

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB- BLIDA

Faculté des Sciences Agrovétérinaires

Département des sciences Agronomiques

MEMOIRE DE MAGISTER

En Sciences Agronomiques

Spécialité : Nutrition et transformation des aliments

ETUDE DE LA COMPOSITION CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE
DE NOYAUX DE VARIETES DE DATTES ALGERIENNES EN VUE
DE LA VALORISATION DANS LE DOMAINE ALIMENTAIRE

Par

Zahida BOUSSENA

Devant le jury composé de :

D. EL HADI	M.C.A	Université de Blida	Président
A. HADJ ZIANE	M.C.A	Université de Bida	Examinatrice
A. DOUMANDJI A.	M.C.A	Université de Blida	Examinatrice
M. KHALI	M.C.A	Université de Blida	Promoteur
L. BENHADJA.	M.C.A	Université de Blida	Co- Promotrice

Blida, Février 2012

RESUME

Ce travail a porté sur l'étude de la composition chimique et microbiologique de noyaux de neuf variétés de dattes algériennes, en vue de leur valorisation dans le domaine alimentaire par un essai de panification.

Les résultats ont montré que les noyaux de dattes constituent une bonne source nutritionnelle, caractérisée par une richesse en matière sèche (89,87%), glucides (66,56% en moyenne), cellulose brute (15,15%), matière grasse (10,14%) et renferment même des protéines (7,2%), particulièrement les noyaux de Mech Degla qui ont signalés un taux élevé en glucides (70,76%MS) et Takermust avec taux élevé en cellulose brute (20,07%MS). Le Mélange 3 (composé de Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Hamraya) qui a enregistré un taux élevé en matière grasse (12,02% MS) et en protéine (10,34% MS).

Les profils en acides gras ont révélé que l'huile du noyau de dattes est en général une huile oléique-laurique. Une bonne richesse minérale des noyaux a été enregistrée, avec une dominance du sodium et du potassium (teneurs moyennes de 370,10mg/100g MS et 294,40mg/100g MS) pour l'ensemble des variétés étudiées. Sur le plan hygiénique, les résultats ont montré des charges en germes totaux (max. de 25500 germes/g pour Kesba) et en levures et moisissures (max. 4500-13640germes/g pour Ziyéne) conformes aux normes pour l'ensemble des variétés étudiées.

Sur le plan technologique, la farine du noyau de dattes est caractérisée par une activité amylasique insuffisante, une pauvreté en gluten et une faible valeur boulangère selon les caractéristiques technologiques déterminées. La valorisation de la farine du noyau de dattes par des essais de panification à quatre taux d'incorporation à la farine boulangère (5%, 10%, 15% et 20%) et l'évaluation sensorielle ont montré que l'ensemble des pains étaient jugés acceptables en terme de texture et de saveur notamment le pain à 10%.

Mots-clés : Noyaux de dattes, caractérisation physico-chimique et microbiologique, acides gras, panification.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the physico-chemical and microbiological of nine date pits Algerian, in order to evaluate in food by making bread.

The results showed that date pits could be considered as a good source nutritional value, were characterised by its higher dry matter (89,87%), carbohydrate (66,56%), crude fiber (15,15%), fat (10,14%) and contained protein (7,2%). The cultivar Mech Degla and Takermust showed high carbohydrate and crude fiber respectively 70,76% and 20,07%. The mixes of four cultivars date pits (Deglet Nour, Degla Baida, Ghars and Hamraya) showed high content fat (12,02%) and protein (10,34%).

The fatty acid composition showed that date pit oil was oleic-lauric. The mineral composition showed that the sodium and potassium were the predominant mineral with average value (370,10mg / 100g, dry matter and 294,40 mg /100g, dry matter respectively) from most of the cultivars date pits studies.

The microbial analysis showed that maxima number of bacteria mesophilic was 25500 germs per gramme from cultivar Kesba, the maxima number of yeast and molds was 4500-13640germs per gramme from cultivars Ziyéne, were in concordance with standards. The flour date pits was characterised by insufficient amylase activity, low gluten and slight boulanger value by determining technological characteristics. Breads of 5%, 10%, 15% and 20% were prepared by substituting wheat flour with flour date pits. Sensory evaluation of breads showed that the taste and appearance of breads were as acceptable up to 10% level of date pits incorporation.

Key Word : date pits, physico-chemical analysis and microbial analysis, fatty acid and panification.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية و الميكروبيولوجية لتسعة أنواع نوى التمر الجزائري لتثمينه في الغذاء عن طريق صناعة الخبز.

النتائج بينت أن نوى التمر مغذي لكونه يحتوي على نسبة عالية من المادة الجافة (بمعدل 89.87%) و الكربوهيدرات (بمعدل 66.56%) ، ألياف الخام (بمعدل 15.15%) ، المادة الزيتية (بمعدل 10.14%) بالإضافة إلى البروتينات (بمعدل 7.2%) . أنواع ماشي دقلة يحتوى على نسبة عالية من الكربوهيدرات (70.76%) و تكموست به نسبة عالية من ألياف الخام (20.07%) . الخليط المتكون من أربع أنواع نوى التمر (دقلة نور، دقلة بيضاء، غرس و حمراية) به نسبة عالية من المادة الزيتية (12.02%) و بروتينات (10.34%) .

و أظهرت صور التحليل الكروماتوغرافي أن أهم حمض دهني هو حمض الألييك و اللوريك بالنسبة لكافة الأصناف المدروسة. أظهرت النتائج التحاليل الميكروبيولوجية أن أقصى نسبة من البكتيريا الهوائية الكلية 25500 ميكروب/غ لماشى دقلة و أقصى نسبة من الخمائر و الفطريات 4500-13640 ميكروب/غ توجد لنوى التمر زيان ، رغم ذلك تبقى فريية نوى التمر المحيط المناسب لتكاثر الجراثيم نظراً للرطوبة و المحتوى الكيميائي لنوى التمر.

نوى التمر به أيضا نسبة عالية من الصوديوم (448.4 مع / 100غ) و البوتاسيوم (295.47 مع/غ) بالنسبة لكامل أنواع نوى التمر المدروسة.

فريية نوى التمر تمتاز بنشاط أميلاسي غير كافي ، بفقره للغلوتين و ضعف القيمة الخبزية حسب النتائج التكنولوجية. تم خلط فريية نوى التمر مع فريية الخبز العادية بنسب 5% ، 10% ، 15% ، 20% لصناعة الخبز و أظهر التقييم الذوقي أن جميع الخبز المصنوع مقبول من ناحية الذوق و الشكل خاصة خبز بنسبة 10%.

