition biochimique moyenne de chaque proportion, on peut facilement déterminer la composition globale de notre gâteau.

4-2 Calcul de la densité énergétique (DE)

La densité énergétique (DE) est la quantité d'énergie métabolisable de 100g d'aliment. Elle est exprimée en KJ et en Kcal (Kcal = 4,18 KJ). La DE n'est autre que le potentiel énergétique de 100g de produit.

Pour la détermination de la DE, il faut au moins connaître les teneurs en nutriments majeurs protéines totales, lipides et glucides totaux, nous avons utilisé les coefficients d' ATWATRE pour la conversion des nutriments majeurs en énergie soit (4 Kcal/g de protéine, 4 Kcal/g de glucides et 9 Kcal/g de lipides totaux).

4-3 Caractérisations technologiques des Makroud produits

A- Détermination de l'humidité de la face supérieure et inférieure de la pâte de semoule et l'humidité de la pâte de datte « farce » après cuisson

Après cuisson du gâteau, nous avons séparé les deux faces (face supérieure et inférieure) du Makroud de la couche du « Ghars » pâte de datte, dont le but de mesurer l'humidité de ces trois couches. Le résultat est la moyenne des trois essais.

Nous avons aussi déterminé le taux des protéines, lipides et cendres des pâtes des makrouds et de leur farce après cuisson.

B- Dimensions du Makroud

Pour caractériser le makroud des 4 recettes avant et après la cuisson, nous avons mesuré la longueur des deux coté du gâteau (L1 et L2), l'épaisseur de la pâte de semoule face supérieure (Es), l'épaisseur de la pâte de semoule face inférieure (Ei) et l'épaisseur de la farce « Ghars » du gâteau « Makroud ». Ces mesures sont complétés par le calcul de la surface des makroud (L1x L2). Toutes ces mesures sont déterminées à l'aide d'une règle graduée en cm.

C- Masse du Makroud

La masse est obtenue par la pesée du makroud une heure après refroidissement. La masse retenue est la moyenne des six essais.

D- Volume du Makroud

La méthode utilisée pour la détermination du volume est celle de JACKUBCZYK citée par NAMOUNE (1989).

Consiste à prendre un récipient possédant un volume plus important pour le Makroud, le remplir de petits grains légers et ronds (couscous), faire l'arasement des grains avec une règle, ensuite récupérer le contenu dans un autre récipient, en évitant la perte des grains. Puis déposer le Makroud dans le récipient vide et le remplir de nouveau en y versant les grains de couscous et araser une seconde fois. Verser le reste du couscous dans une éprouvette graduée et lire directement le volume du Makroud sur l'échelle de l'éprouvette graduée.

Le volume final est la moyenne des 6 valeurs.

E- Masse volumique du Makroud

La masse volumique « ρ » d'un produit est le rapport de son poids « M » à son volume « V »

$$\rho = M/V$$

Le poids étant exprimé en g

Le volume étant exprimé en cm^3

F- Consistance du Makroud

La consistance du makroud est déterminée par la chute libre de ce dernier d'une hauteur de 50cm et une hauteur de 100cm, après une heure de refroidissement du makroud.

5- Etude de la qualité culinaire du Makroud

La qualité culinaire du Makroud est déterminée par le :

- Temps de cuisson
- Perte en masse
- Analyses sensorielles

5- 1 Temps de cuisson et perte en masse

Le temps de cuisson est déterminé dès la mise au four jusqu'à l'obtention d'une couleur dorée du produit.

La perte en masse est basée sur la mesure de la masse du Makroud avant la cuisson et après 1 heure de refroidissement.

5- 2 Analyses sensorielles

Notre objectif consiste à :

- Evaluer la qualité du Makroud
- Comparer entre quatre Makroud différents (à base d'huile, margarine, Smen, beurre)

A- Etablissement du questionnaire

Le test choisi est celui de la notation utilisant une échelle numérique, il est recommandé pour évaluer l'intensité d'une ou plusieurs propriétés.

B- Description du questionnaire

Le questionnaire comprend les paramètres recherchés numérotés selon leur intensité (planche N°4). Les nombres utilisés formant une échelle d'intervalle classée comme suit :

[7- 6] → Très bon

[5 - 4] → Bon

[3- 1] → Mauvais

Planche N°4 : Bulletin de réponse pour l'épreuve sensorielle du Makroud

Nom :	Prénom :	Date :																
<p>Quatre Makroud sans miel vous sont proposés. Il vous est demandé d'évaluer leurs caractéristiques (couleur, odeur, goût, cuisson et texture) au moyen des notes ci-après.</p> <p>Couleur : (couleur de la surface supérieure et inférieure du makroud)</p> <p>6 - 7 → Très bonne couleur du Makroud (jaune dorée uniform)</p> <p>4 - 5 → Bonne couleur (marron claire)</p> <p>1 - 3 → Mauvaise couleur (blond = jaune pâle, brun)</p> <p>Odeur :</p> <p>6 - 7 → Odeur caractéristique du Makroud</p> <p>4 - 5 → Odeur peu modifiée</p> <p>1 - 3 → Odeur particulière (odeur du brûlé, du rance...)</p> <p>Goût :</p> <p>6 - 7 → Goût caractéristique du Makroud</p> <p>4 - 5 → Goût peu modifiée</p> <p>1 - 3 → Goût particulière (goût acre = goût du rance)</p> <p>Texture :</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Notes</th> <th style="width: 35%;">Pâte à base de semoule</th> <th style="width: 35%;">Pâte de datte</th> <th style="width: 15%;">Makroud</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6 - 7</td> <td>Friable et compacte</td> <td>Tendre</td> <td>Très bonne texture</td> </tr> <tr> <td>4 - 5</td> <td>Peu friable et compacte</td> <td>Moyennement tendre</td> <td>Bonne texture</td> </tr> <tr> <td>1 - 3</td> <td> <div style="display: flex; align-items: center;"> { <div style="margin-left: 5px;"> <p>Excessivement sablée et non compacte</p> <p>Non friable et dure</p> </div> </div> </td> <td> <p>Ferme</p> <p>Ferme</p> </td> <td>Mauvaise texture</td> </tr> </tbody> </table> <p>Cuisson :</p> <p>6 - 7 → Très bonne cuisson du Makroud (cuisson uniforme avec une couleur jaune dorée)</p> <p>4 - 5 → Cuisson moyenne du Makroud (légèrement surcuit avec une couleur marron claire)</p> <p>1 - 3 → Mauvaise cuisson du Makroud (très insuffisamment cuit, surcuit)</p> <p>Quel est le meilleur produit ?</p>			Notes	Pâte à base de semoule	Pâte de datte	Makroud	6 - 7	Friable et compacte	Tendre	Très bonne texture	4 - 5	Peu friable et compacte	Moyennement tendre	Bonne texture	1 - 3	<div style="display: flex; align-items: center;"> { <div style="margin-left: 5px;"> <p>Excessivement sablée et non compacte</p> <p>Non friable et dure</p> </div> </div>	<p>Ferme</p> <p>Ferme</p>	Mauvaise texture
Notes	Pâte à base de semoule	Pâte de datte	Makroud															
6 - 7	Friable et compacte	Tendre	Très bonne texture															
4 - 5	Peu friable et compacte	Moyennement tendre	Bonne texture															
1 - 3	<div style="display: flex; align-items: center;"> { <div style="margin-left: 5px;"> <p>Excessivement sablée et non compacte</p> <p>Non friable et dure</p> </div> </div>	<p>Ferme</p> <p>Ferme</p>	Mauvaise texture															

Caractéristiques	Produit A	Produit B	Produit C	Produit D
Couleur				
Odeur				
Goût				
Cuisson				
Texture				
	<i>Produit A</i>	<i>Produit B</i>	<i>Produit C</i>	<i>Produit D</i>
Pâte de semoule				
Pâte de datte				
Makroud				

C- Choix du jury

Le panel est constitué de 7 sujets féminins et 3 sujets de sexe masculin, étudiants en graduation et en postes graduation de l'institut de Nutrition, de l'Alimentation et des Technologies Agro-Alimentaires (I.N.A.T.A.A) de l'Université Mentouri Constantine, ayant l'habitude de consommer le Makroud, et recrutés selon leur motivation et leur disponibilité pour participer au test.

Il faut recommander aux dégustateurs d'éviter l'utilisation de produits à l'odeur prononcée, comme les savons, les lotions et les parfums avant de participer à un panel et d'éviter de manger, de boire ou de fumer au moins 30 minutes avant de procéder aux essais.

D- Déroulement de l'essai

Les essais ont été réalisés au niveau du laboratoire de l'INATAA, le matin de 10 à 11 heures et de 14h à 17h.

Les sujets entrant un par un dans le laboratoire pour effectuer l'évaluation sensorielle.

Chaque sujet dispose de quatre types de makroud présentés dans des assiettes, d'un verre d'eau pour le rinçage après chaque dégustation et d'un formulaire de réponse.

Les objectifs de l'essai et la manière de remplir le formulaire sont rappelés à chaque essai, il est demandé d'examiner les gâteaux et de noter chaque critère par ordre décroissant (7 très bon ; 1 mauvais).

Les échantillons A, B, C, D, peuvent être examinés dans n'importe quel ordre, les réponses sont notées sur le bulletin (Annexe1).

E- Analyse des données

Les résultats ont été traités par deux analyses indépendantes à l'aide d'un logiciel statistique XLSTAT (2008). La première analyse permet de déterminer par la méthode de L'ANOVA la signification des différences (le seuil de signification a été fixé à 0,05) d'un type du Makroud à un autre, et d'une caractéristique sensorielle à une autre au sein d'un même produit. La deuxième analyse permet par la méthode d'analyse en composantes principales (ACP) de réduire un système complexe de corrélations en un plus petit nombre de dimensions dont le but est de visualiser la corrélation entre les paramètres physicochimiques et les paramètres sensoriels.

Remarque

A : Makroud à la margarine; B : Makroud au beurre ; C : Makroud à l'huile ; D : Makroud au smen

TROISIEME PARTIE :
RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES MATIERES PREMIERES

Les caractéristiques physico-chimiques des matières premières, semoule de blé dur, pâte de datte et les matières grasses, sont présentées dans les tableaux 20, 21, 22 et 23. Hormis l'humidité, les résultats sont exprimés en p.cent de la matière sèche pour nous permettre de faire des comparaisons objectives et d'éviter les biais apportés par les différences d'humidité.

1.1. Caractéristiques physicochimiques et technologiques de la semoule de blé dur

1.1.1 Caractéristiques physicochimiques de la semoule

Les résultats des différentes analyses physico-chimiques sont groupés dans le tableau N° 19.

Tableau 19 : Caractéristiques physico-chimiques de la semoule de blé dur en p.cent de la matière sèche.

Paramètres	Moyenne \pm Ecart type	Minimum	Maximum
Humidité (n= 4)	13,75 \pm 0,19 %	13,60 %	14,00 %
Cendres (n= 3)	0,95 \pm 0,09 %	0,89 %	1,05 %
Acidité grasse (n=3)	0,028 \pm 0,0007 %	0,0273 %	0,0287 %
Protéines (n= 3)	14,72 \pm 0,46 %	14,20 %	15,08 %
Lipides (n= 5)	0,91 \pm 0,61 %	0,41 %	1,96 %
Glucides totaux (n= 3)	82,95 \pm 0,37 %	82,64 %	83,11 %

Les glucides totaux de la semoule sont obtenus par calcul.

A- Humidité

Le dosage de l'humidité donne un résultat de 13,75 % \pm 0,19 pour le lot de la semoule supérieure utilisée. Ce taux d'humidité est inférieur à 14,5%, valeur maximale tolérée par la FAO/OMS (1996) pour les semoules. Notre semoule est donc apte à une longue période de conservation (GODON, 1985).

En pratique la teneur en eau des grains de céréales la plus favorable pour l'entreposage est de 10 à 15 % (SELSELT-ATTOU, 1991). Pour la semoule de blé dur, la teneur en eau ne doit pas excéder la valeur de 14,5 % pour une meilleure conservation (arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage).

B- Cendres

La teneur en cendres d'une farine ou d'une semoule peut être considérée comme un des critères les plus importants de sa pureté (CALVEL, 1984).

Selon GODON (1998), le taux de cendres varie dans le grain, il varie aussi selon la variété de blé, la région de culture, les méthodes culturales, l'origine histologique et l'année de récolte.

Le taux de cendres de la semoule supérieure utilisée est de $0,95 \pm 0,089$ % ms. Cette valeur est légèrement élevée par rapport aux normes fixées par l'arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage, où le taux de cendres rapporté à la matière sèche d'une semoule supérieure est de 0,90 % maximum avec une tolérance de 0,02 %.

Selon le même arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage, la semoule supérieure de blé dur « grosse » doit présenter un taux de cendres de 1,00 % avec une tolérance maximale de 0,02 %.

Un taux de cendres élevé se traduit par la présence de piqûres noire dans la semoule et dans les pâtes alimentaires, ce qui compromet les caractéristiques organoleptiques du produit (couleur, etc).

C- Acidité grasse

L'évolution de l'acidité grasse est une des manifestations les plus sensibles des modifications biochimiques que subit un produit, au cours du temps. La détermination de l'acidité grasse constitue souvent le test le plus utilisé pour apprécier leur état de conservation (GERMAIN *et al.*, 1968).

Les résultats présentés dans le tableau 20, montrent que la semoule de blé dur possède un taux d'acidité de $0,028\% \pm 0,0007$ de matière sèche, cette valeur est inférieure à celle fixée par l'arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage, (N° JORA : 055 du 20- 08 -1997) qui est de 0,055% de matière sèche maximum.

L'indicateur de la qualité présenté par le taux d'acidité a dénoté donc une valeur conforme mettant en évidence une production n'ayant pas subi d'altération.

D- Protéines

Par leur propriétés physico-chimiques, les protéines du blé rendent possible la préparation d'une grande variété d'aliments parmi lesquels les divers types de pains et pâtes alimentaires.

Les résultats obtenus montrent que la teneur moyenne en protéines de la semoule supérieure utilisée est de $14,72 \pm 0,46$ % de ms. Cette teneur est supérieure à celle citée par FEINBERG *et al.*, (1991) avec une teneur de 12, 5 % de ms. Donc notre semoule présente un taux de protéines élevé avec une qualité nutritionnelle appréciable.

Selon GODON (1998), l'augmentation du taux d'extraction provoque un accroissement de la teneur en fibres, en matière minérales et en protéines.

Selon IDIR (2000) cité par DEROUICHE (2003), une teneur en protéine supérieure à 13 % conduit à un produit satisfaisant et une teneur inférieure à 11% donne un produit de qualité médiocre. La semoule étudiée semble satisfaisante.

E- Lipides libres

La teneur en lipides libres de notre semoule est de $0,91 \pm 0,61$ % ms. Cette valeur est proche à celle citée par SOUCI *et al.* (1994) avec une teneur de 0,90 % ms.

F- Glucides totaux

La teneur en glucides totaux de la semoule rapportée à la matière sèche est de l'ordre de $82,95 \pm 0,37$ % ms. Cette valeur est légèrement supérieure à celle donnée par BORNET (1992) avec une teneur de 70 à 76 %, et à celles donnée par SOUCI *et al.* (1994) et FEINBERG *et al.* (1991) avec des teneurs de 68,96 et 73,6 respectivement. Cela peut être expliqué par la différence des taux d'extraction et aussi peut être due à la composition chimique du grain de blé qui est influencées à la fois, par la variété et par les conditions de culture (climat, sol, quantité de précipitations qui contribuent à l'augmentation de la teneur en glucide) (BAHRI, 1987).

1.1.3 Caractéristiques technologiques de la semoule

a- Granulométrie

La granulométrie des semoules varie beaucoup en fonction des marchés et usage locaux. La technique de mesure la plus courante est le tamisage qui se pratique à sec sur un échantillon de semoule (ABECASSIS, 1991)

Les résultats montrent que le pourcentage de refus au tamis dont l'ouverture de maille est de $450\mu\text{m}$ de notre « semoule supérieure » est de 75,80 %, le reste passe à travers ce dernier, dont 22,48 % sont retenus au tamis dont l'ouverture de maille est de $200\mu\text{m}$.

D'après l'arrêté interministériel du 25 mai 1997, relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage (N° JORA : 055 du 20- 08 -1997), l'article 5 : la granulométrie des semoules de blé dur, est déterminée comme suit :

- Semoule grosse : Passage total au tamis 1220 microns ;
 Refus total au tamis 710 microns ;
 Tolérance d'extraction 3 % maximum.
- Semoule moyenne : Passage total au tamis 950 microns ;
 Refus total au tamis 450 microns ;
 Tolérance d'extraction 5 % maximum.
- Semoule fine : Passage total au tamis 630 microns, avec une tolérance de 5 % ;
 Refus total au tamis 155 microns ;
 Tolérance d'extraction 15 % maximum.