كلمات المفاتيح : نوى التمر ، التحليل الفيزيوكيميائي و الميكروبيولوجي، حمض زيتي ، صناعة الخبز.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier en premier lieu Dieu le Tout Puissant de m'avoir donné courage et santé pour achever ce travail.

Un grand merci à Monsieur; Dr. KHALI M., MCA à l'université Saad DAHLAB d'avoir accepté de m'encadrer et de diriger ce travail avec compétence et dévouement, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Mes sincères remerciements à tous les membres du comité du jury, à Mr. EL HADI D., MCA à l'université Saad DAHLAB de Blida, qui me fait l'honneur de présider ce travail, Mme. BOUTEKRABT L., MCA à l'université Saad DAHLAB de Blida, Mme DOUMANDJI A., MCA à l'université Saad DAHLAB de Blida et Mme Hadj Ziane A., MCA à l'université Saad DAHLAB de Blida pour avoir accepté d'examiner mon mémoire.

Je tiens à remercier à tout le personnel du laboratoire de CACQE, pour leur accueil bienveillant et en particulier monsieur AMRANE et Mme BOUROUIS SALIMA pour son aide précieuse, ses conseils judicieux « Merci pour tout, et c'est encore peu de le dire ».

Ensuite, merci à toute l'équipe du laboratoire de L'ITGC, en particulier Mme ZAGOUNE et Mme MADANI pour leur aide précieuse, leurs encouragements et leur soutien.

Je tiens à exprimer également ma profonde gratitude et mes remerciements à tout le personnel du département d'agronomie en particulier Mr BENCHERCHALI pour son aide précieuse et de m'avoir accueillie au sein de son laboratoire où une partie de notre travail a été fait.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier Monsieur HAOUARI, Monsieur BOUTOUMI, Monsieur LAZAERI et les techniciens de différents laboratoires du département chimie industrielle.

Je remercie également tous les membres du laboratoire d'hygiène à Blida pour leur bonne humeur et leur disponibilité.

Mes sincères remerciements à tous les membres de l'université de L'INNA spécialement Monsieur BENCHARBANE, Monsieur Mohammed, Monsieur TRIKI qui m'ont trop aidé.

Un merci spécial pour mon amie ALLATA SALIHA pour sa présence, affection et générosité inestimables qui m'a trop aidé et pousser vers l'avant, ainsi pour ses conseils, sa précieux soutien moral pendant les périodes difficiles et son encouragements.

Je dédie cet humble travail

A mes parents

A mes frères REDOUANE et LYES

A ma sœur MALIKA

A ma belle sœur HASSINA

A toute ma promotion 2008-2009

TABLE DES MATIERES

RESUME.....	1
REMERCIEMENTS	4
TABLE DES MATIERES.....	7
LISTE DES ILLUSTRATIONS, GRAPHIQUES ET TABLEAUX	11
INTRODUCTION	17
1. LE PALMIERDATTIERETLADATTE	20
1.1 Le palmier dattier.....	20
1.2 La datte	22
1.3 Microbiologie et toxicologie de la datte	31
1.4 Classification des dattes.....	31
1.5 Cultivars de la datte	31
1.6 Production et Commercialisation de la datte.....	34
2. LES NOYAUX DE DATTES.....	40
2.1 Description botanique des graines (noyaux) du palmier dattier	40
2.2 La graine (noyau) est un organe de reproduction.....	42
2.3 Les caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes.....	42
2.4 Noyaux du palmier dattier support de la multiplication -de la flore fongique pathogène.....	43
2.5 Composition chimique des noyaux de datte	44
2.6 La fraction minérale	49
2.7 La fraction glucidique.....	50
2.8 La fraction protéique	52
2.9 L'huile du noyau de datte	53
2.10 Autres composants à propriétés fonctionnelles.....	56
2.11 Microbiologie et Toxicologie des noyaux de dattes.....	57
2.12 Activité biologique des noyaux de dattes.....	58
3. VALORISATION DES SOUS-PRODUITS DE DATTES	59
3.1 La valorisation des dattes de faible valeur marchande	59
3.2 Les déchets de dattes	59
3.3 valorisation directe	61

3.4	La valorisation indirecte	64
3.5	Impacts de la transformation.....	64
3.6	... Les voies de valorisation des noyaux de dattes.....	65
4.	MATERIELS ET METHODES	76
4.1	Description du matériel végétal	76
4.2	Préparation des échantillons	77
4.3	Les méthodes d'analyses	79
4.4	Caractérisation physique des noyaux de datte	80
4.5	Caractérisation physico-chimique	80
4.5.1	Détermination de la teneur en eau	80
4.5.2	Détermination de matière sèche.....	81
4.5.3	.Détermination de cendres.....	82
4.5.4	Estimation du taux de la matière organique	84
4.5.5	Détermination du taux de protéines brutes	84
4.5.6	.Détermination du Taux de cellulose brute	86
4.5.7	Détermination du taux de sucres totaux hydrosolubles	87
4.5.8	Détermination du taux de la matière grasse	89
4.5.9	Détermination du profil en acides gras	91
4.5.10	Détermination du taux de glucides	92
4.5.11	Détermination de l'énergie.....	92
4.5.12	Détermination des éléments minéraux	92
4.5.13	pH	95
4.5.14	Acidité grasse	95
4.6	Caractérisation microbiologique	97
4.6.1	Recherche et dénombrement des germes totaux.....	97
4.6.2	Recherche et dénombrement des levures et moisissures ..	97
4.7	Caractérisation technologique.....	98
4.7.1	Détermination de l'humidité en fonction du taux d'incorporation.....	98
4.7.2	Détermination de l'indice de chute	98
4.7.3	Détermination de l'indice de sédimentation (test zeleny).....	99
4.7.4	Test de sédimentation dans une solution de SDS –Acide lactique	100

4.7.5	Détermination du gluten humide	101
4.7.6	Détermination du gluten sec	102
4.7.7	Estimation du Taux d'hydratation	103
4.7.8	Test à l'alvéographe Chopin.....	103
4.7.9	Analyse statistique des données.....	106
4.7.10	Essai de panification.....	106
4.7.10.1	Pétrissage.....	107
4.7.10.2	Pointage	107
4.7.10.3	Façonnage	107
4.7.10.4	Apprêt.....	107
4.7.10.5	Cuisson.....	107
4.7.10.6	Mesurage de la masse des pains	108
4.7.10.7	Appréciation des pains	108
4.7.10.8	Analyse sensorielle	108
5	RESULTATS ET DISCUSSIONS	112
5.1	Récupération et taux d'extraction des farines des noyaux de dattes	112
5.2	Résultats des caractéristiques morphologiques	115
5.3	Résultats de la caractérisation physico-chimiques.....	116
5.3.1	L'humidité	117
5.3.2	Matière sèche	118
5.3.3	Taux de cendres.....	119
5.3.4	Taux de la matière organique	120
5.3.5	Teneur en protéines brutes	121
5.3.6	Taux de cellulose brute	123
5.3.7	Taux de sucres totaux hydrosolubles	124
5.3.8	Taux de matière grasse	126
5.3.9	Profil en acides gras	127
5.3.10	Taux de glucides	134
5.3.11	Taux d'énergie	135
5.3.12	Eléments minéraux	136
5.3.13	Le pH.....	140
5.3.14	...Acidité grasse	141

5.4	.Caractérisation microbiologiques.....	142
5.4.1	Résultats dénombrements des GAMT.....	142
5.4.2	.Résultats dénombrements des levures et moisissures	143
5.5	Caractérisation technologique.....	143
5.5.1	Résultats de la caractérisation technologique.....	144
5.5.2	Résultats d'indice de chute	145
5.5.3	Résultats du zeleny	147
5.5.4	Résultats du SDS	148
5.5.5	Résultats du gluten	149
5.5.5.1	Gluten humide	149
5.5.5.2	Gluten sec	150
5.5.5.3	Taux d'hydratation.....	152
5.5.6	Caractéristiques alvéographiques.....	152
5.5.7	Résultats d'essai de panification.....	156
5.5.7.1	Résultats du taux d'hydratation nécessaire à la panification.....	156
5.5.7.2	Résultats des essais de panification avant cuisson	157
5.5.7.3	Résultats des essais de panification après cuisson	159
5.5.7.4	Résultats de la masse des pains après Cuisson.....	163
5.5.8	Résultats de l'analyse sensorielle	163
	CONCLUSION	165
	APPENDICES.....	167
	REFERENCESBIBLIOGRAPHIQUES.....	206

LISTE DES ILLUSTRATIONS GRAPHIQUES

Figure 1.1 : Représentation schématique du palmier dattier	22
Figure 1.2 : Formation et maturation des dattes.....	24
Figure 1.3 : Activités biologiques et pharmacologiques de la datte.....	30
Figure 1.4: Répartition du palmier dattier complanté par wilaya.....	36
Figure 1.5 : Répartition de la production de datte par espèce.....	36
Figure 2.1 : Datte et noyau du palmier dattier.....	41
Figure 2.2 : Fractionnement et précipitation des polysaccharides- des noyaux de dattes à partir de l'hydroxyde de baryum	51
Figure 3.1 : Transformation de la datte	62
Figure 4.1 : Noyaux des variétés de dattes Algériennes	77
Figure 4.2 : Broyeur utilisé pour le broyage des noyaux de dattes	78
Figure 4.3 : Etapes de broyage des noyaux de dattes	79
Figure 4.5 : Alvéogramme	105
Figure 4.6 : Pétrissage au moyen du pétrin	109
Figure 4.7 : Pointage, façonnage	110
Figure 4.8 : Four et cuisson des pains à 5%.....	111
Figure 5.1 a: Farine du noyau Kesba.....	113
Figure 5.1 b : Farine du noyau Thouri.....	113
Figure 5.1 c : Farine du noyau Hamraya.....	114
Figure 5.1 d : Farine du noyau Takermust.....	114
Figure 5.1 e : Farine du noyau de Degla baida.....	114
Figure 5.1 f : Farine du noyau Mech Degla.....	114
Figure 5.1. g : Farine du noyau Ziyéne.....	114
Figure 5.1. h : Farine du noyau Deglet Nour.....	114
Figure 5.2 : Taux d'humidité des noyaux des variétés de dattes étudiés.....	117
Figure 5.3 : Matière sèche des noyaux de dattes étudiés	118
Figure 5.4 : Taux de cendres des noyaux des variétés de dattes étudiés	119
Figure 5.5 : Matière organique des noyaux des variétés de dattes étudiés.....	121

Figure 5.6 : Protéines brutes des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	122
Figure 5.7 : Cellulose brute des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	123
Figure 5.8 : Sucres hydrosolubles totaux des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	125
Figure 5.9 : Matière grasse des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	126
Figure 5.10 a : Chromatogramme de la fraction lipidique Mech Degla.....	131
Figure 5.10 b : Chromatogramme de la fraction lipidique Ziyéne.....	131
Figure 5.10 d : Chromatogramme de la fraction lipidique Takermust.....	131
Figure 5.10 e : Chromatogramme de la fraction lipidique Thouri.....	132
Figure 5.10 f : Chromatogramme de la fraction lipidique Deglet Nour.....	132
Figure 5.10 g : Chromatogramme de la fraction lipidique Degla Baida.....	132
Figure 5.10 h : Chromatogramme de la fraction lipidique Ghars.....	132
Figure 5.10 i : Chromatogramme de la fraction lipidique Hamraya.....	133
Figure 5.10 j : Chromatogramme de la fraction lipidique M1.....	133
Figure 5.10 k : Chromatogramme de la fraction lipidique M2	133
Figure 5.10 l : Chromatogramme de la fraction lipidique M 3.....	133
Figure 5.11 : pH des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	140
Figure 5.12 : Acidité grasse des noyaux des variétés des dattes étudiées.....	141
Figure 5.13 : L'humidité pour MF1 et MF2.....	144
Figure 5.14 : L'indice de chute pour MF 1 et MF2.....	145
Figure 5.15 : Test Zeleny pour MF 1 et MF 2.....	147
Figure 5.16 : Test SDS pour MF1 et MF 2.....	148
Figure 5.17 : Gluten humide pour MF 1et MF 2.....	150
Figure 5.18 : Gluten sec pour MF 1et MF 2.....	151
.Figure 5.19 : Influence de l farine des noyaux de dattes incorporées à la farine boulangère sur ses caractéristiques alvéographiques.....	153
Figure 5.20 a : Alvéogramme du témoin.....	155
Figure 5.20 b : Alvéogramme à 5%.....	155
Figure 5.20 c : Alvéogramme à 10%.....	155
Figure 5.20 d : Alvéogramme à 15%.....	155
.Figure 5.20 e : Alvéogramme à	155
Figure 5.21 : Taux d'hydratation (panification).....	156
Figure 5.22. a : Pâte à 20% (Pointage).....	158