Selon nos résultats et en se comparant à l'arrêté cité au dessus, on peut dire que notre semoule est de granulométrie moyenne.

b- Teneur en gluten et ses propriétés rhéologiques

Le taux de gluten de la semoule utilisée et ses caractéristiques rhéologiques sont représentées dans le tableau N°20.

Tableau N°20 : Caractéristiques rhéologiques du gluten

Gluten humide %	(n= 4)	38,8 ± 1,46
Gluten sec % (ms)	(n= 4)	11,5 ± 0,68
Coefficient d'hydratation %	(n= 4)	70,37 ± 0,73
Extensibilité (cm)	(n= 4)	1,45± 0,35
Ramollissement (mm)	(n= 5)	8,7± 0,9

La teneur en gluten humide de la semoule est fonction de sa richesse en protéines (OHM et CHAUG, 1999).

Le gluten joue un rôle multiple grâce à ses propriétés rhéologiques, sa composition protéique lui permet de fixer deux à trois fois son poids en eau (GODON, 1998).

A l'état humide le gluten contient 66 à 67 % d'eau (GODON, 1991).

La teneur en gluten sec des semoules de blé dur doit être au minimum de l'ordre de 11 % ms (KIGER et KIGER, 1967).

Nos résultats concernant le gluten humide et le gluten sec sont conformes avec ceux des auteurs précédemment cités.

La capacité d'hydratation a un intérêt technique, elle permet de déterminer la quantité d'eau à ajouter à la pâte (BAR, 1995). La capacité d'hydratation d'un gluten normal est de l'ordre de 66 % et peut atteindre jusqu'à 69 % (HUDRY, 1994). Les résultats obtenus montrent que la capacité d'hydratation du gluten de notre semoule est de $70,37 \pm 0,73$ proche de celle citée précédemment.

Le gluten de la semoule étudiée présente une extensibilité de $1,45 \pm 0,35$ cm, cette valeur lui permet d'être classé selon l'échelle de KOSMINA et KRANZ cité par NAMOUNE (1989) dans la catégorie des glutens bons et doux. Le ramollissement est de $8,7 \pm 0,9$ mm, lui permet d'être classé parmi les glutens de qualité moyenne, selon l'échelle établie par KRAUZES *et al.* (1966) cité par CHERIETE (2000). Mais pour la préparation de ce type de gâteau « makroud », il n'est pas obligatoire d'utiliser une semoule possédant un bon gluten dans la mesure où le produit ne subit pas de fermentation et n'exige même pas la formation d'une pâte élastique.

1.2. Caractéristiques physicochimiques de la pâte de datte

Tableau 21 : Caractéristiques physico-chimiques de la pâte de datte.

Paramètres	Moyenne \pm Ecart type	Minimum	Maximum
Humidité % (n= 3)	18,77 \pm 0,52	18,23	19,27
Cendres % (ms) (n= 3)	2,72 \pm 0,23	2,46	2,86
Protéines % (ms) (n= 3)	1,83 \pm 0,13	1,70	1,97
Lipides % (ms) (n= 3)	0,98 \pm 0,53	0,61	1,60
Glucides totaux % (ms) (n= 3)	93,11 \pm 1,06	92,00	94,11

n : nombre d'essais

1.2.1 Humidité

L'humidité nous permet de rapporter les résultats des constituants biochimiques à la matière sèche.

La teneur en eau de la pâte de datte étudiée est de $18,77 \pm 0,52$. Cette valeur est comparable à celle donnée par SABRY *et al.* (1982) avec un teneur de 18,7 % pour la même variété « GHARS ». Elle

est inférieure à celle donnée par KHENFAR (2004) avec une teneur de 25,40 %, et celle donnée par BELGUEDJ (2002) avec une teneur de 23,05%.

La teneur en eau des pâtes de dattes dépend, de la variété, du stade de maturation, du climat (MATALLAH, 1970), du procédé de fabrication et des conditions d'entreposage.

1.2.2. Cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans un échantillon. Le taux moyen de cendres trouvé pour la pâte de dattes « Ghars » est de l'ordre de $2,72 \pm 0,23$. Ce résultat est comparable à celui observé par PICCION cité par MATALLAH (1970) avec un taux de 2,39 % pour le fruit entier (noyau et pulpe).

Selon HASSANAOUÏ *et al.* (2011), les cendres des différents cultivars de dattes provenant des différentes régions et oasis du Maroc, de la Tunisie et de l'Algérie, varient entre 1,88 – 3,45g / 100g de matière sèche.

Les teneurs en cendres dans la pulpe de dattes selon PASSAT (1971) et YOUSIF *et al.* (1976a) sont respectivement, de 1,5 à 2,5 % et de 1,8 à 2,12 %.

Les cendres représentent approximativement, 2% du poids à l'état frais des dattes mures (PATRON *et al.*, 1954, YOUSIF *et al.*, 1976a, BOOIJ *et al.*, 1992).

1.2.3 Protéines, lipides et glucides totaux

La teneur moyenne en protéines, calculée à partir du dosage de l'azote total, est de $1,83 \pm 0,13$ %, valeur proche de celle trouvée par DAWSON et ATEN (1963) avec une teneur variant de 1 à 3 % et de celle trouvée par HASSANAOUÏ *et al.* (2011) avec une teneur variant de 1,9 à 3,3 g/100g de matière sèche.

Le taux moyen de matière grasse est de $0,98 \pm 0,53$ p. cent. Cette valeur est proche de celles données par MATALLAH (1970) et par HASSANAOUÏ *et al.* (2011) avec des teneurs variant entre 0,43 et 1,9 % et entre 0,1 à 0,44 g/100g de ms respectivement pour la dattes. Elle est inférieure à celle trouvée par MESSAAD (2004) avec une valeur de 8,13 % ms pour la pâte de dattes. Cette différence peut être due aux variations du taux d'humidité qui va engendrer une variation dans le taux de matière sèche et selon le stade de maturation de la variété.

La pâte de dattes analysée contient en moyenne $93,11 \pm 1,06$ p. cent de sucres totaux. Cette teneur dépasse la valeur donnée par SAWAYA *et al.* (1982) équivalente à 62,4% et elle est proche à celle donnée par ACOURENE et TAMA (1997) qui est de 87,42 % pour la variété Ghars.

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche (SIBOUKEUR, 1997).

L'indice de qualité r (rapport sucres totaux / teneur en eau) permet de déterminer la consistance de la datte (REYNES *et al.*, 1994). Il est égal à 4,96 pour notre pâte de datte. En général, ce rapport est voisin de 2, au-delà de 2, la datte est très sèche (MUNIER, 1973). D'après ce résultat nous pouvons déduire que notre pâte de datte est confectionnée à partir de variété de dattes sèches et non de dattes molles.

1.3. Caractéristiques physicochimiques des matières grasses

Tableau 22 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile, margarine, beurre, et du smen

Paramètres	Huile	Margarine	Beurre	Smen
Humidité %	0,018± 0,002	18,71± 0,44	6,259± 0,75	0,068± 0,003
Acidité %	0,060± 0,003	0,323± 0,10	0,617± 0,13	0,140± 0,19
Indice de réfraction	1,4737±0,001	1,4660 ± 0,002	1,4600±0,002	1,4655±0,003
Indice de peroxyde (meq d'O ₂ /kg)	1,017± 0,003	0,603± 0,09	0,346± 0,05	0,244± 0,09
Indice de saponification (mg KOH/g)	198,30± 0,14	172,18± 0,10	204,20±0,17	199,70±0,12

1.3.1 Humidité

La teneur en eau est l'un des principaux critères de qualité marchande des huiles alimentaires (ROSSIGNOL *et al.*, 2005).

Les recommandations du Codex Alimentarius pour les huiles alimentaires raffinées sont de 0,2 % maximum pour la teneur en eau (CODEX ALIMENTARIUS, 1993).

L'humidité mesurée de notre échantillon d'huile est de 0,02 %, valeur inférieure à celle fixée par les normes du Codex alimentarius. Cette huile présente donc une bonne qualité marchande.

L'humidité de notre margarine est de 18,71%. Selon KARLESKIND (1992), KOCA *et al.* (2010) et FAUR (1996), toutes les margarines ont en général une composition globale identique : 80% à 82% de lipide (phase grasse), 16% à 18% d'eau et/ou lait (phase aqueuse) et 2% d'additif.

Quant au beurre son humidité est de 6,26 %, valeur conforme aux normes fixées par l'Arrêté interministériel du 10 décembre 1998, relatif aux spécifications techniques de beurre et aux modalités de leur mise à la consommation, (pour 100g de produit fini, 82 grammes de matière grasse laitière au maximum, 2grammes de matière sèche non grasse au maximum et 16 grammes d'eau au maximum).

Pour l'échantillon du smen, l'humidité est de 0,07 %, valeur très faible comparativement à celle de la margarine et du beurre et proche à celle d'huile, ce qui explique et confirme que le smen étudié est constitué à base de matière grasse d'origine végétale (huiles végétale en état et hydrogénées, généralement huile de palme et huile de soja).

1.3.2 Acidité

L'acidité est le reflet du contenu en acide gras libres notamment à courtes chaînes c'est-à-dire le reflet de la lipolyse qui est favorisée par l'humidité, la température de 10°C et la lipase. Il est important de savoir que plus l'indice d'acide est bas, meilleure est la qualité de l'huile. Dès que cet indice dépasse les 2%, l'huile prend un goût de savon.

Une huile de bonne qualité a un faible taux d'acidité. Ceci contribue à lui donner une plus grande stabilité face à l'oxydation par l'air (BAAZIZ *et al.*, 2005).

L'acidité de nos échantillons: huile, margarine, beurre et smen est respectivement : 0,06 %, 0,32 %, 0,62% et 0,14%. D'après ces taux d'acidité, on déduit que :

*L'huile étudiée présente un taux d'acidité plus faible que celui de la margarine, beurre, et smen. Ceci est dû au raffinage que subissent généralement les huiles où elles sont traitées pour diminuer leur acidité. Selon PERRIN (1992), pour les corps gras raffinés, l'acidité est toujours inférieure à 0,1%, pour les huiles vierges les acidités sont plus élevées et très variables.

*Notre échantillon du beurre présente un taux d'acidité élevé par rapport aux normes fixées par l'Arrêté interministériel du 10 décembre 1998, relatif aux spécifications techniques de beurre et aux modalités de leur mise à la consommation, la teneur en acide gras libre est fixée à 0,35% au maximum exprimé en acide oléique.

*Quant à l'acidité de la margarine, elle est supérieure à la valeur fixée par les spécialistes, 0,2% maximum (KARLESKIND, 1992). Ce qui explique que notre margarine a subi une altération par hydrolyse due à l'augmentation de son humidité 18,71%.

*L'acidité du smen végétal (constitué essentiellement par le mélange d'huile de palme et l'huile de soja) est conforme aux normes du codex alimentarius fixées pour les produits spécifiques qui sont exclusivement d'origine végétale et comprennent des graisses et des huiles qui ont été soumises à des opérations de transformation, y compris l'hydrogénation. L'indice d'acide : est au maximum de 0,6 mg de KOH / g (Codex Alimentarius, 1993).

1.3.3 Indice de réfraction

L'indice de réfraction dépend, de la composition chimique de l'huile et de la température, il croit avec l'insaturation et la présence sur les chaînes grasses de fonctions secondaires.

L'indice de réfraction mesuré pour l'échantillon de notre l'huile de table est de 1,474, valeur proche de celle fixée par les normes du CODEX ALIMENTARIUS (1993), concernant l'huile de soja (1,466 - 1,470) et l'huile de tournesol (1,467-1,469). Cela confirme la composition mentionnée sur l'étiquette de notre huile de table, qui est un mélange de l'huile de soja et de tournesol. Donc notre huile est riche en AGI.

Les échantillons de la margarine et du smen végétal présentent des indices de réfraction proche 1,466 et 1,465 respectivement. On peut expliquer ceci par la nature et l'origine de leurs matière grasse, qui est essentiellement de la graisse végétale (graisses végétales non hydrogénées pour la margarine et pour le smen ce sont des graisses végétales en état et hydrogénées).

L'indice de réfraction du beurre étudié est de 1,460, valeur inférieure comparativement à celles trouvées pour les matières grasses précédentes (huile, margarine et smen). Cela s'explique par la différence de la nature et de la proportion des acides gras entrant dans leurs constitutions, et puisque le beurre c'est la graisse d'origine animale, riche en acides gras saturés, il présente donc un faible indice de réfraction par rapport aux matières grasses d'origine végétale riches en acides gras insaturés.

1.3.4 Indice de peroxyde

La détermination de l'indice de peroxyde est un moyen sûr pour prévoir une détérioration ultérieure des qualités organoleptiques de l'huile (PERRIN, 1992).

Un corps gras fraîchement raffiné a un indice de peroxyde inférieure à 1 milliéquivalent /kg. Dans le commerce et compte tenu de la durée limite optimale d'utilisation de un an, il n'est pas rare de trouver des huiles ayant des indices de peroxyde pouvant atteindre 10 méq/kg et qui ne présentent pas de défaut sur le plan sensoriel (PERRIN, 1992).

La norme internationale recommandée pour les huiles comestibles ; tournesol, colza, soja, maïs, ... fixe le maximum de cet indice à 10 meq d'O₂/kg (CODEX ALIMENTARIUS, 1993). Notre huile présente un indice de peroxyde de 0,17 meq d'O₂/kg conforme aux normes.

Pour notre margarine l'indice de peroxyde est de 0,603 meq d'O₂/kg valeur inférieure à 5 meq d'O₂/kg, maximum requis par les normes (KARLESKIND, 1992).

Quant au beurre utilisé, son indice de peroxyde est de 0,346 meq d'O₂/kg conforme aux normes décrites par l'Arrêté interministériel du 10 décembre 1998, relatif aux spécification techniques de beurre

et aux modalités de leur mise à la consommation, où l'indice de peroxyde dans les beurres est fixé au maximum à 0,5 milliéquivalent d'oxygène actif par kilogramme de matières grasses (0,5meq d'O₂ /kg).

1.3.5 Indice de saponification

Cet indice est le reflet de l'inverse du poids moléculaire moyen des acides gras, autrement dit, il indique l'inverse de la longueur des chaînes des acides gras. Un indice de saponification faible correspond donc à des acides gras comportant une chaîne de carbone plus longue (BAAZIZ *et al.*, 2005).

Les indices de saponification de nos échantillons ; huile, margarine, beurre et smen sont respectivement : 198,30 mg de KOH/g, 172,18 mg de KOH/g, 204,20 mg de KOH/g, 199,70 mg de KOH/g. D'après ces résultats on remarque qu'il y a une différence remarquable entre IS de la margarine et celui du beurre, cela est dû à la nature des acides gras entrant dans leurs constitutions, qui sont pour la margarine, des acides gras comportant des chaînes de carbones longue (IS faible), et pour le beurre ce sont des acides gras à courtes chaînes de carbone (IS élevé).

Selon FUHRER *et al.* (2005), les graisses de lait contiennent généralement un certain nombre d'acides gras à chaînes hydrocarbonées courtes ou moyennes. Des acides gras à chaînes ramifiées et à nombre impairs d'atomes de carbone se trouvent en proportions plus faibles. Le représentant principal au sein de ce groupe est la graisse de beurre.

2. ESSAIS PRELIMINAIRES ET PROPORTIONS DES DIFFERENTS INGREDIENTS

Après le choix de la semoule (semoule de granulométrie moyenne) et la fixation de la recette de préparation du gâteau (2 mesures et 1/2 de semoule pour 1 mesure de matière grasse), les résultats des deux essais préliminaires réalisés afin de voir la texture et la qualité du Makroud, (essai 1 : réalisé avec une semoule tamisée qui ne contient que la fraction moyenne de la graine, et la grosse graine est éliminée, essai 2 : réalisé avec la même semoule non tamisée « telle quelle » avec le choix du smen comme matière grasse), montrent que le makroud préparé à partir de la semoule supérieure non tamisée présente une bonne texture et c'est le plus apprécié par l'entourage (famille et amis) par rapport à celui préparé à partir de semoule tamisée, car ce dernier présente une texture lisse et pâteuse.

Nos essais de préparation des quatre types de Makroud sont réalisés donc à partir de la semoule moyenne non tamisée (semoule supérieure telle quelle).

Les proportions des différents ingrédients entrant dans la préparation du gâteau « Makroud » pour les quatre types de recette sont regroupées dans le tableau N°23.

Tableau 23 : Quantités des ingrédients pour les quatre recettes (A, B, C et D)

Recettes / Ingrédients	Makroud « A »		Makroud « B »		Makroud « C »		Makroud « D »	
	Grammes	%	Grammes	%	Grammes	%	Grammes	%
Semoule	817	40,20	817	40,32	817	41,43	817	42,48
Pâte de datte	605	29,77	610	30,10	515	26,11	455	23,66
Matière grasse	380	18,70	380	18,75	380	19,26	380	19,76
Eau	224	11,02	213	10,51	254	12,88	265	13,78
Sel	6	0,29	6	0,29	6	0,30	6	0,31

- Recette A : 2 mesures et 1/ 2 de semoule pour 1 mesure de Beurre
- Recette B : 2 mesures et 1/ 2 de semoule pour 1 mesure de Smen
- Recette C : 2 mesures et 1/ 2 de semoule pour 1 mesure de Margarine
- Recette D : 2 mesures et 1/ 2 de semoule pour 1 mesure d’Huile

Les recettes précédentes ont une farce commune de datte, contenant la quantité des divers additifs pour l’aromatisation (Tableau 24).

Tableau 24 : Quantités d’ingrédients pour la préparation de la farce du makroud

Ingrédients	Pâte de datte	Eau de fleur d’oranger	Clou de girofle	Cannelle
Grammes	945	150	2	7
Pourcentages	85,60	13,58	0,18	0,63

3. CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTES PATES DE SEMOULE ET ANALYSES BIOCHIMIQUES

3.1 Comportement des différentes pâtes de semoule durant la fabrication

Durant les essais de fabrication des différents types du Makroud préparés à base d’huile, beurre, margarine et de smen, en suivant le même enchainement des étapes de préparation, les pâtes obtenue présentent des couleurs et des textures différentes. Cette différence est due essentiellement au type et à la nature de la matière grasse utilisée (autrement dit le comportement de la semoule vis-à-vis de la matière grasse incorporée) et au taux d’hydratation (quantité d’eau nécessaire pour avoir une pâte maniable).

- Première étape : mélange de semoule avec la matière grasse.

Les caractéristiques des mélanges obtenus sont regroupées dans le tableau N°2

Tableau N° 25 : Comportement de la semoule vis-à-vis de la matière grasse utilisée

Mélanges (semoule + matières grasses)	Caractéristiques
SEMOULE + HUILE (817 g + 380 g)	- Le mélange obtenu est de couleur jaune doré, huileux, pâteux et lourd (contient trop d'huile).
SEMOULE + SMEN (817 g + 380 g)	- Le mélange obtenu est de couleur jaune doré, friable et compact (lorsque on prend une quantité du mélange dans la main et on agite les particules se ramassent formant une boule, cela signifie que la quantité du gras est suffisante).
SEMOULE + MARGARINE (817 g + 380 g)	- Le mélange est de couleur jaune claire, pâteux, lisse et léger.
SEMOULE + BEURRE (817 g + 380 g)	- Le mélange est de couleur jaune foncé doré, friable, granuleux et compact.

- Deuxième étape : hydratation et formation des pâtes

La quantité d'eau nécessaire pour l'obtention des pâtes diffère selon le type de matière grasse utilisée.

Pour la même quantité de semoule, de matière grasse et du sel, le taux d'hydratation des différents mélanges du Makroud est donné dans le tableau N° 26.

Tableau N° 26 : Taux d'hydratation des quatre pâtes du Makroud.

Pâtes des Makrouds	Quantité d'eau ajoutée	
	En grammes	En %
Pâte du Makroud huile	265 g	18,05 %
Pâte du Makroud smen	213 g	15,04 %
Pâte du Makroud margarine	254 g	17,43 %
Pâte du Makroud beurre	224 g	15,69 %

D'après ces taux d'hydratations, nous remarquons que le mélange « semoule + huile » a demandé beaucoup d'eau que les autres mélanges, cela est due à la faible humidité initiale de la matière grasse huile (0,018%). Mais c'est tout-à fait le contraire pour le mélange « semoule + smen » qui a absorbé moins d'eau malgré que l'humidité initiale du smen est de (0,068%). On observe également que le

mélange « semoule + margarine » a absorbé beaucoup d'eau (17,43 %) malgré que la teneur en eau initiale de la margarine est de (18,71 %). Ceci montre que la teneur en eau de la matière grasse n'est pas le seul facteur responsable de la quantité d'eau nécessaire.

Les caractéristiques et les observations des différentes pâtes avant et après le temps de repos et après cuisson sont rassemblées dans le tableau N°27 et illustrées par les planches 5,6, 7 et 8.

Tableau N° 27 : Comportement des pâtes des différents types du Makroud durant la fabrication

Pâtes des différents Makroud	Caractéristiques avant le temps de repos	Caractéristiques après 1heure de repos	Caractéristiques après cuisson
Pâte à base d'huile	Pâte de couleur jaune dorée, huileuse, brillante, molle et difficile a manipuler (se casse, se déchire et se ramasse difficilement).	<ul style="list-style-type: none"> - La pâte rejette l'huile \approx 7g, elle est huileuse et un peu difficile à manipuler (des fois elle ne colle pas à la pâte de datte, se casse et se déchire lorsque on forme le boudin), et à chaque fois on essuie le plan de travail avec un papier absorbant. - A la fin, les losanges formés (34 losanges) sont grands (longueur des deux côtés, L1= 4,45cm et L2= 4cm) et lourds (masse moyenne 39,17g). 	- Les losanges cuits du Makroud huile présentent une couleur marron avec des dimensions grandes (longueur des deux cotés, L1= 4,35cm et L2=3,78cm), un poids lourd (masse moyenne 35,17g), une texture dure et un aspect lisse, avec la disparition des motifs de l'emporte pièce du Makroud
Pâte à base du smen	Pâte de couleur claire « crème » et de texture molle.	<ul style="list-style-type: none"> - Pâte crème, molle, compacte facile à manipuler et ne rejette pas du gras « Smen ». - Les losanges formés (49 losanges), sont de dimensions normale (longueur des deux côtés, L1= 4cm et L2= 3,98cm), et d'une masse moyenne de 30,33g. 	- Les losanges cuits sont de couleur dorée avec un aspect granuleux « motifs de l'emporte pièce bien formés »et une texture friable et compacte.

<p>Pâte à base de margarine</p>	<p>Pâte de couleur claire « crème » et très molle</p>	<p>- Pâte très claire, légère, lisse, molle et assez facile à manipuler, rejette un peu du gras dans la main et le plan de travail. - Les Makrouds formés (47 losanges), présentent des dimensions normale (longueur des deux côtés, L1= 3,91cm et L2= 4,01cm) et une masse faible (23,66g).</p>	<p>- Les losanges cuits présentent ; une couleur dorée, avec une texture friable et compacte, un aspect un peu granuleux « motifs partiellement formés » et une masse légère (19,5g).</p>
<p>Pâte à base du beurre</p>	<p>Pâte molle et de couleur jaune claire.</p>	<p>- Pâte molle, rejette un peu du gras, assez facile à façonner et de couleur jaune claire - Les Makrouds formés (43 losanges) présentent des dimensions normale (longueur des deux côtés, L1= 4,05cm et L2= 4,05cm) et une masse de 36,5g.</p>	<p>- Les losanges cuits du Makroud beurre sont de couleur dorée, d'un aspect granuleux « motifs de l'emporte pièce bien formés » et d'une texture légèrement friable.</p>



Planche N° 5 : Photos du Makroud huile durant la fabrication



Planche N° 6 : Photos du Makroud smen durant la fabrication

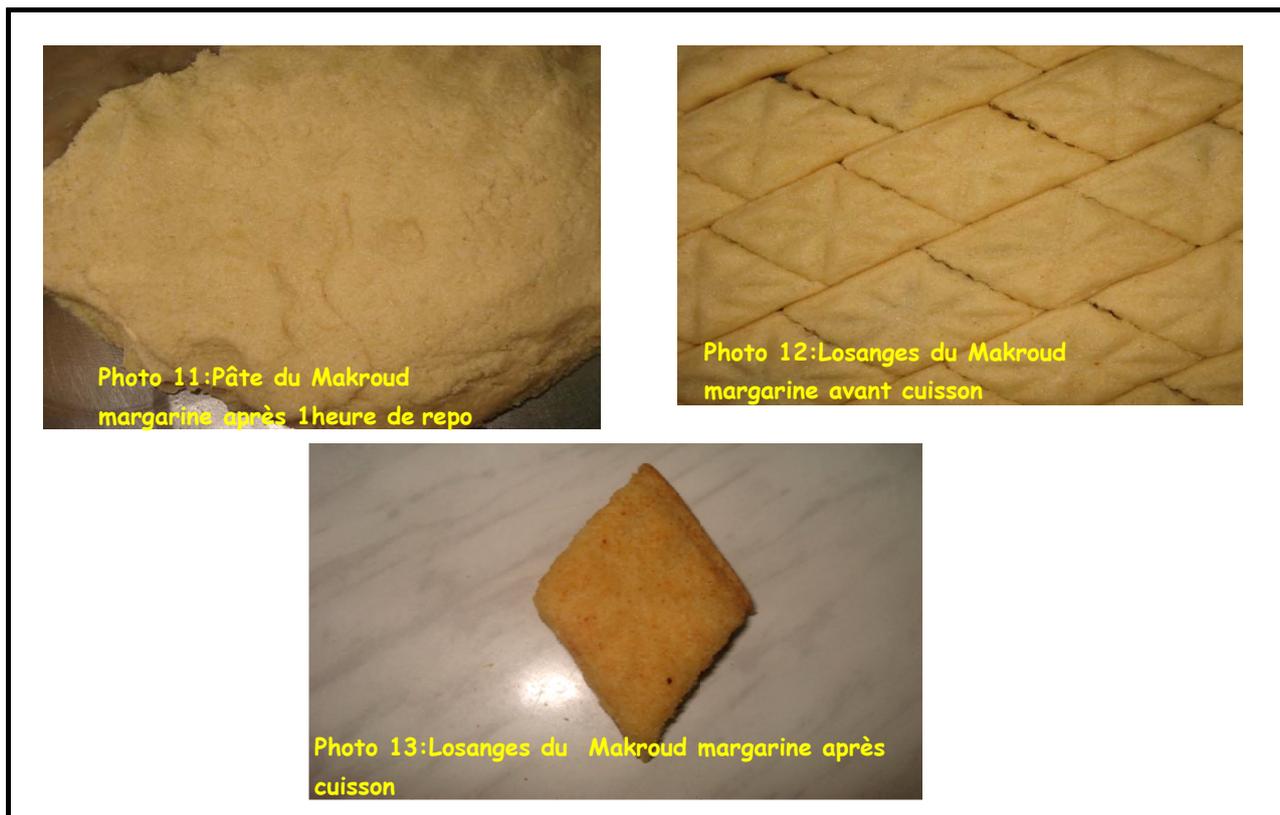


Planche N° 7 : Photos du Makroud margarine durant la fabrication



Planche N° 8 : Photos du Makroud beurre durant la fabrication

3.2 Caractéristiques biochimiques des pâtes de semoule après cuisson

Les teneurs en différents composants biochimiques des pâtes de semoule après cuisson pour les quatre types de matières grasses sont regroupées dans le tableau N° : 28

Tableau N° 28 : Composition biochimique des pâtes de semoule des différents Makroud après cuisson

Composants biochimiques	Pâte Mak huile	Pâte Mak smen	Pâte Mak margarine	Pâte Mak beurre
Humidité (% m.h.) n= 3	11,53 % ± 0,14	6,81 % ± 0,21	9,04 % ± 0,14	8,33 % ± 0,20
Cendres (% m.s.) n=3	0,88 % ± 0,21	1,22 % ± 0,38	0,91 % ± 0,18	0,90 % ± 0,19
Protéines (% m.s.) n=3	7,08 % ± 0,16	7,85 % ± 0,075	7,70 % ± 0,19	7,89 % ± 0,22
Lipides (% m.s.) n=3	21,92 % ± 0,47	26,33 % ± 0,24	24,49 % ± 0,18	23,72 % ± 0,57
Glucides (% m.s.)	70,12 % ± 0,52	64,53 % ± 0,45	66,90 % ± 0,35	67,49 % ± 0,28

D'après le traitement statistique « ANOVA » des résultats biochimiques, on observe que le seuil d'humidité est significativement ($p < 0,05$) différent entre les quatre pâtes cuites, ceci est expliqué par les taux d'hydratation des différentes pâtes. On remarque également que la teneur en protéines est significativement différente entre la pâte cuite du Makroud huile et celles des trois autres pâtes cuites, qui ne présentaient pas de différence significative entre elles (classés dans un seul groupe « groupe homogène »). (Tableau 29).

Tableau N° 29 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en protéines des pâtes cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.

Pâte des Makrouds	Moyenne estimée	Groupes
Pâte du Makroud beurre	7,890	A
Pâte du Makroud smen	7,853	A
Pâte du Makroud margarine	7,700	A
Pâte du Makroud huile	7,083	B

La teneur en lipides des différentes pâtes du Makroud après cuisson, est significativement différente au seuil de 5% entre les pâtes du Makroud huile, smen, beurre et margarine. Mais le taux des lipides des deux pâtes du makroud beurre et margarine ne montre pas de différence significative entre elles, comme l'indique l'analyse de la variance « ANOVA » qui montre que les 4 pâtes cuites du Makroud sont classées dans trois groupes hétérogènes (Tableau 30), où les deux pâtes du Makroud beurre et margarine sont regroupées dans un seule groupe « groupe homogène ».

Tableau N° 30 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en lipides des pâtes cuites du Makroud avec un seuil de signification de 5%.

Pâte des Makrouds	Moyenne estimée	Groupes
Pâte du Makroud smen	26,327	A
Pâte du Makroud margarine	24,487	B
Pâte du Makroud beurre	23,727	B
Pâte du Makroud huile	21,917	C

La différence de la teneur en lipides entre la pâte cuite du Makroud huile et celle du Makroud Smen, n'est pas due à l'humidité initiale des deux matières grasses (huile et Smen), car ces deux corps gras contiennent peu d'eau, avec une humidité de 0,018% pour l'huile et 0,068% pour le Smen. Mais elle est due essentiellement aux comportements des deux pâtes après une heure de repos, où nous avons remarqué que la pâte du Makroud huile a rejeté une quantité d'environ 7g d'huile, contrairement à celle du Makroud Smen qui a bien absorbée le gras « Smen » et qui a nécessité moins d'eau.

La différence du taux des lipides observée entre la pâte cuite du Makroud Smen et celle du Makroud beurre et margarine, est expliquée par la différence d'humidité de ces matières grasses (beurre, margarine et Smen), où le beurre et la margarine contiennent beaucoup d'eau que le Smen (6,259 %, 18,71 %, et 0,068 % respectivement).

Par contre, nous constatons qu'il n'y a pas une différence significative au seuil ($P < 0,05$) de la teneur en cendres entre les quatre pâtes cuites du Makroud, bien qu'il y ait une différence du taux de matière grasse et d'humidité au sein de ces dernières.

Enfin, nous déduisons que la nature et le type de la matière grasse utilisée, influent sur la composition biochimique de la pâte cuite du Makroud, cette influence est remarquablement observée surtout entre la composition biochimique de la pâte cuite du Makroud préparé à base d'huile et celle du Makroud préparé par du Smen.

3. 3 Caractéristiques biochimiques de la farce de datte avant et après cuisson

Les constituants majeurs de la farce avant et après cuisson des différents types du Makroud, sont indiqués dans le tableau N° : 31.

Tableau N° 31 : Composition biochimique de la farce de datte avant et après cuisson

Composants biochimiques	Avant cuisson	Après cuisson			
	Farce	Farce huile	Farce Smen	Farce margarine	Farce beurre
Humidité (% mh) n= 3	27,32 ± 0,34	17,78 ± 0,54	17,48 ± 0,26	18,12 ± 0,36	17,79 ± 0,19
Cendres (% ms) n= 3	3,57 ± 0,25	1,75 ± 0,22	2,57 ± 0,23	2,31 ± 0,23	2,44 ± 0,41
Protéines (% ms) n= 3	1,71 ± 0,12	2,37 ± 0,14	2,67 ± 0,07	3,01 ± 0,12	3,50 ± 0,18
Lipides (% ms) n= 3	3,65 ± 0,11	5,08 ± 0,15	5,89 ± 0,20	6,13 ± 0,14	7,03 ± 0,06
Glucides totaux (% ms)	91,07± 0,46	90,8± 0,33	88,87± 0,09	88,55± 0,34	87,03± 0,74

La teneur élevée de l'humidité de la farce de datte traitée « prête à l'emploi » avant cuisson par rapport à l'humidité de la pâte de datte « telle qu'achetée » indiquée dans le tableau N°21, résulte de l'humidité initiale et de la quantité d'eau de fleur d'oranger ajoutée. En rapportant en pourcentage de matières sèche nous constatons, qu'il ya une augmentation des taux de cendres et des lipides de la farce de datte traitée par apport à la pâte de datte non traitée, cette augmentation peut être due à l'addition des épices, l'utilisation d'un peu d'huile pour que la farce ne colle pas dans les mains et aussi à l'ajout d'eau de fleur d'oranger. Par contre nous remarquons qu'il n' ya pas une différence significative au seuil de 5% de la teneur en protéine entre la farce traitée avant cuisson et la pâte de datte non traitée, bien qu'il ya une différence significative de la teneur en lipides et en glucides entre ces deux farces.