Figure 5.22. b : Pâton à 20% (Façonnage).....	158
Figure 5.22. c : Pâton à 20% (Apprêt).....	158
Figure 5.23 : Aspect extérieur et mie du pain témoin.....	160
Figure 5.24. a : : Aspect extérieur du pain à 5%.....	160
Figure 5.24. b : : Aspect extérieur et mie du pain à 5%.....	160
Figure 5.25 .a : Aspect extérieur et mie à 10%.....	161
Figure 5.25. b : Mie du pain à 10%.....	161
Figure 5.26.a : Aspect extérieur du pain à 15%.....	161
Figure 5.26. b : Mie du pain à 15%.....	161
Figure 5.27 : Aspect extérieur et mie du pain à 20%.....	162

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.1 : Modifications morphologiques de trois cultivars.....	26
Tableau 1.2 : Composition chimique de certains cultivars Iraquiens.....	27
Tableau 1.3 : Composition minérale des dattes.....	28
Tableau 1.4 : Teneur en vitamines A et C des dattes Saoudienne.....	29
Tableau 1.5 : Valeurs de la provitamine A dans trois dattes algériennes.....	29
Tableau 1.6 : Cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de datte.....	32
Tableau 1.7 : Caractéristiques chimiques de différentes variétés de dattes....	34
Tableau 1.8 : Production de dattes par pays, en 2004.....	35
Tableau 1.9 : Récapitulatif des superficies, des productions et des rendements et les taux d'accroissement 2006/2005.....	37
Tableau 1.10 : Evolution des exportations Algériennes de dattes (2004 /2009.....	38
Tableau 2.1 : Flore fongique isolée des graines des différentes variétés de dattes.....	43
.Tableau 2.2 : Composition chimique du cultivar Khalas.....	45
Tableau 2.3: Composition chimique de la chair – et noyaux de deux variétés de dattes Deglet Nour et Allig.....	47
.Tableau 2.4 : Composition chimique des noyaux de dattes algériennes.....	48
Tableau 2.5 .Caractéristiques physico-chimiques des noyaux de quatres variétés de dattes étudiées durant la saison 1997-1998.....	49
Tableau 2.6: Composition minérale des noyaux de dattes Tunisiennes	49
Tableau 2.7 : Proportion des sels minéraux de cinq variétés de dattes.....	50
Tableau 2.8: Composition chimique des noyaux de datte.....	50
.Tableau 2.9 : Composition en acides aminés dans les noyaux de dattes.....	52
Tableau 2.10 Caractéristiques physico-chimiques de l'huile des noyaux de datte.....	53
Tableau 2.11: Composition en acides gras d'huile des noyaux de datte (g / 100 g des acides gras total).....	54

Tableau 2.12 Principaux constituants des stérols de l'huile de noyau de datte.....	55
Tableau 2.13 Principaux constituants en tocophérols de l'huile de noyau de datte.....	55
Tableau 2.14 : Principaux constituants en composés phénoliques de l'huile noyau de datte	56
Tableau 2.15 : Composés fonctionnels dans trois variétés des noyaux des dattes.....	56
Tableau 2.16: Contaminants dans la poudre de noyaux torréfiés.....	57
Tableau 2.17 : Proportion de plomb et Chromium de cinq variétés de dattes.	58
Tableau 3.1 : Performance de croissance des veaux, après 98 jours, suite au remplacement de l'orge par des dattes déclassées à un niveau de 30%...	63
Tableau 3.2 : Performance de croissance des chevreaux, après 70 jours, en utilisant des associations (maïs +avoine + tourteau de soja) et (dattes + sardines).....	64
Tableau 3.3 : Pourcentage du muscle et de la graisse dans le filet d'agneaux à différents niveaux d'incorporation de sous-produits de dattes.....	72
Tableau 5.1 : Récupération et taux d'extraction en farine des noyaux de datte	112
Tableau 5.2 : Caractéristiques morphologiques de neuf variétés des noyaux des variétés dattes étudiés.....	115
Tableau 5.11 : Résultats de la composition en acides gras des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	129
Tableau 5.12 : Composition en glucides des noyaux des variétés de dattes étudiées.....	134
Tableau 5.13 : Valeurs moyennes en taux d'énergie des noyaux des variétés de dattes.....	135
Tableau 5.14 : Composition minérale des noyaux des variétés de dattes étudiés.....	137
Tableau 5.17 : Caractérisation microbiologique des noyaux des variétés Algériennes.....	142

Tableau 5.20 : Résultats de l'indice de chute en fonction des cultivars des noyaux de dattes.....	146
Tableau 5.25 : Résultats du taux d'hydratation pour MF1 et MF2.....	152
Tableau 5.28 : Résultats des essais de panification avant cuisson.....	157
Tableau 5.29 : Résultats des essais de panification après cuisson.....	159
Tableau 5.30 : Valeurs moyennes de la masse des pains après cuisson.....	163

INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est directement source de vie, par la production des dattes [1]. La datte est une baie de forme plus ou moins ellipsoïdale. La graine, appelée aussi noyau, est ligneuse et sa couleur va du gris au brun et elle porte un petit embryon [2]. La chair de datte contient des sucres facilement digestibles (70%), principalement du glucose, saccharose, et fructose, des fibres alimentaires et moins de protéines et matière grasse. Les dattes contiennent aussi des vitamines comme la riboflavine, la thiamine, la biotine, l'acide folique et l'acide ascorbique ; qui sont essentiels pour le corps humain. Les dattes sont riches en fer, calcium, cobalt, cuivre, fluor, magnésium, manganèse, potassium, phosphore, sodium, bore, sélénium et zinc [3].

La production mondiale de datte a connu un développement considérable lors de ces 30 dernières années. En effet, la production a triplé en passant de 2.289.511 tonnes en 1974 à 6.772.068 tonnes en 2004 [4]. Ce progrès de production est malheureusement accompagné par une augmentation substantielle de dattes perdues au cours de la cueillette, du stockage ou encore du conditionnement des dattes. Ces pertes peuvent présenter des proportions supérieures à 30% de la production [1]. En 2006, l'Algérie a produit près de 500 000 tonnes de dattes par an dont 45 000 tonnes sont des dattes molles destinées surtout à la transformation industrielle en pâte de datte, en vinaigre, en jus de datte [5]. Ces quantités importantes de dattes ne sont pas consommées par l'homme pour plusieurs raisons : faible qualité gustative, texture trop dure, contamination par des champignons ou des insectes ou tout simplement parce qu'elles sont dévalorisées face à des dattes plus attractives. Ces dattes déclassées et sont, dans la majorité des cas, jetées ou dans les cas limités intégrés dans l'alimentation animale. Le rejet de ces sous-produits ou leur présentation en l'état aux animaux constitue une véritable perte économique puisqu'ils sont riches en éléments nobles pouvant être valorisés [1].

Les noyaux comme sous-produits seraient intéressant d'analyser en vue de leur incorporation en alimentation animale en substitution à certaines matières premières importées [5]. Dans la plupart des pays producteurs de dattes, les

noyaux sont jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale. Ceci suggère la récupération de ce sous produit tant au niveau des ateliers de transformation et de conditionnement des dattes qu'au niveau des champs de récolte [6].

Le poids moyen d'un noyau de datte oscille autour d'un gramme. Il représente 7 à 30% du poids de la datte. Il est constitué d'un albumen corné de consistance dure et protégé par une enveloppe cellulosique [7].

Les noyaux des dattes renferment des composants extractibles à valeur ajoutée élevée. Le noyau est plutôt riche en fibres et en lipides. Ils sont aussi riches en protéines, composés phénoliques, antioxydants et peuvent être utilisés pour l'amélioration de la valeur nutritionnelle des produits incorporés [8, 9, 10,11, 3].

L'objectif de notre travail est d'abord, l'identification morphologique de neuf variétés de noyaux de dattes (Deglet Nour, Degla-baida, Mech degla, Takermust, kesba, Ziyéne, Thouri, Hamraya et Ghars), issues des wilayas Biskra et Ouargla et ensuite leur caractérisation ; physico-chimique (pH, humidité, cendres, acidité grasse) ;

- ✓ biochimique (protéines, cellulose brute, teneur en matière grasse et profil en acides gras) ;
- ✓ technologique (indice de chute, gluten humide, gluten sec, et l'alvéographe, l'indice de zeleny) ;
- ✓ microbiologique (dénombrement des levures et moisissures et dénombrement des germes aérobies totaux). En plus, la caractérisation d'un mélange de quatre variétés des noyaux de dattes (Deglet Nour, Degla-baida, Hamraya et Ghars).

Nous évoquons dans ce modeste travail une nouvelle perspective ouverte pour les technologues, nutritionnistes et diététiciens par la fabrication du pain riche en éléments nutritifs notamment les acides gras essentiels, les fibres et

minéraux et pauvre en gluten, en substituant la farine des noyaux de datte à la farine commerciale à quatre taux d'incorporation : 5%, 10%, 15%, et 20% et son évaluation texturale et sensorielle.

CHAPITRE 1

LE PALMIER DATTIER ET LA DATTE

1.1 Le palmier dattier

Le palmier dattier constitue pour les populations des régions sahariennes l'arbre de la providence qui fournit non seulement des dattes, nourriture riche pour les hommes et les animaux, mais également un grand nombre de productions diverses qui sont très utiles aux familles des phoeniculteurs [12].

Le palmier dattier est reconnu sous le nom latin *Phoenix dactylifera* L. qui signifie «l'arbre de Phénicie aux fruits comme des doigts» [13] (Figure 1.1).

Le Palmier dattier, *Phoenix dactylifera* L., connu depuis l'antiquité, était considéré par les égyptiens comme un symbole de fertilité, représenté par les carthaginois sur les pièces de monnaies et les monuments, et utilisé par les Grecs et les Latins comme ornement lors des célébrations triomphales. Originaire d'Afrique du nord, le palmier dattier est abondamment cultivé en Arabie au Golfe Persique, où il forme la végétation caractéristique des oasis. Il est cultivé en outre aux Canaries, dans la Méditerranée septentrionale et dans la partie méridionale des Etats –Unis [14].

Le palmier dattier a une histoire dans toutes les religions. Quant à l'islam, le fruit du palmier dattier est utilisé pour couper le jeun au mois de Ramadan. Ainsi, il a été cité dans le coran spécialement sourate (Meryem 19 :25-26) en relation à la naissance de Jésus [15]. Le Palmier dattier est une monocotylédone de la famille Arecaceae (anciennement Palmaceae). Cette famille comprend environ 2500 espèces. C'est un hybride dont le nombre de chromosomes est $n=18$ et le nombre de chromosomes somatiques est $n=36$ [16, 17, et 18].

Le système racinaire du palmier dattier est de style fasciculé, caractérisé par une faible ramification des racines, qui peuvent se développer entre 12 et 20 mètres de profondeur. Le tronc (ou stipe) a une croissance monopodiale continue. Il est généralement cylindrique et peut atteindre 30 mètres de haut. Il émet des rejets appelés gourmands lorsqu'ils se trouvent haut placés. Il présente trois types de feuilles durant sa vie : les feuilles juvéniles, semi-juvéniles, et adultes appelées les palmes. Un palmier en bon état de végétation peut avoir entre 100 et 125 palmes actives. La durée d'activité d'une palme se situe entre 3 et 7 ans. Le palmier est une plante dioïque et présente de ce fait des pieds mâles et femelles. Le fruit du palmier, la datte, est constitué d'une partie charnue (la chair) et d'une graine communément appelée noyau, dont la présence signifie que la pollinisation a réussi. Le palmier dattier est l'arbre des zones arides et semi-arides du globe. Originaire des pays chauds et humides, il a de larges possibilités d'adaptation. C'est une espèce thermophile. Son activité végétative commence à 10°C. Il peut supporter des températures très élevées. Les besoins en eau sont très importants, de l'ordre de 2400 litres pour 1 kg de dattes. Le palmier dattier peut vivre 100 ans, sachant qu'il est le plus productif entre 10 et 30 ans. Les palmiers ont des atouts autres qu'alimentaires : les troncs sont utilisés en menuiserie, les palmes pour la confection de toits, de clôtures, d'objets artisanaux (paniers, nattes). A Ghardaïa particulièrement à la région M'zab où le palmier dattier tout entier utilisé pour la confection des toits, des portes, lits, chaises, ponts et poutres à partir du tronc. Des folioles utilisés pour la confection, de couscoussier « zenbil ». La préparation d'une boisson fraîche à partir de la sève du palmier (legmi) [17, 19].