Les résultats obtenus concernant la farce de datte avant cuisson et les différentes farces du Makroud après cuisson, montrent qu'il ya une diminution de l'humidité, cendres et glucides sous l'effet du traitement thermique, et une augmentation des taux de protéines et des lipides. L'augmentation de la teneur en lipide dans les différentes farces après cuisson est due au contact de ces dernières avec la pâte de semoule, autrement dit ; la diffusion du gras contenu dans la pâte de semoule vers la farce de datte, et par conséquent l'augmentation des taux des protéines dans la farce.

D'après l'analyse statistique « ANOVA » (tableau N°32), nous remarquons que le seuil des lipides est significativement ($p < 0,05$) différent entre les différentes farces du Makroud, d'où leur répartitions dans des groupes hétérogènes. Par contre, la farce du Makroud smen et celle du Makroud margarine

contiennent des teneurs en lipides sensiblement identiques, elles sont classées dans un même groupe « groupe homogène ».

Les quatre farces de datte après cuisson ont des teneurs en eau sensiblement identiques « pas de différence significative », comme le montre l'analyse de la variance au seuil de 5% tableau N°33.

Tableau N° 32 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en lipides des farces de datte cuites du Makroud au seuil de signification de 5%.

Pâte des Makrouds	Moyenne estimée	Groupes
Farce du Makroud beurre	7,030	A
Farce du Makroud margarine	6,137	B
Farce du Makroud smen	5,893	B
Farce du Makroud huile	5,087	C

Tableau N° 33 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en eau des farces de datte cuites du Makroud au seuil de signification de 5%.

Pâte des Makrouds	Moyenne estimée	Groupes
Farce du Makroud margarine	18,127	A
Farce du Makroud beurre	17,797	A
Farce du Makroud huile	17,787	A
Farce du Makroud smen	17,483	A

On constate également, que seulement les cendres de la farce du Makroud smen et ceux de la farce du Makroud huile sont différents au seuil de 5%, tandis que les cendres des autres farces ne présentent pas de différence significative entre elles.

L'analyse statistique nous montre aussi (tableau N°34) que la teneur en protéines de la farce du Makroud beurre est significativement différente à celles des autres farces, elle est également différente entre les deux farces du makroud margarine et makroud huile. Par contre la teneur en protéines n'est pas significativement différente entre la farce du makroud smen et celle du makroud margarine et entre la farce du makroud huile et celle du makroud smen.

Tableau N° 34 : Résultat de l'ANOVA pour la teneur en protéines des farces de datte cuites du Makroud au seuil de signification de 5%.

Pâte des Makrouds	Moyenne estimée	Groupes
Farce du Makroud beurre	3,503	A
Farce du Makroud margarine	3,010	B
Farce du Makroud smen	2,673	B C
Farce du Makroud huile	2,377	C

Nous observons donc, qu'il ya une légère variation dans la composition biochimique de la farce du Makroud après cuisson on fonction de la nature et la composition de la matière grasse utilisée.

4. CARACTERISTIQUES DES MAKROUD

4.1. Composition biochimique

Le tableau N° 35 présente le pourcentage de la farce et de la semoule pour 4 pièces du makroud huile, smen, margarine et beurre.

Tableau N° 35 : Pourcentage de la farce et de la pâte de semoule des différents makroud

Losanges de makroud	Poids du losange en (g)	Farce		Semoule	
		Poids (g)	P.cent %	Poids (g)	P.cent %
Makroud huile					
1	36,80	10,00	27,17	26,70	72,55
2	38,00	12,80	33,68	25,10	66,05
3	37,05	13,95	37,65	23,00	62,07
4	36,95	12,85	34,77	23,98	64,89
Moyenne	37,20	12,40	33,31	24,69	66,39
Ecart type	0,54	1,68	4,42	1,58	4,43
Makroud smen					
1	26,30	10,36	39,39	15,94	60,60
2	24,10	9,00	37,34	15,10	62,65
3	26,88	10,93	40,66	15,95	59,33
4	29,00	11,98	41,31	17,02	58,68
Moyenne	26,57	10,56	39,67	16,00	60,31
Ecart type	2,01	1,24	1,74	0,78	1,74
Makroud margarine					

1	24,10	8,90	36,92	15,10	62,65
2	25,05	9,05	36,12	15,97	63,75
3	25,00	8,93	35,72	16,03	64,12
4	28,02	8,02	28,64	19,96	71,23
Moyenne	25,54	8,72	34,35	16,76	65,43
Ecart type	1,70	0,47	3,83	2,17	3,91
Makroud beurre					
1	30,04	14,50	48,26	15,54	51,83
2	28,82	11,80	40,94	17,02	59,05
3	28,00	9,01	32,17	18,99	67,82
4	27,00	10,60	39,25	16,30	60,37
Moyenne	28,46	11,47	40,15	16,96	59,74
Ecart type	1,28	2,31	6,60	1,48	6,55

D'après ce tableau, un losange du makroud huile d'une masse moyen de l'ordre de 37,20g comporte une partie de semoule de 24,69g (66,39 %) et une partie de farce de 12,40g (33,31). Et la masse moyen d'un losange du makroud margarine est de 25,54 g, dont 16,76g (65,43 %) pâte de semoule et 8,72g (34,35 %) farce. Donc pour un losange du makroud huile et makroud margarine, il faut 2 part de pâte et une part de farce, par contre pour le makroud smen et le makroud beurre d'une masse moyen de 26,57g, et de 28,46g respectivement, la partie semoule est de : 16g (60,31%) et 16,96g (59,74%) et la partie farce est de : 10,56g (39,67%) et 11,47g (40,15%) respectivement. Donc pour une pièce du makroud smen et beurre, il faut une part et 1/2 de pâte de semoule et une part de farce.

Donc pour calculer les pourcentages des composants biochimiques pour les différents types du Makroud, on fait la moyenne des moyennes des pourcentages de la pâte de semoule et de la farce.

Tableau N° 36 : Pourcentage moyen de la pâte de semoule et de la farce pour un losange

Losanges des makrouds	Masse moyenne d'un losange en (g)	Farce		Semoule	
		Masse (g)	P.cent %	Masse (g)	P.cent %
Makroud huile	37,20	12,40	33,31	24,69	66,39
Makroud smen	26,57	10,56	39,67	16,00	60,31
Makroud margarine	25,54	8,72	34,35	16,76	65,43
Makroud beurre	28,46	11,47	40,15	16,96	59,74
Moyenne des moyennes	29,44 g	10,78 g	36,87 %	18,60 g	62,96 %
Ecart type	± 5,31	± 1,56	± 3,54	± 4,07	± 3,42

Les résultats obtenus par les calculs concernant la composition biochimique des différents Makroud sont regroupés dans le tableau N° :37.

Tableau N° 37 : Composition biochimique des quatre types du Makroud

Recettes Composants	Makroud à base d'huile	Makroud à base du smen	Makroud à base de margarine	Makroud à base du beurre
Humidité (% m.h) n= 3	13,81 ± 0,28	10,72 ± 0,14	12,36 ± 0,14	11,08 ± 0,62
Cendres (% m.s) n= 3	1,19 ± 0,10	1,70 ± 0,30	1,41 ± 0,19	1,45 ± 0,27
Protéines (% m.s) n= 3	5,32 ± 0,05	5,92 ± 0,02	5,95 ± 0,08	6,24 ± 0,18
Lipides (% m.s) n= 3	15,66 ± 0,32	18,73 ± 0,14	17,66 ± 0,14	17,52 ± 0,37
Glucides totaux (% m.s) n=3	63,79 ± 0,62	62,68 ± 0,41	62,38 ± 0,17	62,76 ± 0,46

Les Makrouds préparés présentent des humidités inférieures à celle citée par DAGHER (1991) qui est environ 16,9% m.h pour le Makroud frit. L'humidité des trois types du Makroud smen, beurre et margarine, reste inférieure à 12,5% m.h, limite en dessous de laquelle ces produits peuvent se conserver longtemps (TREMOLIERES et al., 1977). Mais celle du Makroud huile est supérieure de la limite 12,5%, ceci peut s'expliquer par le taux élevé d'hydratation de la pâte de ce Makroud.

Les teneurs moyennes en protéines du Makroud des différentes recettes sont proches de celle indiquée par DAGHER (1991) qui est de l'ordre de 6,9% ms.

Les différents types des Makrouds préparés, présentent des teneurs en lipides inférieures à celles données par DAGHER (1991) (21,3% ms). Ceci peut être expliqué par la différence existante au niveau de la recette de préparation « proportions des ingrédients » et du mode de cuisson.

Les résultats obtenus mettent en évidence une augmentation remarquable de la teneur en cendres par rapport à ceux de la semoule, ceci est due à l'apport d'éléments minéraux contenus dans l'eau ainsi qu'à la quantité du sel (NaCl) ajoutée au cours de la fabrication. Cette différence est significative selon le résultat de l'analyse de la variance (ANOVA).

La proportion des glucides pour les quatre genres du Makroud, est supérieure à celle du Makroud frit 54,9% donnée par DAGHER (1991).

L'analyse de la variance « ANOVA » appliquée sur les différents types du Makroud montre : qu'il y a une différence significative de la teneur en eau « humidité » entre les quatre Makrouds étudiés, cette différence est due essentiellement à l'humidité initiale des différentes matières grasses utilisées pour la préparation de ces Makrouds et aussi au taux d'hydratation de leurs pâtes. Les cendres des quatre types du Makroud sont sensiblement identiques et ne présentent pas de différence significative au seuil de 5%. L'ANOVA montre également que le seuil des protéines est significativement différent entre tous les Makrouds, sauf pour le Makroud préparé à base de la margarine et celui préparé à base du smen la différence n'est pas significative au seuil de 5% et cela puisque ces deux matières grasses (la margarine et le smen végétal) sont des graisses végétales, elles ont presque la même composition. Les Makrouds préparés, présentent au seuil de 5% des différences significatives de la teneur en lipides, mais cette différence n'est pas significative entre le Makroud préparé à base du beurre et celui fabriqué à base de la margarine. Ceci confirme les résultats donnés par ALIAIS et LINDEN (1997), 82% de lipides pour le beurre et la margarine.

Quant aux glucides des quatre Makrouds, la différence n'est pas significative au seuil de 5 %, mais les glucides du Makroud préparé à base d'huile et celui préparé à base de la margarine sont significativement différents au seuil de 5 %.

4.2. Densités énergétiques

Les résultats obtenus par calculs sont rassemblés dans le tableau N° 38. Les différents types du Makrouds fournissent des densités énergétiques moins élevées que celle rapportées par DAGHER (1991), cela s'explique par la faible teneur en lipides de nos produits.

Sur la base des compositions en glucides, protéines et lipides, la faible diminution des glucides et des protéines peut être compensée par un gain de lipides.

Parmi les quatre Makrouds produits qui donnent une valeur énergétique élevée, c'est celui préparé à base de la matière grasse « smen » dont la composition contient un taux de lipide élevé. Les Makroud préparés à base de la margarine et celui préparé à base du beurre, donnent des densités énergétiques sensiblement identiques. Quant au Makroud préparé à base d'huile de table, sa valeur énergétique est faible par rapport aux précédents. Ceci est dû à la faible teneur en lipides de ce type de Makroud.

Tableau N° 38 : Densité énergétique des différents Makrouds produits

Makrouds \ Densité énergétique	Makroud Huile	Makroud Smen	Makroud Margarine	Makroud Beurre
Kcal	417,01	442,67	431,78	433,17
KJ	1743,1018	1850,3606	1804,8404	1810,6506

4.3. Résultats de l'humidité de la face supérieure, inférieure et de la couche de datte des Makrouds après cuisson

Les différents taux d'humidités des différents types du Makroud sont regroupés dans le tableau N° 39.

Tableau N° 39 : Taux d'humidité des pâtes de semoule des deux faces (inférieure / supérieure) et de la farce (pâte de datte) des quatre Makroud après cuisson (exprimé en %).

Essais	Makroud Huile			Makroud Smen			Makroud Margarine			Makroud Beurre		
	H FS	H FI	H farce	H FS	H FI	H Farce	H FS	H FI	H Farce	H FS	H FI	H Farce
E 1	9,81	12,85	17,17	6,58	5,21	17,76	8,41	9,81	18,34	7,60	9,40	17,74
E 2	11,11	13,60	18,18	7,01	5,21	17,46	8,58	9,40	17,70	7,00	9,32	18,01
E 3	9,49	15,21	18,01	7,00	5,00	17,23	8,45	9,60	18,34	7,44	9,21	17,64
Moyenne	10,13	13,88	17,78	6,86	5,14	17,48	8,48	9,60	18,12	7,34	9,31	17,79
Ecart type	± 0,85	± 1,20	± 0,54	±0,24	±0,09	± 0,26	±0,08	±0,20	± 0,30	±0,31	±0,09	± 0,19

H FS : humidité de la face supérieure du Makroud, **H FI** : humidité de la face inférieure du Makroud, **H Farce** : humidité de la farce du Makroud.

D'après ces résultats, nous constatons que, les teneurs en eau des couches de dattes sont sensiblement identiques, elles ne présentent pas de différence significative au seuil de 0,05. La vitesse d'évaporation d'eau des deux faces de chaque type du Makroud est différente, elle est importante dans la face supérieure

que dans la face inférieure pour les types du Makroud à base d'huile, du beurre et de la margarine. Mais c'est le contraire pour le Makroud smen où l'humidité de la face supérieure est de 6,86%, alors que pour la face inférieure elle est de 5,20%.

Selon l'analyse statistique de la variance, nous remarquons, que les seuils d'humidité de la face supérieure et inférieure du Makroud huile sont significativement ($P < 0,05$) différents aux seuils d'humidités des deux faces des trois autres Makrouds « beurre, margarine et smen ». L'humidité de la face supérieure et inférieure du Makroud smen est significativement différente de celle des deux faces « supérieure / inférieure » du Makroud margarine, ce ci est due essentiellement aux taux d'hydratation des différentes pâtes du Makroud.

Nous constatons également que les humidités de la face supérieure et inférieure des deux Makrouds beurre et margarine, ne sont pas significativement différente au seuil de 0,05.

Les humidités des faces supérieures des Makrouds, beurre et smen sont sensiblement identiques, mais celles des faces inférieures de ces deux Makrouds sont significativement différentes. Ce ci peut être dû au fait que l'humidité initiale de la pâte du Makroud smen est inférieure à celle de la pâte du Makroud beurre.

4.4. Dimension des Makrouds

Les résultats des dimensions des 4 types du Makroud sont représentés dans le tableau N°40.

Tableau N° 40 : Dimensions des différents Makrouds avant et après cuisson (exprimés en cm)

Dimensions	Makrouds Avant cuisson				Makrouds Après cuisson			
	Huile	Smen	Margarine	Beurre	Huile	Smen	Margarine	Beurre
L1	4,45 ± 0,05	4 ± 0,10	3,91 ± 0,07	4,05 ± 0,12	4,35 ± 0,20	3,91 ± 0,09	3,88 ± 0,09	3,96 ± 0,13
L2	4 ± 0,06	3,98 ± 0,04	4,01 ± 0,14	4,05 ± 0,13	3,78 ± 0,14	3,9 ± 0,08	3,78 ± 0,07	3,95 ± 0,18
Ess	0,36 ± 0,05	0,5 ± 0,06	0,45 ± 0,05	0,45 ± 0,08	0,35 ± 0,05	0,46 ± 0,05	0,41 ± 0,09	0,46 ± 0,08
Esi	0,38 ± 0,11	0,36 ± 0,05	0,31 ± 0,04	0,33 ± 0,05	0,38 ± 0,11	0,38 ± 0,04	0,31 ± 0,04	0,41 ± 0,07
E farce	0,53 ± 0,08	0,46 ± 0,05	0,43 ± 0,05	0,55 ± 0,08	0,51 ± 0,07	0,53 ± 0,08	0,48 ± 0,04	0,5 ± 0,10
Sr	17,80 ± 0,44	15,93 ± 0,46	15,73 ± 0,63	16,4 ± 0,66	16,14 ± 1,19	15,66 ± 0,78	15,27 ± 0,45	14,69 ± 0,46

L1, L2: Longueurs des 2 côtés du Makroud ; **Ess :** Epaisseur de la pâte de semoule supérieure ; **Esi :** Epaisseur de la pâte de semoule inférieure ; **E farce :** Epaisseur de la farce de datte ; **Sr :** surface.

Avant la discussion des résultats du tableau N° 40, nous signalons que nous ne pouvons pas assurer une réelle reproductibilité des dimensions du Makroud au cours de l'étape de la mise en forme, ceci est due aux conditions de fabrication et en même temps ces conditions n'ont pu être reproduites exactement de la même manière pour les différentes recettes.

D'après l'analyse de la variance « ANOVA », nous remarquons que sous l'effet de la cuisson, les dimensions du Makroud huile et Makroud margarine restent telles qu'elles étaient avant la cuisson, à l'exception de la longueur «L2» et la surface qui ont diminués, cela est due probablement à l'évaporation d'eau et donc la rétraction de la pâte de semoule.

Pour le Makroud beurre, le traitement statistique montre qu'il n'y a pas de différence significative au seuil de 0,05 pour les différentes dimensions avant et après cuisson, à l'exception de l'épaisseur de la partie inférieure de la pâte de semoule qui a augmenté après cuisson « gonflement ».

Quant au Makroud smen cuit, ses dimensions restent telles qu'elles étaient initialement «avant cuisson », sauf que sa surface diminue sous l'effet de la cuisson.

Après cuisson, les dimensions des 4 types du Makroud (épaisseurs de la pâte de semoule de chaque côté de la farce, épaisseur de la farce, longueur des 2 côtés et surface du Makroud), sont sensiblement identiques et ne présentent pas de différence significative entre elles au seuil de 5%, à l'exception de la longueur d'un côté « L1 » du Makroud huile qui diffère significativement de la longueur « L1 » des trois autres Makrouds (les Makrouds beurre, margarine et smen, sont classés dans le même groupe). Cette différence est due essentiellement à la dimension initiale «avant cuisson » des losanges du Makroud huile (grands losanges) qui n'a pas changé après cuisson. Cette importante dimension «L1» du Makroud huile est due à la nature du gras et à la quantité d'eau ajoutée à la pâte. Ainsi que la signification existe seulement entre la surface du makroud huile et celle du makroud margarine.

Enfin, nous pouvons conclure que l'utilisation du beurre et de la margarine comme matière grasse pour la préparation du gâteau traditionnel « Makroud » n'influe pas sur la forme et les dimensions des losanges formés, car elles nous donnent des losanges identiques aux losanges du Makroud préparé à base du smen, contrairement à la matière grasse huile qui nous donne de grands losanges de Makroud.

4.5. Masse, volume et masse volumique

La masse, le volume et la masse volumique des 4 types du Makrouds préparés sont regroupés dans le tableau 41.

Tableau N° 41 : Masse, volume et masse volumique des Makrouds

MAKROUDS	MASSE (g)	VOLUME (Cm^3)	MASSE VOLUMIQUE (g/Cm^3)
HUILE	35,17 ± 1,16	38,66 ± 8,59	0,95 ± 0,26
SMEN	25,16 ± 1,72	35,42 ± 5,68	0,72 ± 0,12
MARGARINE	19,50 ± 0,54	31,08 ± 2,22	0,62 ± 0,03
BEURRE	31,66 ± 4,27	39,00 ± 5,54	0,81 ± 0,06

Les résultats du tableau ci-dessus, montrent que la masse des quatre types du Makroud varie selon la nature du gras utilisé, ceci est confirmé par l'analyse de la variance qui montre qu'il y a une différence significative au seuil de 5% entre les masses des différents Makrouds, sauf pour la masse des deux Makroud huile et beurre, la différence n'est pas significative.

D'après les résultats du traitement statistique, nous constatons également que la nature et le type du gras n'influent pas sur le volume des différents losanges produits « pas de différence significative au seuil de 5% ».

Quant au paramètre masse volumique, la différence est seulement significative au seuil de 0,05 entre le Makroud huile et le Makroud margarine, cela est due essentiellement à la différence de la masse remarquée entre ces deux Makroud, puisque la masse volumique est le rapport entre masse et le volume « P/ V ».

4.6. Temps de cuisson

Les temps de cuisson enregistrés pour les Makrouds huile, smen, beurre et margarine sont respectivement ; $46,5 \pm 9,19$ min, $47,50 \pm 3,53$ min, $43,50 \pm 4,94$ min et $43,50 \pm 3,53$ min. D'après ces résultats, le traitement statistique « ANOVA » montre qu'il n'y a pas une différence significative au seuil de 5%, cela nous permet de déduire que le type de la matière grasse (huile, smen, margarine et beurre), n'influe pas sur le temps de cuisson.

4.7. Perte en masse

Lors de la cuisson, la perte en masse correspond à la quantité d'eau évaporée. Elle est de $4 \pm 1,178$ g pour le Makroud huile, $5,16 \pm 0,40$ g, pour le Makroud smen, $4,83 \pm 0,72$ g pour le Makroud beurre et $4,16 \pm 0,40$ g pour le Makroud margarine. En effet, la différence entre ces quantités moyennes, n'est pas significative au seuil 5%. Donc les phénomènes d'évaporations sont identiques pour toutes les recettes.

4.8. Consistance des Makrouds « test de la chute à 50 cm et 100 cm »

Les résultats du test de la chute sont donnés par la planche N° 8.

Les photos présentées par la planche N° 8, nous montrent que la résistance à la chute d'une hauteur de 50 cm et de 100 cm des quatre types de makroud est différente, du fait que ces derniers ne présentent pas la même masse et la même surface. La résistance est forte pour les losanges du Makroud préparé à base d'huile (masse : 35,17g, surface : 16,14cm) qui restent presque intacts à la chute d'une hauteur de 50 cm. A un mètre d' hauteur le Makroud huile résiste toujours à la chute et garde sa forme de « losange » avec seulement un bout qui s'effrite, cela nous permet de dire que le Makroud huile présente une texture dure (Photo 17 et 18). De même le Makroud préparé à base de la margarine (masse : 19,50 g, surface : 15,27cm) résiste aussi à la chute d'un mètre d' hauteur, mais cette résistance est moins forte que celle remarquée pour le Makroud huile. « texture friable et compacte » (Photo 23).

Mais c'est toute à fait le contraire pour le Makroud préparé à base du smen (masse : 25,16 g, surface : 15,66 cm) qui s'effrite et se déforme complètement à la chute d'un mètre d' hauteur, car ce dernier présente une texture plus friable (Photo 21).

Le Makroud préparé à base du beurre (masse : 31,66 g, surface : 14,46 cm) résiste mieux à la chute que le Makroud préparé à base du smen (Photo 25).

Enfin, on peut conclure que les deux paramètres masse et surface ne sont pas les seuls responsables de la dégradation de la forme des losanges, c'est plutôt, la texture fonction de la matière grasse qui donne les résultats obtenus sur les photos.

Selon DESGREZ (1994), en biscuiterie, les corps gras diminuent la consistance de la pâte quand on maintient l'hydratation constante, lorsque l'on apporte un corps gras dans une formule que l'on désire garder la même consistance, il convient donc de réduire l'hydratation. Dans ce cas, le gluten a moins d'eau à sa disposition et la structure glutineuse est moins importante. De plus il ne peut y avoir de continuité entre deux particules de gluten, là où se trouve le corps gras ajouté suffisamment, il réduit alors la solidité et apporte la friabilité souhaitée en affaiblissant la structure interne des produits cuits.

PLANCHE N° 9 : Test de la chute des Makrouds préparés

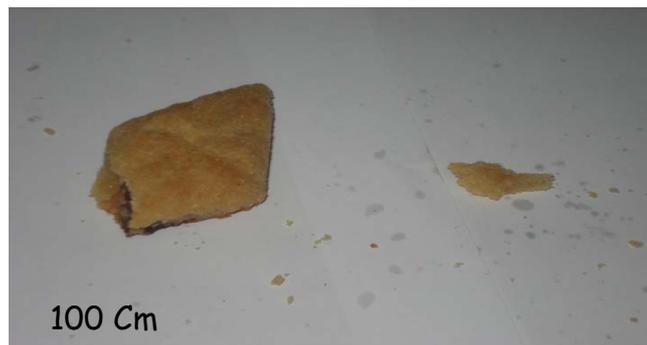


Photo 17 et 18: Chute du Makroud huile à 50 cm et 100 cm de hauteur

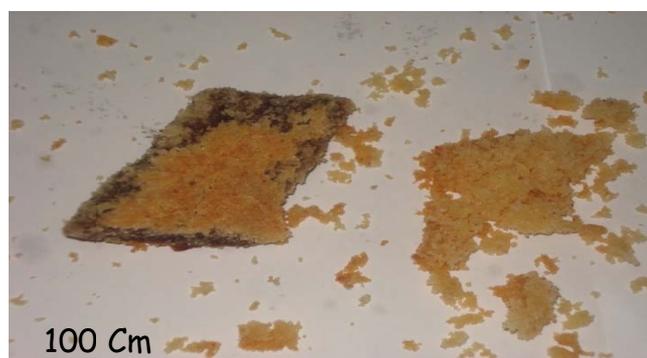


Photo 20 et 21: Chute du Makroud smen à 50 cm et 100 cm de hauteur



Photo 22 et 23: Chute du Makroud margarine à 50 cm 100 cm de hauteur



Photo 24 et 25: Chute du Makroud beurre à 50 cm 100 cm de hauteur

5. ANALYSES SENSORIELLES

Après le suivi des évolutions des paramètres physicochimiques des différents Makrouds produits (huile, smen, margarine et beurre), nous nous sommes intéressés au comportement rhéologique en terme de consistance. Par la suite nous avons soumis ces produits à une appréciation sensorielle.

Dans un premier temps, un test de notation utilisant une échelle numérique dans le but de déterminer l'aptitude des dégustateurs à noter et à distinguer entre des différences d'apparence, d'odeur, de saveur et de texture des gâteaux. Et enfin un test hédonique qui permet de déterminer la présence ou l'absence des corrélations entre les paramètres physicochimiques et le profil sensoriel.

5.1. Test hédonique

Les résultats du test hédonique sont représentés par la figure 06. Les résultats de l'ANOVA (les détails de l'ANOVA sont donnés dans l'annexe 4) mettent en évidence l'absence de différences significatives ($p < 0,05$) entre les trois Makrouds (Makroud à base de la margarine, à base du smen et à base du beurre) et que ces derniers ont été regroupés en un seul groupe homogène. La présence de différence significative entre le Makroude préparé à base de la margarine et celui préparé à base d'huile, puisque ces derniers ont été regroupés en deux groupes différents (Tableau N° 42).

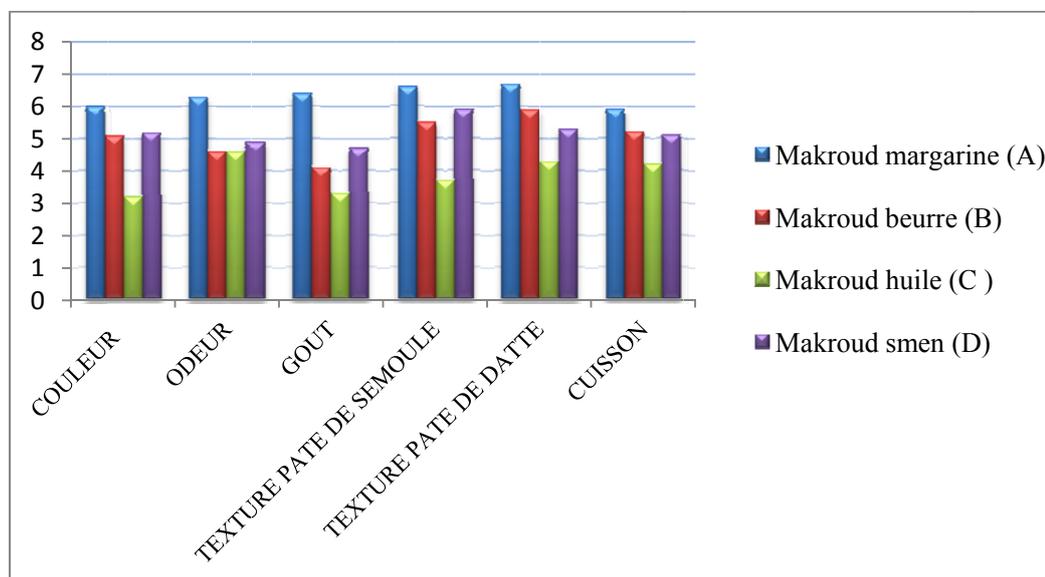


Figure N° 06 : Valeurs moyennes des notes d'appréciation hédonique pour les quatre types du Makroud

Tableau N° 42 : Représentation des quatre types du Makroud analysés en groupes hétérogènes par le test de Tukey (HSD)

Makrouds analysés	Moyenne estimée	Groupes	
Makroud margarine	6,316	A	
Makroud smen	5,183	A	B
Makroud beurre	5,066	A	B
Makroud huile	3,883		B

5.1. 1 Profils sensoriels des quatre types de Makroud

La figure N° 07, rassemble les profils sensoriels des 4 Makrouds (Makroud margarine (A), Makroud beurre (B), Makroud huile (C) et Makroud smen (D)) concernés par l'analyse sensorielle.

Il apparait clairement que le Makroud préparé à base de la margarine a une très bonne texture de pâte de semoule « friable et compacte » et une pâte de datte de texture tendre, ainsi qu'un goût et une couleur jugés meilleurs.

Les zones d'acceptabilité indiquées dans les séries de données des profils sensoriels par la couleur grenad, indiquent que le Makroud préparé à base de la margarine est plus apprécié par les membres du panel de dégustation grâce à ces caractéristiques organoleptiques intéressantes. Par contre, le Makroud préparé à base d'huile à une zone d'acceptabilité trop restreinte due aux faibles notes attribuées par les dégustateurs à la texture, à la couleur, à l'odeur et au goût.

Enfin, pour les deux autres types du Makroud (smen et beurre), ils présentent une zone d'acceptabilité presque identique « superposée » (Figure N° 08).

L'ANOVA sur les notations de la texture de la pâte de semoule et de la texture de la pâte de datte, confirme la différence significative ($p < 0,05$) entre les différents types du Makroud préparés, et les membres du panel se mettent en accord pour attribuer les meilleurs notes pour le Makroud préparé à base de la margarine. Ce dernier présente une couleur et un goût qui étaient appréciés et jugés supérieur par la plus part des membres du panel (Tableau N° 43). Les résultats de l'analyse de variance nous montrent également que le makroud préparé à base d'huile occupe la dernière place pour toutes ses caractéristiques organoleptiques, due aux faibles notes attribuées par les dégustateurs, c'est le makroud le moins appréciés. Pour les deux autres makroud préparé à base de smen et du beurre, les notes sont proches et presque identiques concernant la texture de la pâte de semoule, texture de la pâte de datte et la couleur (pas de différence significative au seuil de 5%).

Tableau N° 43: Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les quatre types du gâteau traditionnel Makroud sur la texture de la pâte de semoule, la texture de la pâte de datte, la couleur et le goût (avec un intervalle de confiance à 95 %).

Attribut	Moyenne estimée	Groupes	
Texture de la pâte de semoule (A)	6,600	A	
Texture de la pâte de semoule (D)	5,900	A	
Texture de la pâte se semoule(B)	5,500	A	
Texture de la pâte de semoule(C)	3,700	B	
Texture de la pâte de datte (A)	6,700	A	
Texture de la pâte de datte (B)	5,900	A	B
Texture de la pâte de datte (D)	5,300	A	B
Texture de la pâte de datte (C)	4,300	B	
Couleur (A)	6,000	A	
Couleur (D)	5,200	A	
Couleur (B)	5,100	A	
Couleur (C)	3,200	B	
Goût (A)	6,400	A	
Goût (D)	4,700	A	B
Goût (B)	4,100	B	
Goût (C)	3,300	B	