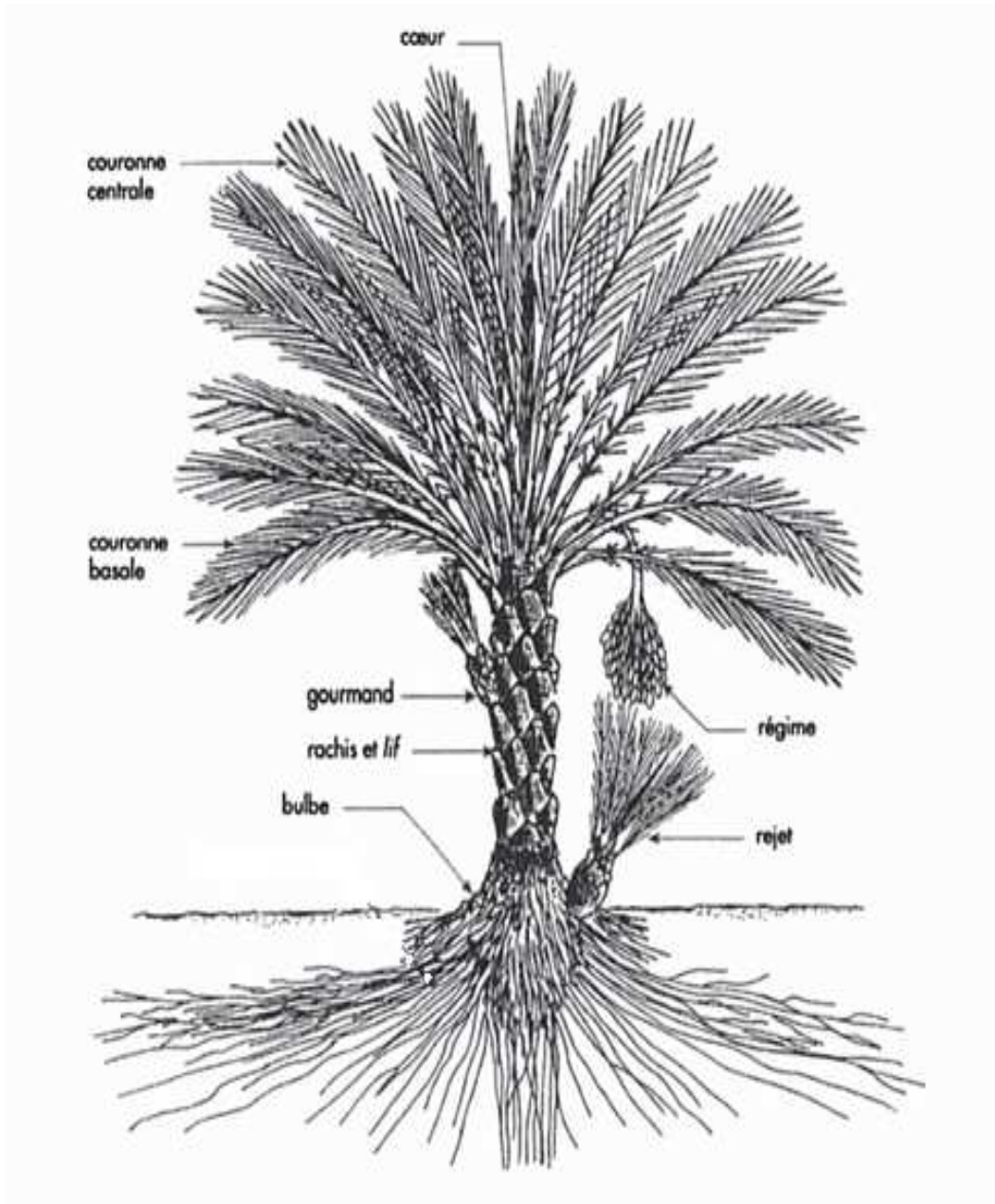


Figure 1.1 : Représentation schématique du palmier dattier [2]

1.2 La datte

La datte, fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) pourrait être considérée comme une denrée alimentaire principale dans les pays du nord Africain et la base de la survivance pour les habitants du Sahara Algérien, spécialement durant la période Ramadan, représentant une source importante de

nutriments et d'énergie [20]. La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie. Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair. La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe, est constituée de :

- ✓ Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- ✓ Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue ;
- ✓ Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau. [21].
- ✓ Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées [22].

1.2.3 Formation et évolution de la datte

Après la fécondation, la datte passe par différents stades de développement jusqu'à la maturation complète du fruit. Ces stades portent différentes appellations selon les pays [18]. Le stade I reçoit le nom **Hababouk** en Irak (ou **Loulou** en Algérie), à ce stade le fruit a la grosseur d'un petit pois, sa forme est ovoïde et présente une pointe à l'apex. Sa couleur varie de blanc jaunâtre au blanc verdâtre et puis il devient vert vif. Ensuite, le fruit évolue en s'allongeant pour atteindre sa taille définitive et son poids maximum. Sa couleur vert vif vire ensuite vers le jaune, le rouge ou brun (selon les variétés) au stade II appelé **Kimiri** en Irak (**Khal** en Algérie). Aux stades III et IV appelés respectivement khalal en Irak (**Bser** en Algérie) et **Routab** en Irak (**Martouba** en Algérie) au cours desquels le fruit perd sa turgescence et diminue de poids progressivement et enfin le stade V appelé **Tamr** correspond à la maturation commerciale du fruit (figure 1.3) [22].

Hababouk
(1 wk creamy
white)



Kimri
(5 weeks)



Kimri
(9 weeks,
green)



Kimri
(17 weeks turning
yellow or red)



Khalaal
(19-25 weeks,
yellow or red)



Rutab
(26-28 weeks,
turning brown)



Tamr
(29 weeks)



Figure 1.2 : Formation et maturation des dattes [23]

1.2.3.3 Les modifications physiques et chimiques qui accompagnent l'évolution et développement du fruit :

C'est tout à fait naturel que les modifications physiques et chimiques qui ont lieu dans la chair et la graine (noyau) aux dernières périodes d'évolution et développement du fruit, rendent celui-ci approprié soit à la consommation à l'état frais soit à l'industrialisation, soit à la conservation. Les principales modifications sont des modifications dans le volume et le poids du fruit, le poids de la graine et les dimensions du fruit et la graine [18].

✓ Les modifications physiques :

Dans l'étude de SAWAYA *et al* [24] portant sur le suivi des modifications physiques de trois variétés d'Arabie Saoudite (khudari, Sullaj, Sifri), il a été constaté que le poids moyen du fruit et de la graine augmente de façon prononcée jusqu'au stade **khalal** ensuite il diminue au stade **tamr**. Il ya aussi augmentation maximale de la longueur et le diamètre du fruit au stade **khalal**. Généralement, la proportion de la chair par rapport au fruit était supérieure au stade **khalal** au cours d'évolution et développement du fruit (tableau 1:1).