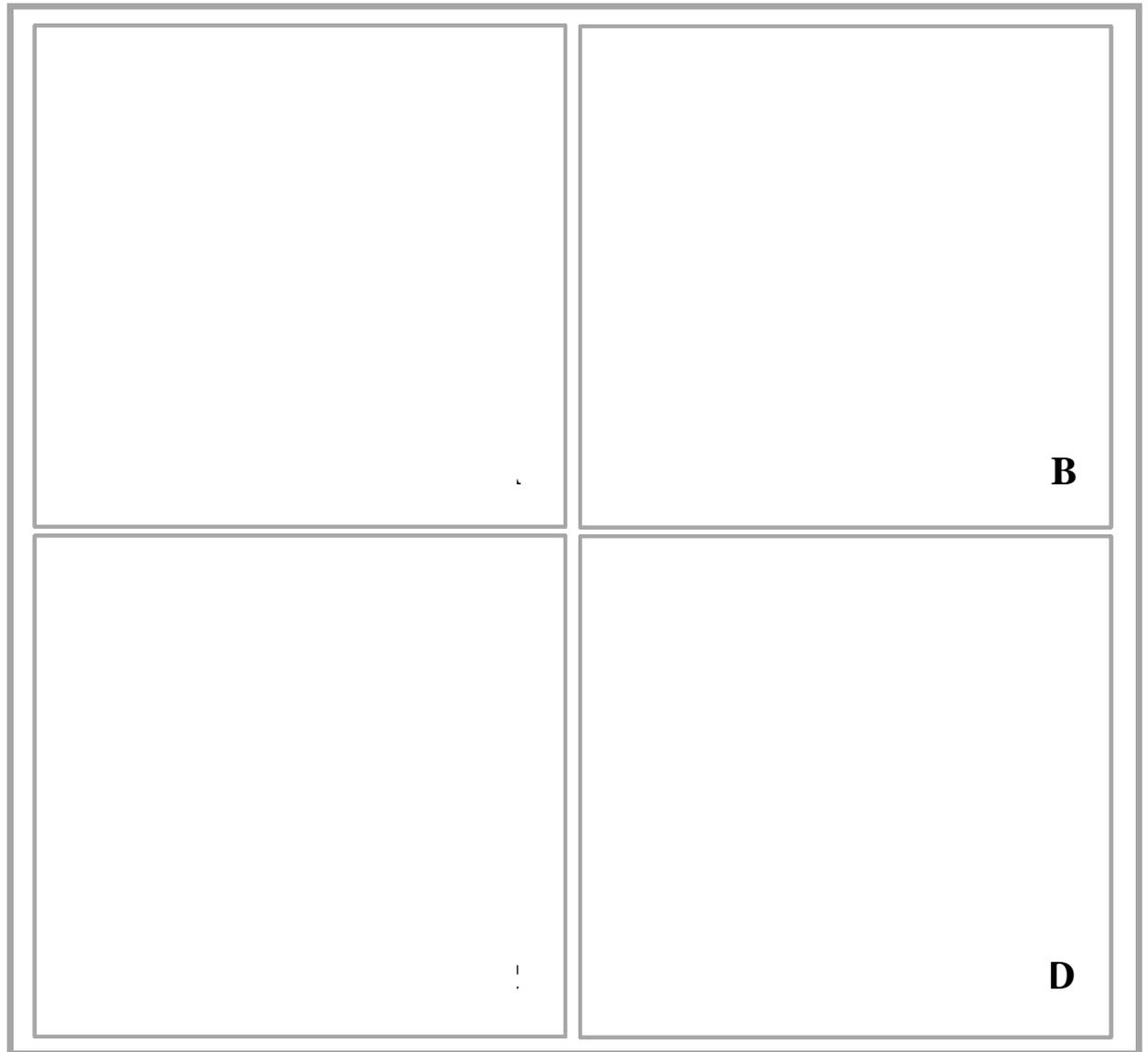


Figure N° 07 : Profils sensoriels des quatre Makrouds analysés, (A) à base de la margarine, (B) à base du beurre, (C) à base d’huile, (D) à base du smen

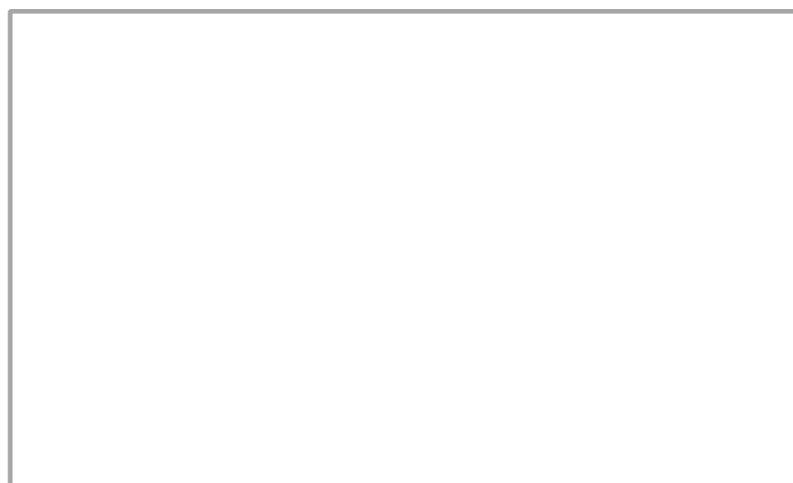


Figure N° 08 : Profils sensoriels et radars des deux Makrouds, à base du beurre (B) et à base du smen (D)

Pour les notations de la cuisson des gâteaux, le tableau de l'analyse de la variance (ANOVA) montre que la différence est significative ($p < 0,05$) entre le Makroud préparé à base de la margarine et celui préparé à base d'huile, tout en admettant que le Makroud avec la margarine présente une meilleure cuisson par rapport aux trois autres types. Et que le makroud préparé à base d'huile est insuffisamment cuit par rapport aux makroud beurre et makroud smen.

Tableau N° 44 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les quatre types du gâteau traditionnel Makroud sur la cuisson (avec un intervalle de confiance à 95 %)

Attribut	Moyenne estimée	Groupes
Cuisson du Makroud (A)	5,900	A
Cuisson du Makroud (B)	5,200	A B
Cuisson du Makroud (D)	5,100	A B
Cuisson du Makroud (C)	4,200	B

Par ailleurs, d'après l'analyse de la variance (ANOVA), il semble que le Makroud préparé à base de la margarine ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) sur le plan olfactive (odeur). Les membres du panel n'arrivent pas à différencier entre les produits d'une manière significative. Ceci peut s'expliquer par de faibles différences entre produits sur cette perception, car tous les Makrouds préparés présentent presque la même odeur, qui est l'odeur dominante de l'eau de fleur d'oranger. C'est pour cela cette caractéristique organoleptique peut être confondue sur tous les Makrouds analysés, et cela peut être confirmé par le tableau N° 45, qui donne la répartition en un seul groupe homogène des avis des sujets du panel.

Tableau N° 45 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les quatre types du gâteau traditionnel Makroud sur l'odeur (avec un intervalle de confiance à 95 %)

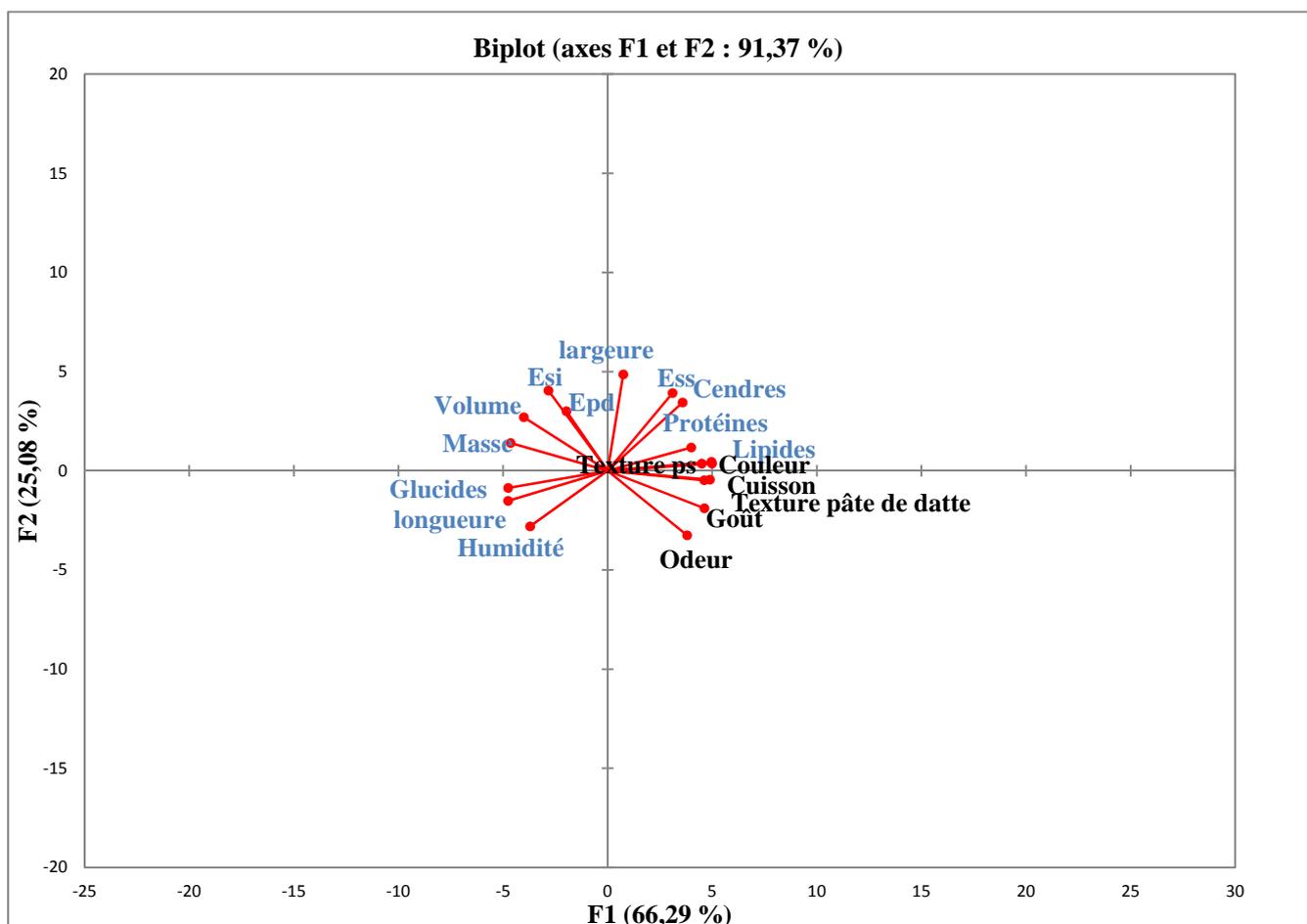
Attribut	Moyenne estimée	Groupes
Odeur du Makroud A	6,300	A
Odeur du Makroud D	4,900	A
Odeur du Makroud B	4,600	A
Odeur du Makroud C	4,600	A

Nous pouvons conclure que la Makroud préparé à base de la margarine est jugé le meilleur Makroud pour la plus part des membres du panel, puis vient le Makroud smen ensuite le makroud beurre. Le Makroud préparé à base d'huile de table « sans goût », est jugé le mauvais Makroud, pour sa texture dure de la pâte de semoule, sa mauvaise couleur et son goût mal apprécié par les consommateurs.

5.1. 2 Test de corrélation

L'analyse des composantes principales (ACP) est une technique statistique permettant de réduire un système complexe de corrélation en un plus petit nombre de dimensions. Le but ici est de visualiser la corrélation entre les paramètres physicochimiques et les paramètres sensoriels.

L'analyse en composantes principales (ACP) montre que certaines caractéristiques sensorielles sont corrélées avec les paramètres physicochimiques (figure N° 09).



Esi :Epaisseur semoule inférieure; Ess :Epaisseur semoule supérieure; Epd :Epaisseur pâte de datte; Texture ps :Texture pâte de semoule

Figure N° 09 : Analyse en composantes principale (ACP) des principales caractéristiques sensorielles et physicochimiques (avec un seuil de signification de 0,05)

Des corrélations positives entre les types des lipides, la texture de la pâte de semoule et la couleur sont observées, c'est-à-dire plus nos Makrouds contiennent des lipides, plus leur texture de pâte de semoule et leur couleur sont jugées meilleures.

La matrice de corrélation donnée par le tableau N° 46, indique significativement une corrélation négative ($r = - 0,937$) entre la couleur et le taux des glucides, ainsi entre la longueur et la couleur ($r = - 0,976$). Elle indique également une corrélation significativement négative ($r = - 0,964$) entre le taux des glucides et la texture de la pâte de semoule.

Tableau N° 46 : Matrice de corrélation (Pearson (n)) entre les paramètres physicochimiques et les paramètres sensoriels

	Couleur	Odeur	Goût	Texture ps	Texture pd	Cuisson
Humidité	- 0,747	- 0,193	-0,482	- 0,778	- 0,484	-0,595
Cendres	0,595	- 0,037	0,268	0,624	0,309	0,415
Protéines	0,862	0,453	0,629	0,808	0,921	0,867
Lipides	0,861*	0,633	0,818	0,906*	0,661	0,787
Glucides	- 0,937*	- 0,608	- 0,822	- 0,964*	- 0,766	- 0,864
Poids	- 0,875	- 0,888	- 0,974	- 0,908	- 0,794	- 0,886
Volume	- 0,725	- 0,961	- 0,956	- 0,763	- 0,697	- 0,783
Longueur	- 0,976*	- 0,534	- 0,771	- 0,974	- 0,863	- 0,912
Largeur	0,252	- 0,519	- 0,236	0,218	0,113	0,094
Epaisseur semoule supérieure	0,716	0,000	0,314	0,704	0,537	0,572
Epaisseur semoule inférieure	- 0,398	- 0,916	- 0,784	- 0,441	- 0,440	- 0,510
Epaisseur pâte de datte	- 0,726	- 0,814	- 0,801	- 0,683	- 0,912	- 0,848

* : Significatif au seuil de 5 %

CONCLUSION GENERALE

Cette étude a été conduite dans le but de faire connaître la technologie de fabrication du gâteau traditionnel « makroud » et la détermination de l'impact de quatre types de matière grasse (margarine, beurre, huile et le smen) sur les paramètres physicochimiques et les caractéristiques sensorielles du produit fini.

Afin d'atteindre nos objectifs nous avons opté pour les deux points suivants :

- Le choix de la semoule, et la détermination de la recette ;
- La quantité de la semoule, et celle du gras (margarine, beurre, huile et smen) sont les même pour les différents types de makroud, tandis que la quantité d'eau est variable.

L'étude des caractéristiques biochimiques et physicochimiques du makroud pour les différentes recettes a été précédée d'abord par une caractérisation des matières premières [semoule, pâte de datte, matières grasses (margarine, beurre, huile et smen)].

La caractérisation physicochimique des matières premières montre que la semoule et les différentes matières grasses utilisées, obéissent généralement aux normes. Par contre les résultats obtenus pour la pâte de datte indiquent qu'elle est confectionnée à partir de variété de dattes sèches et non de dattes molles.

Les résultats de l'étape d'hydratation montrent que la pâte des deux makroud huile et margarine a nécessité beaucoup d'eau (18,05% et 17,43 % respectivement) comparativement à celle du makroud beurre et makroud smen qui a absorbé moins d'eau (15,69% et 15,04 % respectivement).

L'étude comparative des quatre recettes (A, B,C et D) après cuisson fait ressortir ce qui suit :

Il y a une différence significative de la teneur en eau entre les différents makroud, mais pour les cendres la différence n'est pas significative au seuil de 5%. La teneur en protéine est significativement différente entre tous les makroud, sauf pour le makroud margarine et smen elle est presque identique. Le taux des lipides est significativement différent entre tous les makroud à l'exception de celui du makroud margarine et beurre où la signification n'existe pas au seuil de

5%. Quant aux glucides des quatre makroud, la différence est seulement significative entre le makroud huile et le makroud margarine.

On fonction de la nature et le type du gras utilisé nous avons remarqué une légère variation dans la composition biochimique de la pâte de datte après cuisson.

La vitesse d'évaporation d'eau des deux faces de chaque type de makroud est différente, elle est importante dans la face supérieure que dans la face inférieure pour les makroud huile, beurre et margarine. Mais c'est le contraire pour le makroud smen qui semble empêcher d'avantage l'évaporation d'eau dans la face supérieure que dans la face inférieure.

L'utilisation des matières grasses beurre, margarine et smen n'influe pas sur la forme et les dimensions des losanges formés contrairement à l'huile qui nous donne de grands losanges de makroud.

La nature de la matière grasse influe sur la masse des makroud produits et n'influe pas sur le volume, le temps de cuisson et la perte en masse de ces derniers.

Par ailleurs, le test de la chute a révélé que les losanges du makroud à base d'huile (masse = 35,17g et surface = 16,44cm) résistent mieux à la chute d'une hauteur de 100 cm contrairement à ceux à base du smen (masse = 25,16g et surface = 15,24cm) qui s'effritent et se déforment complètement. C'est donc la texture qui est en fonction de la MG qui est responsable de la dégradation de la forme des losanges et non pas le paramètre poids et surface.

Les résultats des analyses sensorielles, ont montré par le biais du test de notation que le makroud préparé à base de la margarine (A) est plus apprécié par les membres du panel de dégustation grâce à ces caractéristiques organoleptiques intéressantes, contrairement à celui préparé à base d'huile qui a été mal apprécié et faiblement noté par les dégustateurs.

L'analyse en composante principales a permis d'établir des liens de corrélation entre les paramètres physicochimiques et les caractéristiques sensorielles. Le taux des lipides présente une corrélation positive ($r = 0,906$) avec la texture de la pâte de semoule. Le taux des glucides est négativement corrélé avec la couleur et la texture de la pâte de semoule $r = (-0,937)$ et

$r = (-0,964)$ respectivement. Quant aux protéines leurs taux sont positivement corrélés avec la texture de la pâte de datte.

Au cours de ce travail, les approches expérimentales ont touché à différents axes. Nous avons conscience de la modeste part de cette contribution, mais elle est très limitée et pourraient être le point de départ pour autres études.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

ABECASSIS J., 1991. Les technologies de mouture : B- la mouture du blé dur. **In : GODON B., WILLM C.** Les industries de première transformation des céréales, Lavoisier Tec & Doc, Apria, Paris, 679 p.

ABECASSIS J., CUQ B., BOGGINI G., NAMOUNE H., 2012. Other traditional durum-derived products. **In : MIKE F., ABECASSIS J., BRIAN M., CARCEA M.** Durhum wheat: chemistry and technology, 2^{ème} édition: AACC, international advancing grain science word wide, 300 p.

ACOURENE S., TAMA M., 1997.Caractérisation physicochimiques des principaux cultivars de dattes de la région de Ziban. Revue recherche agronomique, Edition. INRAA, n.1, p 59-66.

ADRIAN J., 1994. Composition et valeur nutritionnelle du pain. **In : GUINET R., GODON B.** Panification Française, Lavoisier Tec & Doc, 526 p.

ADRIAN J., POTUS J., FRANGNE R., 1995. La science alimentaire de A à Z, 2^{ème} édition. Lavoisier TEC & DOC, Paris, 477 p.

AFNOR., 1981. Recueil des normes françaises, corps gras, graines oléagineuses, produits dérivés, 2^{ème} édition, Paris, France, 438 P.

AFNOR., 1991d. Norme AFNOR NF V03-050. Céréales et produits céréaliers : Directives générale du dosage de l'azote avec minéralisation selon la méthode de Kjeldahl (Septembre 1970). **In : Recueil de normes AFNOR. Contrôle de la qualité des produits alimentaires céréales et produits céréaliers, AFNOR, DGCCRF, 3^{ème} édition, Paris, p. 98-103, 360 p.**

AIT-AMEUR L., 2001. Analyse du processus de diffusion, des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de citron. Thèse de Magister, Département de Technologie Alimentaire, Université de Boumerdes, 80 p.

ALIAS C., LINDEN G., 1997. Abrège de biochimie alimentaire. Ed. MASSON, 4^{ème} édition, Paris, France, 248 p.

ALLANI F., 2008. Origine du makroud (Tuniscope) [archive] « En couverture », La presse magazine, 2008, 2-7 p.

AL OGAIDI Z. A., AZIZ GH M., AL HKKA., KANDM A., AL HILLI.,1987.

Optimization of propagation medium for bakers yeast using date extract and molasses determination of the optimum concentra of micro aliments and vitamins. The date palm journal, vol 5, n.01, p.79-98.

AMELLAL H., 2007. Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de dattes « Formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse de doctorat, spécialité génie alimentaire, option technologie alimentaire, Université M'hamed Bougara, Boumerdes, Algérie, 127 p.

ANONYME., 1991b. Contrôle de la qualité des produits alimentaires. Recueil de normes françaises, 3^{ème} édition, AFNOR, France, 360 p.

ANONYME., 2006. La biologie de *Triticum turgidum* ssp. durum (blé dur), document d'accompagnement des critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux, Ottawa, Canada, 11 p.

AZIZA M., 2001. Les vertus de datte. Agroline, n.11, p. 41-42.

BAAZIZ C., BAGHOUIL N., GUFFENS N., GEERTS J., STEMOTTE V., STASSIN M., THEYS A., 2005. Les matières grasses anges ou démons ?. Université catholique de LOUVAIN, 23 p.

BAHCHACHI N., 2002. Incorporation de gluten de maïs dans la fabrication de deux produits céréaliers traditionnels, trida et couscous. Thèse de magistère en biochimie et technologies alimentaires, INATAA, Université de Constantine, Algérie, 134 p.

BAHRI Z., 1987. Obeservation des causes d'altération des grains de blé en temps d'entreposage. Mémoire d'ingénieur d'état en industrie agro alimentaire, INATAA, Université de Constantine, 73 p.

BAIÃO N. C., LJC L., 2005. Oil and fat in broiler nutrition. Brazilian journal of poultry science, vol. 7, n. 3, Brasil, p.129 – 141P.

BALLERINI D., HILLION G., MONTAGNE X., 2006. Les esters d'huiles végétales. **In :** **BALLERINI D., ALAZARD-TOUX N.** Les biocarburants « etat des lieux, perspectives et enjeux du développement ». Editions. TECHNIP, Paris, p. 135-139.

BAR C., 1995. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Guide pratique. Edition. ITCF, 253 p.

BARREVELED W.H., 1993. Date Palm Products. FAO, Agricultural services, Bulletin n. 101, Rome.

BAR C., 1995. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Guide pratique. Edition. ITCF, 253 p.

BEBBA N., DJAKRI K., 2001. Consommation de dattes et préparations alimentaires à base de dattes dans deux régions de Oued Righ et Oued Souf. Mémoire d'ingénieur en nutrition et technologies agro-alimentaires, INATAA, Université de Constantine, Algérie, 62 p.

BELGUEDJ M., 2002. Les ressources génétiques du palmier dattier. INRA, Algerie, 200 P.

BENBELKACEM A., SADLI F., BRINIS L., 1995. La recherche pour la qualité des blés en Algérie. In : **DIFONZO N., KANAN F., NACHIT M.** Durum wheat quality in the Mediterranean region, Option Méditerranéennes, série A: Séminaires Méditerranéen, Zaragoza, 17-19 novembre 1993, n. 22, CIHEAM/ ICARDA/CIMMYT, Zaragoza, 284 p.

BENCHARIF A., CHAULET C., CHEHAT F., KACI M., SALHI Z., 1996. La filière blé en Algérie. Edition. Karthala, Paris, 238 p.

BENCHELAH A.C., MAKHA M., 2006. Les dattes, de la préhistoire à nos jours, ethnobotanique. Edition .Springer, n.1 : 43-47 p.

BENCHELAH A.C., MAKHA M., 2008. Les dattes : Intérêt en nutrition, alimentation et culture. Edition. Springer, vol. 6, p. 117-121.

BENLACHEHEB R., 2008. Score lipidique de certains plats traditionnels consommés à Constantine. Mémoire de magistère en sciences alimentaire option alimentation, nutrition et santé, INATAA, Université de Constantine, Algérie, 142 p.

BEREAU D., 2001. Huiles et fractions insaponifiables des huit espèces de palmiers amazoniens. Diplôme doctorat d'état, en science des agro -ressources, Institut National Polytechnique de Toulouse, France, 152 P.

BERTHOUD L., REAL M., 2008. La margarine est elle une bonne alternative au beurre. Haute école de santé, Genève, filière Nutrition et diététique, 6 p.

BESSAS A., BENMOUSSA A., KERARMA M., 2008. Dosage biochimique des composés phénoliques dans les dattes et le miel récoltés dans le sud Algérien. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie option contrôle de qualité et analyses, Université Djillali liabes, Sidi Belabbes, Algérie, 81 p.

BOOIJ I., PIOMBO G., RISTERUCCI J.M., COUPE M., TOMAS D., FERRY M., 1992. Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). Fruits, 47 (6), p. 667-678.

BORNET F., 1992. Le pain et les produits céréaliers : Influence des technologies d'extractions et de transformations sur la qualité nutritionnelle des produits céréaliers. **In : DUPIN H., CUQ J.L., MALEWIAK M.I., LEYNAUD-ROUAUD C., BERTHIER A.M.** Alimentation et nutrition humaine. ESF éditeur, Paris, 1533 p.

BOUDECHICHE L., ARABA A., TAHAR A., OUZROUT R., 2009. Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale. Livestock research for rural development, 11p.

BOUDREAU A., 1992. Le grain de blé. **In : BOUDREAU A., MENARD G.** Le blé éléments fondamentaux et transformation, Domini, 4^{ème} trimestre, Canada, 439 p.

BOUGUEDOURA N., BENKHALIFA A., BENNACEUR M., 2010. Le palmier dattier en Algérie « situation, contraintes et apports de la recherche. **In : ABERLENC-BERTOSSI F.,** Biotechnologies du palmier dattier. Colloques et séminaires. Edition. IRD, 15-23, 255p.

BOULARAK A., 2005. Guide des déterminations analytiques des lait et produits laitiers. Direction Générale Du Contrôle Economique et de la Répression des Fraudes, Alger, 23 p.

BOZZINI A., 1988. Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. **In : FABRIANI G., LINTAS C.** Ed. Durum: Chemistry and Technology. AACC (Minnesota), États-Unis, p. 1-16.

CALVEL R., 1984. La boulangerie moderne, 10^{ème} éd, Edition. Eyrolles, Paris, 460 p.

CAMPS G., 1995. Dattes / Dattiers. Encyclopédie berbère, 15/Daphnitaie-Djado, Aix-en-Provence, Edition.Sud, P. 2234-2248.

- CHAMBON M., 1992.** Matière grasse laitière. **In : KARLESKIND A.** Manuel des corps gras, technique et documentation, Lavoisier, Paris, vol. 2, 1579 p.
- CHEHMA A., LONGO H.F., 2001.** Valorisation des sous-produits du palmier dattier en vue de leur utilisation en alimentation du bétail, Rev. Energ. Ren : production et valorisation-biomasse, Algérie, 59-64 p.
- CHERIET G., 2000.** Etude de la galette : différents types, recettes et modes de préparation. Thèse de Magister, INATAA, Université de Constantine, 99 p.
- CODEX ALIMENTARIUS., 1993.** Graisse, huiles et produits dérivés. Programme mixte FAO/OMS sur les normes alimentaires, 2^{ème} édition, FAO, Rome, vol. 8, 125 p.
- COLONNA P., 2010.** ALIMENTATION (Aliments) - Technologies de production et de conservation. **In : Encyclopédie universalisa**, 12 p.
- DAGHER S.M., 1991.** Traditional foods in the Near East. FAO, food and nutrition paper 50, Rome, 161 p.
- DARYL J.S., GAVIN H., 2009.** State of QTL detection and marker- assisted selection in wheat improvement. **In: BRETT F.C.** wheat science and trad , business et economics, 596 p.
- DAWSON V. H. W., et ATEN A., (1963).** Récolte et conditionnement des dattes. Collection F.A.O. Rome, cahier n°72, 397 p.
- DEROUICHE M., 2003.** Couscous enquête de consommation a Constantine, fabrication artisanale et qualité. Thèse de magistère en technologies alimentaires, option nutrition humaine INATAA, Université de Constantine, Algérie, 125 p.
- DESGREZ R., 1994.** Les ingrédients spécifiques : panification fine, viennoiserie. **In :**
GUINET R., GODON B. Panification française. Edition. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, France, 524 p.
- DJERMOUN A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, 46. Revue. Nature et technologie. n. 01, Département d'agronomie, Université Hassiba Benbouali de Chlef, p. 45- 53.

- DJOUAB A., 2007.** Préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes des variétés sèche. Thèse de magistère en technologies alimentaires, option génie alimentaire, Université M'hamed Bougra Boumerdes, Algérie, 102 p.
- DOUMANDJI A., DOUMANDJI S., DOUMANDJI – MITICHE B., 2003.** Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Cours de technologie des céréales. Office des publications universitaires, place centrale de Ben Aknoun, Alger, 67 p.
- DUBOST D., (1991).** Ecologie, aménagement et développement agricole des oasis algériennes. Thèse de doctorat, université de Tours, France, 191p.
- DUPAIGNE P., 1965.** New preparation derived from the date (french) fruits, vol 20, n. 8.
- DUPAIGNE P et MUNIER E., 1965.** Préparation normale à partir de la datte. Fruit, vol. 20 (40) p. 10-15.
- ECK A., 1990.** Les corps gras. Tec et Doc Lavoisier, Paris.
- EL KHALOUI M., RAHMANI M., HACHIMI L., ZAHAR M., 2004.** Détection de l'adultération du beurre par la margarine. Revue marocaine des sciences agronomiques et vétérinaires. Edition. Rabat, MAROC, vol. 24 (3 et 4), p. 159 – 164.
- ESPIARD E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Edition. Tech et Doc, Lavoisier, Paris, p. 147-155.
- FAO., 1977.** Le rôle des graisses et huiles alimentaires en nutrition humaine. Etude AFO Alimentation et nutrition, rapport fao/oms, Rome, p. 93-96.
- FAO., 1986.** Manuals of food quality control, p : 7. Food analysis: générale techniques, additives, contaminants et composition, FAO, Food and nutrition paper, 1417, Rome, 238 p.
- FAO., 1990.** Utilisation des aliments tropicaux arbres, étude AFO Alimentation et nutrition n° 47/3, 57 p.
- FAO/ OMS., 1996.** Codex Alimentarius, céréales, légumes secs, légumineuses, produits divers et protéines végétales, 2^{ème} édition, Vol. 7, Rome, 164 p.

FAUR L., 1992. Technologie des margarines. **In : KARLESKIND A.** Manuel des corps gras, technique et documentation, Lavoisier, Paris, vol. 2, p. 938-987.

FAVIER J.C., RIPERT J.I., TOQUE C., FEINBERG M., 1995. Répertoire General des Aliments : table de composition, INRA/Ciqual/Regal, Lavoisier Tec et Doc, 2^{ème} édition, Paris, 897 p.

FEILLET P., 2000. Le grain de blé. Composition et utilisation. Institut national de la recherche agronomique, INRA, Paris, 308 p.

FEINBERG M., FAVIER J.C., IRLAND-RIPERT J., 1991. Répertoire General des Aliments. INRA/Ciqual/Regal, Lavoisier Tec et Doc, Paris, 281 p.

FUHRER F., LIMACHER A., MIKLE H., TRUTTMANN M., FRIEDLI R., PASQUIER M., PFEFFERLT H., SCHNELLER R., GREMAUD G., 2005. Graisses comestibles, huiles comestibles et graisses, Manuel suisses des denrées alimentaires, chapitre 7, 32 p.

GERMAIN B., PERNET G., POMA J., BURE J., 1968. Rôle des lipides et de leur évolution dans le comportement technologique des farines. Ind. Ali. Agric.

GHADIRIAN P., TOUEZ J.P., 1996. Résultats préliminaires d'une enquête sur les habitudes alimentaires des Canadiens français a Montréal. Méd. et Nut., 32, 1, p. 28-37.

GIOVE R.M., ABIS S., 2007. Place de la méditerranée dans la production mondiale de fruits et légumes. Les notes d'analyse du CIHEM, n. 23, 22 p.

GODON B., 1985. Protéines végétales. **In : GODON B., LOISEL W.** Guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Tec & Doc, Lavoisier, Paris, p. 241-272 p.

GODON B., 1991. Les constituants des céréales : Nature, propriété et teneurs. **In : GODON B.** Biotransformation des produits céréaliers. Tec et Doc, Lavoisier, Paris, 221 p.

GODON B., 1998. Composition biochimique des céréales : A- grain d'avoine, blé, maïs, orge, seigle, triticales. **In : GODON B., WILLM C.** Les industries de première transformation des céréales. Lavoisier Tec & Doc, Apria, Paris, 679 p.

- GOURCHALA F., HENCHIRI C., 2013.** Study of the effect of dates on blood glucose and lipid profile in healthy human subjects. International journal of pharmaceutical, chemical and biological sciences, research article, 8 p.
- HAMZA N., 2003.** CREPES ALGERIENNES : Enquête de consommation a Constantine, fabrication traditionnelle et qualité. Thèse de magistère en sciences alimentaires, option nutrition humaine, INATAA, Université de Constantine Algérie, 151 p.
- HARLAN J.R. et ZOHARY D., 1996.** Distribution of wild wheat and barley. A Notation Studies, 14 p. 121-123.
- HASSANAOUI A., ELHOUMAIZI M.A., HAKKOU A., WETHELET B., SINDIC M., 2011.** Phsico-chemical characterization, classification and quality evaluation of date palm fruits of some Moroccau cultivars. Journal of scientific research, vol. 3, n. 1, 139 p.
- HENRY Y., BUYSER J., 2001.** Origine des blés. **In** : De la graine à la plante. Bibliothèque scientifique, BELIN pour la science, Paris, 158 p.
- HUBERT A., 1984.** Aspect de l'alimentation en Tunisie. CRNSS, Paris, 152 p.
- HUBERT A., SANCHO-GARNIER H., 1992.** Anthropologie et épidémiologie nutritionnelle. Cah. Sci. Hum. 28 (1) p. 57-65.
- HUDRY F., 1994.** Législation. **In** : **GODON B., GUINET R.** La panification française. Collection Science et Techniques Agro-Alimentaires. Edition. Tec et Doc, Paris, 521 p.
- JAMES E., DEXTER., 2008.** Historique de l'amélioration du blé dur au Canada et sommaire des recherches récentes de la commission Canadienne des grains sur certains facteurs associer à la transformation du blé dur. Laboratoire de recherches sur les grains, commission Canadienne des grains, Canada, 18 p.
- KAOURITCHEV I., 1983.** Manuel pratique de pédagogie. Edition. MIR, Moscou, 280 p.
- KARLESKIND A., 1992.** Manuel des corps gras. Technique et documentation, Lavoisier, Paris, vol. 2, 1579 p.
- KELLOU R., 2008.** Analyse du marché Algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des

coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop. Thèse de Mastère of science du SIHEAM – IAMM, n° 93, Montpellier, 168 p.

KENDRI S., 1999. Caractéristiques biochimiques de la biomasse « *Saccharomyces cerevisiae* » produite à partir des dattes variété « Ghars ». Mémoire d'Ingénieur Agronome, Département d'agronomie, Université de Batna, Algerie, 51 p.

KHENFAR B., 2004. Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) dans la région de droh (wilayat de Biskra). Mémoire d'Ingénieur agronome. Département d'agronomie, Batna, 87 p.