✓ Les modifications chimiques :

L'étude de HUSSEIN *et al* [25] sur la composition chimique de deux cultivars de dattes sèches d'Egypte "sakouti et Bartamouda" aux des différents stades du développement du fruit et les résultats montrent qu'il ya modification dans la concentration des substances solides solubles, durant les stades Kimiri, khalal et tamar respectivement. Au stade Routab, le fruit se caractérise par une augmentation dans la concentration des tannins et les sucres réducteurs qui dominant par rapport au saccharose, alors que au stade tamr, il ya une diminution dans la teneur en eau et une augmentation dans la concentration en saccharose qui atteint son maximum.

Tableau 1.1 : Modifications morphologiques de trois cultivars (khudari, Sullaj, Sifri) [24]

Stades Date de récolte	Cultivars														
	Khudari					Sullaj					Sifri				
	PF	PG	%	L	D	PF	PG	%	L	D	PF	PG	%	L	D
Kimiri	3.4 ±13.0	0.10 ±1.39	89	2.7 ±44	3.3 ±23	1.8 ±8.7	0.22 ±1.28	85	3.4 ±38	0.09 ±21	2.36 ±9.2	0.16 ±1.28	86	1.6 ±38	0.9 ±22
Khalal	3.1 ±17.1	0.16 ±1.50	91	2.8 ±46	1.7 ±26	1.8 ±8.4	0.27 ±1.39	84	2.5 ±37	1.0 ±20	2.31 ±10.6	0.23 ±1.47	87	1.8 ±39	1.2 ±23
Routab	3.0 ±14.	0.12 ±0.96	94	2.2 ±44	1.2 ±25	1.9± 9.1	0.10 ±1.1	88	2.3 ±37	1.9 ±20	1.8 ±9.1	0.19 ±1.13	88	1.2 ±23	0.8 ±23
Tamar	3.6 ±14	0.9 ±0.97	93	4.3 ±43	1.6 ±25	1.6 ±7.8	0.12 ±0.82	90	1.6 ±37	1.0 ±20	2.16 ±8.8	0.14 ±0.78	91	2.1 ±33	1.0 ±19

Travaillant sur les variétés molles d'Egypte "*Zaghloul et segel* ASHMAWI *et al* [26] a révélé une augmentation dans la concentration des sucres non -réducteurs à la fin du stade **khalal** et une diminution progressive en sucres totaux alors qu'il ya une augmentation des sucres réducteurs au dépens des sucres non réducteurs au début de ce stade. Les résultats de RAGAB *et al* [27] montrent une composition chimique de six cultivars de dattes d'origine Egypte qui se répartit en sucres réducteurs , sucres totaux et sucres réducteurs et non réducteurs aux différents stades du développement du fruit: au stade vert (**Kimiri**), la teneur en sucres réducteurs s'étend dans la gamme de 30-40 % et atteint leur maximum au stade **khalal**. A la fin à ce stade, la teneur en sucres totaux s'étend dans la gamme 80-90 % et la teneur en sucres réducteurs et non réducteurs atteint des valeurs de l'ordre 35-40 %. Ainsi, il a été trouvé dans les cultivars poussant en Emirates Arabes Unies une absence du saccharose et la présence sucres réducteurs à une concentration élevée, particulièrement le fructose et le glucose. Aux stades **Kimiri** et **tamr**, la teneur de sucres était très élevée mais d'autres constituants comme l'humidité, les protéines extractibles, la matière grasse extractible, les cendres, les fibres brutes, les tannins et pectines ont été diminués [18].

1.2.4 La composition chimique de la datte

La chair de dattes est une importante source des sucres (81- 88%, principalement le fructose, glucose, et saccharose), des fibres alimentaires (5- 8.5%), et de faibles quantités de protéine, matière grasse, cendres et poly phénols [28, 29 et 30]. Quatres variétés Iraquiennes de dattes ont été ainsi étudiées sur le plan composition en sucres particulièrement les sucres réducteurs [18].

Tableau 1.2 : Composition chimique de certains cultivars Iraquiens [18]

Constituants chimiques	Cultivars			
	Hellouya	Sayari	Khadraoui	Zahidi
Sucres totaux (%MS)	87.91	86.10	87.74	86.80
Sucres réducteurs (%MS)	82.72	82.60	81.91	73.40
Saccharose (%MS)	4.80	3.50	5.40	12.70
Glucose (%MS)	43.69	44.79	44.73	32.77
Fructose (%MS)	37.21	38.04	38.47	39.15
Glucose /fructose	1.17	1.17	1.16	0.83

La datte est une meilleure source d'éléments minéraux surtout le potassium qui est l'élément le plus abondant suivi de sodium, calcium et magnésium. Le micro élément le plus élevé est le fer suivi de cuivre, zinc et sélénium comme il est montré dans le tableau 1.3 [18].

Tableau 1.3 : Composition minérale des dattes [18]

Eléments	mg / 100g
Magnésium	150
Sodium	261
Calcium	206
Phosphore	75
Potassium	1287
Manganèse	0.4
Fer	1.5
Zinc	0.6
Cuivre	0.8
Sélénium	0.4

Concernant les vitamines, la datte est la plus riche en vitamine A et vitamines du groupe B tels que thiamine, Riboflavine et niacine. Les deux cultivars Deglet Nour et Hillawi contenaient la vitamine A à une quantité estimée à 66UI / 100 g du fruit frais et une petite quantité de vitamine C [18].

ABOU-ZEID [31] a montré que les dattes contiennent essentiellement les vitamines A et C (tableau 1.4).

Tableau 1.4 : Teneur en vitamines A et C des dattes Saoudienne [31]

Variétés	Vitamine A	Vitamine C
	(UI / 100 g de poids frais)	(mg / 100 g de poids frais)
Lobanah	18	2,75
Moshawick	41	2,60
Motalabin	46	2,90
Khalas	33	3,20
Barni	69	2, 84

Dans l'étude de BOUDRIES [32] a été signalé la présence des caroténoïdes et son précurseur la provitamine A dans trois cultivars de dattes nommés respectivement Deglet Nour, Hamraya et Tantebouchte poussant en Algérie (El –Oued et Biskra) aux différents stades de maturation (Khalal, Routab et Tamar). Ces variétés contiennent des caroténoïdes totaux qui s'étend dans la gamme 61.7 -167, 32.6-672, et 37.3-773 μg / 100g du dans Deglet Nour, Tantebouchte et Hamraya respectivement. Ces caroténoïdes diminuent au cours des différents stades de maturation de la datte, telle que la variété Tantebouchte qui montre une diminution en caroténoïdes totaux de 32.6 $\mu\text{g}/100\text{g}$ du poids frais au stade rutab, alors qu'au stade khallal la variété Hamaya présente une valeur très élevée de 7736 $\mu\text{g}/100\text{g}$ du poids frais suivé par Tantebouhte avec 672 $\mu\text{g}/100\text{g}$ du poids frais poids frais. La présence de la provitamine A (exclusivement β -carotène) dans ces variétés est mentionnée dans le tableau 1.5.