KIGALI., 2004. Statistiques des produits végétaux concepts, définition et classification. Projet TCP/ RWA/ 2904(A) « Appui à la réhabilitation et au développement du système de statistiques agricoles et de l'information agricole. FAO, 15 p.

KIGER J.L., KIGER J.G., 1967. Techniques modernes de la pâtisserie-boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Tome 1. Edition. DUNOD, Paris, France, 676 p.

KOCA N., KOCAOGLU-VURMA N.A., HARPER W.J., RODRIGUEZ-SAOMA L.E., 2010. Application of temperature controlled attenuated total reflectance-mid- infrared (ATR – MIR) sepectroscopy for rapid estimation of butter adulteration. Food chemistry, (121), p. 778-782.

LECOQ R., 1965a. Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles, Tome 1 (A à E). Edition. DOIN. DERN et Cie, Paris, 938 p.

LIU M., 2000. Le blé dur en Afrique du Nord. Bulletin bimensuel. Vol. 13. n.11, publié par la division de l'analyse du marché, Canada, 4 p.

MADR., 2007. Statistiques agricoles, superficies et production. Série B, DSASI.MADR, Alger, 64 p.

MARTIN J.H., LEONART W.H., STAMP D. L., 1976. Principles of field crop production. MacMillan publishing Co, USA, 1118 p.

MATALLAH S., 1970. Contribution à la valorisation de la datte algérienne. INA, EL-Harrach, 121 p.

- MAZOYER M., 2002.** Larousse agricole, le monde paysan XXI^e . Eitiond. Lavoisier Tec et Doc, Paris, 770 p.
- MENARD G., EMOND S., SEGUIN R., BOLDUC R., BOUDREAU A., MARCOUX D., PAINCHAUD M., POIRIER D., 1992a.** Les biscuiteries industrielles. **In : BOUDREAU A., MENARD G.** Le blé éléments fondamentaux et transformation. Edition. Domini Johoson, 4^{ème} trimestre, Canada, 439 p.
- MESSAAD N., 2004.** Makroud : Enquête de consommation dans la ville de Constantine, fabrication traditionnelle et qualité. Mémoire d'Ingénieur d'état en nutrition alimentation et technologies agro-alimentaires, INATAA, Université de Constantine, 73 p.
- MEZANI H., 2000.** Céréaliculture Maghrébine, les contraintes de la libération. Agroligne, n. 2, p. 53-54.
- MORANCHO J., 2000.** Production et commercialisation du blé dur dans le monde. **In : ROYO C., NACHIT M., DIFONZO N., ARAUS J.L.** Durum wheat improvement in the Mediterranean region. CIHEAM- option Méditerranéennes, série A. Séminaires Méditerranéens, n. 40, Espagne, p. 29-33.
- MOULE C., 1971.** *Phytotechnie special II cereals*. La maison Rustique, Paris, 236 p.
- MUNIER P., 1973.** Le palmier dattier. Edition G.P. maison neuve et la rose, Paris, 221 p.
- MUSTAPHA A., STAUFFER C., 1992.** Bakery fats. American Soybean Association, Madrid, SPAIN, 60 p.
- NAIME S., 2012.** Aux délices du palais. Site [www. audelicesdupalais.net/article-index-gâteaux-traditionnels](http://www.audelicesdupalais.net/article-index-gâteaux-traditionnels).
- NAMOUNE H., 1989.** Détermination des aptitudes technologiques des principales variétés de blés tendres cultivées en Algérie. Thèse de Magister, INATAA, Université Mentouri, Constantine, Algérie 109 p.
- NAMOUNE H., 1996.** Panification du blé dur : mise au point d'un test de panification et aspects variétaux, génétiques, histologiques et technologiques. Thèse de Doctorat d'Etat INATAA, Université Mentouri, Constantine, Algérie, 263 p.

- NAMOUNE H., ABBAZ C., ABDELAZIZ N., KEZIH R., 2000.** Technique de fabrication mode de préparation et qualité d'une pâte alimentaire algérienne : Chekhchoukha. The 2nd scientific conference of agricultural sciences, Assiut, Egypt, p.1029-1039.
- OHM J.B., CHUNG O.K., 1999.** Gluten pasting and mixograph parameter of hard winter wheat flours in relation to bread making. Cereal chem, p. 76-5, 666, 13.
- OULAMARA H., 2001.** Incorporation de farine de datte en panification. Thèse de Magister en biochimie et technologies alimentaires, INATAA, Université de Constantine, Algérie, 126 p.
- PADILLA M., 2001.** Evolution des modèles de consommation méditerranéens, fais, cause, effets. En ligne, p. 219-226.
- PASSAT F., 1971.** In the industrialization of date palm products (arabic). AL-ABID printing press, Baghdad, p. 21-43.
- PATRON A., PATRON S., SWINZOW H., 1954.** La composition chimiques des dattes marocaines considérées du point de vue de leur valeur alimentaire. Fruits, 9, p. 443-449.
- PERRIN J.L., 1992.** Détermination de l'altération. **In : KARLESKIND A.** Manuel des corps gras. Technique et documentation, Lavoisier, Paris, vol. 2, p. 1198- 1218.
- PEYRON G., 2000.** Cultiver le palmier dattier. GRIDAO : groupe de recherche et d'information pour le développement de l'agriculture d'oasis, la librairie du CIRAD, Montpellier, France, 110 p.
- PORCEDDU E., 1995.** Durum wheat quality in the Mediterranean countries. **In: DIFONZO N., KAAAN F., NACHIT M.** Durum wheat quality in the Mediterranean region, Option Méditerranéennes, série A: Séminaires Méditerranéen, Zaragoza, 17-19 novembre 1993, n. 22, CIHEAM/ ICARDA/CIMMYT, Zaragoza, 33- 42 (284 p).
- PRAT R., MOSINIAK M., VONARX V., 2005.** Biologie et multimedia. Université Pierre et Marie curie – UFR des sciences de la vie, 195 p.
- REYNES M., BOUABIDI H, PIOMBO G, RISTERUCCI A M., 1994.** Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région des Djerid en Tunisie. Fruit, 49, p.289-298.

RIOU E., LEFEBURE L., 2009. Utilisation des huiles et matières grasses végétales dans les aliments céréaliers : un déficit continu pour LU France. Nutrition et santé, vol. 16, n. 4, P. 201-204.

ROSSIGNOL C. A., COUSTILLE J., MAZETTE S., BOUVAREL I., 2005. Etude de la composition et de la qualité des huiles acides industrielles en vue d'une meilleure connaissance de leur valeur nutritionnelle. Sixième journée de la recherche avicol, 154-158 p.

SAAIDI M., 1990. Amélioration génétique du palmier dattier critères de sélection, techniques et résultats. Option Méditerranéennes, série A, n. 11, les systèmes agricoles oasiens, 336 p.

SABRY Z.I., RIJEK R.L., 1982. Food composition tables for the Near East. Ed, FAO, 265 p.

SAWAYA W.N., KHTCHADOURIAN H.A., KHALIL J.K., SAFI W.M., AI-SHALAT A., 1982. Growth and Compositional Changes During the Various Developmental Stages of Some Saudi Arabian Date Cultivars. Journal of Food Science, 47, p.1489-1497.

SEGALL K., SANDERSON L., 2011. Avantage de l'utilisation d'ingrédients laitiers au lieu d'ingrédients à base végétale/animale. Magazine, ingrédients MAG, 9 p.

SELSELET-ATTOU G., GUEZLANE L., 1990. Caractéristique physico-chimique des principales variétés de blé dur cultivé en Algérie, **In : SELSELET-ATTOU G.** Technologie des céréales et produits dérivés. Document à l'usage des étudiants, Option TAA, INA, Alger, 22- 43, (150 p).

SELSELET-ATTOU G., 1991. Technologie des céréales et produits dérivés, document à l'usage des étudiants, Option T.A.A., 150 p.

SIBOUKEUR O., 1994. Performances des bactéries acétiques sahariennes en vinaigrerie traditionnelle dans la région de Ouargla, 5 p.

SIBOUKEUR O., 1997. Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de datte. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106 p.

SOUCI S.W., FACHMANN W., KRAUT H., 1994. La composition des aliments: tableau des valeurs nutritives, Medeparm Scientific Publisher, 5^{ème} édition. Stuttgart, Germany, 1091 p .

SPILLER G.A., SPILLER M., 2007. Tous savoir sur les fibres un régime alimentaire riche en fibres gage d'une bonne santé, édition française, Montebello, Québec, Canada, 306 p.

SRIVASTAVA J.P., 1984. Durum wheat. Its world status and potentiel in the Middle East and North Africa. Cereal Improvement Program, ICARDA, Vol. 3, 1, Syria, p.1-8.

TABUNA H., 2002. Quelle stratégies pour le développement et la promotion des aliments mauriciens sur les marchés internationaux des produits alimentaires ethniques, [en ligne], 23p.

THEIL P., 2004. Un aliment excellent pour la santé : la semoule de blé dur. Conseil supérieur d'hygiène publique de France, 8 p.

TORTORA G.J., ANAGNOSTAKOS N.P., 1987. Principe d'anatomie et de physiologie. 5^{ème} édition, p. 688-693.

TREMOLIERES J., 1977. Nutrition, physiologie, comportement alimentaire. Bordas, Paris, 618 p.

TREMOLIERES J., CLAUDIA J., SERVILLE Y., 1984. Les groupes d'aliments. **In :** **TREMOLIERES J., SERVILLE Y., JACQUOT R., DUPIN H.** Les aliments manuel d'alimentation humaine, tome 2. 9^{ème} édition. ESF, paris, 516 p.

TRENTESAUX E., 1979. Nouveaux problèmes des industries semoulière et pastière, Ind. Ali et Agric., p : 559-569.

TRENTESAUX E., 1995. Evaluation de la qualité du blé dur. **In: DIFONZO N., KAAAN F., NACHIT M.** Durum wheat quality in the Mediterranean region, Option Méditerranéennes, série A: Séminaires Méditerranéen, Zaragoza, 17-19 novembre 1993, n. 22, CIHEAM/ICARDA/CIMMYT, Zaragoza, 53- 59 (284 p).

UZZAN A., 1992. Les corps gras. **In :** **DUPIN H., CUQ J.L., MALEWIAK M.I., LEYNAUD-ROUAUD C., BERTHIER A.M.** Alimentation et nutrition humaines. ESF éditeur, Paris, 1533 p.

VIERLING E., 1999. Aliments et boissons. Filière et produits, Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitain. Doin, Canada, 257 p.

YAHIAOUI K., 1998. Caractérisation physicochimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse de Magister, INA. El-harrach, Alger, 103 p.

YOUSIF A.K., BENJAMIN N.D., ALDDIN S.M., ALI S.M., 1976a. Nutritive value of commercial Iraq date cultivars. 1- Chemical composition. Palm and Dates Reseach Centre, Technical Bulletin, n. 7, 10 p.

ANNEXES

Annexe 1 : Résultats de l'ANOVA pour les analyses physicochimiques de la pâte cuite des Makroud
au seuil de signification 5%

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	P > F
Humidité	Modèle	3	34,847	11,616	424,444	< 0,0001
	Erreur	8	0,219	0,027		
	Total corrigé	11	35,066			
Cendres	Modèle	3	0,241	0,080	1,215	0,365
	Erreur	8	0,528	0,066		
	Total corrigé	11	0,769			
Protéines	Modèle	3	1,264	0,421	14,150	0,001
	Erreur	8	0,238	0,030		
	Total corrigé	11	1,502			
Lipides	Modèle	3	30,039	10,013	61,323	< 0,0001
	Erreur	8	1,306	0,163		
	Total corrigé	11	31,345			

Annexe 2 : Résultats de l'ANOVA pour les analyses physicochimiques de la farce des Makroud
après cuisson au seuil de signification 5%

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	P > F
Humidité	Modèle	3	0,621	0,207	1,545	0,276
	Erreur	8	1,072	0,134		
	Total corrigé	11	1,694			
Cendres	Modèle	3	1,160	0,387	4,673	0,036
	Erreur	8	0,662	0,083		
	Total corrigé	11	1,822			
Protéines	Modèle	3	2,103	0,701	36,751	< 0,0001
	Erreur	8	0,153	0,019		
	Total corrigé	11	2,256			
Lipides	Modèle	3	5,759	1,920	87,361	< 0,0001
	Erreur	8	0,176	0,022		
	Total corrigé	11	5,935			

Annexe 3 : Résultats de l'ANOVA intragroupes pour le test hédonique au seuil de signification 5%

Attribut	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	P > F
Couleur	Modèle	3	42,275	14,092	8,441	0,000
	Erreur	36	60,100	1,669		
	Total corrigé	39	102,375			
Odeur	Modèle	3	19,800	6,600	3,054	0,041
	Erreur	36	77,800	2,161		
	Total corrigé	39	97,600			
Goût	Modèle	3	51,875	17,292	7,114	0,001
	Erreur	36	87,500	2,431		
	Total corrigé	39	139,375			
Cuisson	Modèle	3	14,600	4,867	2,872	0,050
	Erreur	36	61,000	1,694		
	Total corrigé	39	75,600			
Texture pâte de semoule	Modèle	3	45,875	15,292	13,138	< 0,0001
	Erreur	36	41,900	1,164		
	Total corrigé	39	87,775			
Texture pâte de datte	Modèle	3	30,700	10,233	5,650	0,003
	Erreur	36	65,200	1,811		
	Total corrigé	39	95,900			

ملخص

هذه الدراسة أنجزت بهدف التعريف بكيفية صنع الكعك التقليدي المعروف باسم المقرود و البحث في مدى تأثيرات أربع مواد دسمة على تطور الخصائص الفيزيوكيميائية و المميزات التكنولوجية و الحسية لذات الكعك. هذا العمل يلقي الضوء على تحديد الترابطات والتوافقات الممكنة بين الخصائص الفيزيوكيميائية و المميزات الحسية للمنتوج.

النتائج المحصل عليها بينت ان الزيت له أثر ملحوظ على زيادة وزن وأبعاد الشكل الهندسي مقارنة مع باقي المواد الدسمة (الزبدة, الزيت النباتي (مرجرين) , السمن). الدراسة الإحصائية بينت أن طبيعة و نوع المادة الدسمة لا يؤثران على حجم المقرود بمختلف أنواعه. من جهة أخرى بينت نتائج تجربة السقوط من علو 100 سم بأن المقرود المصنوع من الزيت يقاوم التشوه, على عكس ذلك المصنوع من السمن فهو يتشوه و يتحطم كلياً. التقدير اللذوقي أظهر بأن المقرود المصنوع من الزيت النباتي(مرجرين) احتل المرتبة الأولى, على عكس ذلك المصنوع من الزيت فقد جاء في المرتبة الأخيرة.

الكلمات الدالة: مقرود, مواد دسمة, البنية, تشوه, تحليل حسي.

Abstract

This study was driven whose purpose to make know the mode and the diagram of manufacturing of the traditional cake (Makroud) and to study impacts of four kinds of fats (oil, butter, smen and margarine) on the evolution of the phisico-chemical parameters and the technological and organoleptic characteristics of the cake. This work also emphasizes the determination of the possible correlations enter the phisico-chemical parameters and the sensory characteristics.

The obtained results showed that the fat oils has a remarkable effect on the increase of the weight and the sizes compared with the other fats margarine, butter and smen.

The statistical study to let to show that the nature and the type of the fat don't influence the volume. Besides, the results of the of the fall at a height of 100 cm reveal that the Makroud prepared with oil resists better the deformation contrary to that with the smen which defoms and of crumble completely. The sensory appreciation shows that the Makroud prepared with the margarine (A) is classified in first position, but that prepared with oil is classified the last one.

Keywords: Makroud; Fats; texture; deformation; sensory analyses.

Résumé

Cette étude a été conduite dont le but de faire connaître le mode et le diagramme de fabrication du gâteau traditionnel makroud et de suivre l'impacte de quatre genres de matières grasses (huile, beurre, smen et margarine) sur l'évolution des paramètres physicochimiques et les caractéristiques technologiques et organoleptiques du gâteau. Ce travail met aussi l'accent sur la détermination des corrélations possibles entre les paramètres physicochimiques et les caractéristiques sensorielles.

Les résultats obtenus ont montré que la matière grasse huile a un effet remarquable sur l'augmentation de la masse et des dimensions des losanges comparativement aux autres graisses margarine, beurre et smen. L'étude statistique a permis de montrer que la nature et le type du gras n'influent pas sur le volume des différents makroud produits. Par ailleurs, les résultats du test de la chute à une hauteur de 100cm révèlent que le makroud préparé à base d'huile résiste mieux à la déformation contrairement à celui à base du smen qui se déforme et s'effrite complètement. L'appréciation sensorielle montre que le makroud préparé à base de la margarine (A) est classé en première position par contre celui préparé à base d'huile est classé le dernier.

Mots-clé : Makroud ; matières grasses ; texture ; déformation ; analyses sensorielles.