Tableau 1.5 : Valeurs de la provitamine A (RE / 100g du poids fruit) dans trois dattes algériennes (Deglet Nour, Hamraya, Tantebouchte) [32].

Variétés	Stades de maturation		
	Stade 1 : khalal	stade 2 : Routab	stade 3 : tamr
Deglet Nour	0.4 \pm 0.1	1.1 \pm 0.1	0.5 \pm 0.2
Hamraya	3.9 \pm 0.3	0.4 \pm 0.2	0.5 \pm 0.2
Tantebouchte	11.7 \pm 9.2	0.5 \pm 0.3	1.6 \pm 0.1

La datte possède diverses activités pharmacologiques qui comprennent les activités : antihyperlipidique, anti cancer, gastroprotecteur, hépato protecteur et néphroprotecteur. Ces propriétés pharmacologiques observés sont attribués à la présence à un niveau élevé des minéraux et à d'autres composés phytochimiques tels que les phénoliques, stérols, caroténoïdes, anthocyanes, procyanidines et flavonoïdes, comme il est montré dans la figure 1.4. [3].

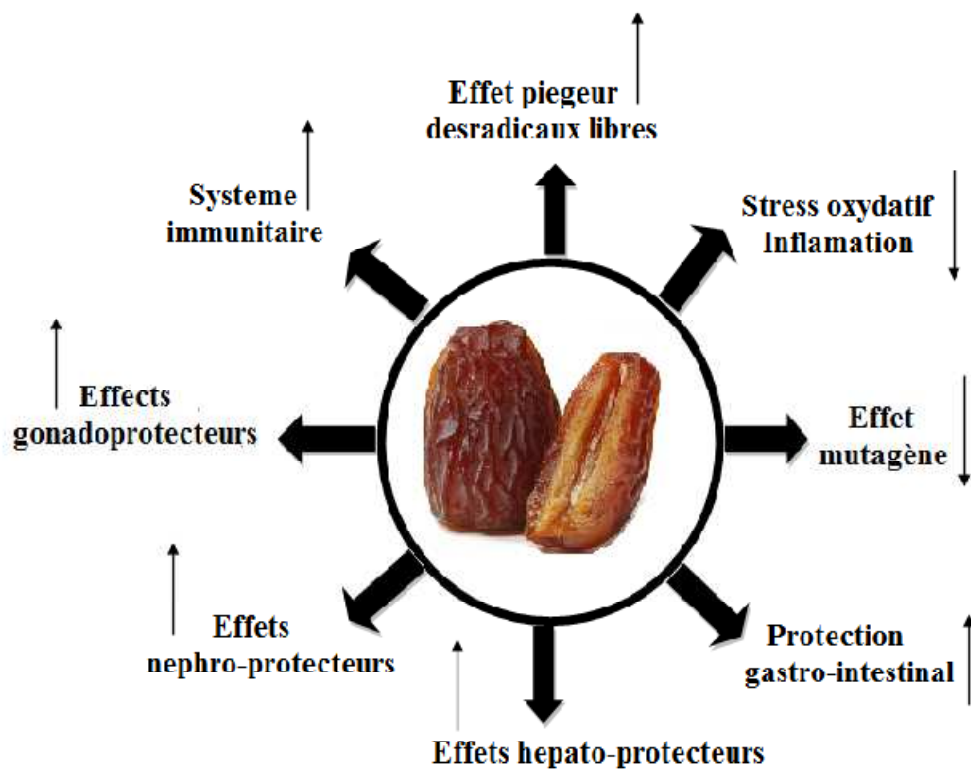


Figure 1.3 : Activités biologiques et pharmacologiques de la datte [3].

1.3 Microbiologie et toxicologie de la datte

La datte, fruit du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est un important aliment consommé en grande quantité, particulièrement dans les pays Islamique. La datte est exposée à l'altération en raison des conditions climatiques régnant particulièrement à la péninsule arabe (température élevée et une humidité plus de 70%) couplées avec le changement physico-chimique qui prend place dans le fruit [33]. Cette altération est d'origine fongique, particulièrement par *Aspergillus*, qui a été trouvé le genre le plus abondant à tous les stades de maturation et la présence des aflatoxines [34,35].

1.4 Classification des dattes

D'après Espiard, la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches [36] ;

- ✓ Les dattes molles se caractérisent par une humidité élevée (plus de 30%), de sucres réducteurs les plus abondants, et une faible quantité de saccharose ;
- ✓ Les dattes demi-molles contenaient une humidité moyenne (20-30%), la chair de ces dattes contenait des quantités différentes de saccharose mais les sucres réducteurs sont les plus abondants ;
- ✓ Les dattes sèches se répartissent dans les régions où la température est élevée et l'humidité faible au cours de la maturation du fruit comme à l'ouest d'Égypte (Asaoune) et au nord du Soudan. Dans ces dattes, il y a une faible humidité (moins de 20%) et la chair dure contenait une grande quantité de saccharose qui peut dépasser les sucres réducteurs [18].

1.5 Les cultivars de la datte

Dans l'ancien monde, il prédomine des cultivars aux phénotypes dominants en raison des sélections opérées portant sur la productivité des plants, leur adaptabilité aux conditions écologiques et des qualités commerciales des fruits, (tableau 1.6) [2]. Les plus connues et appréciées sont la Deglet Nour algérienne et le Medjool marocaine, de consistance molle. Elles sont plus consommées dans les zones à pouvoir économique fort, comme l'Europe et les États-Unis. D'autres variétés comme

Hayani, Bahree, sont régulièrement citées mais sont plus destinées à un marché dit ethnique (asiatique, africain, océaniens, etc.) [48].

Tableau 1.6 : Cultivars dominants dans Les principaux pays producteurs de datte
[2]

Pays	Cultivars	Pays	Cultivars
Algérie	Degla-Beida, Mech-Degla, DegletNour.	Libye	Bikraari, Khadraï, Tafert
Arabie Saoudite	Rouzeiz, Koulass, Kounneizi	Maroc	Jihel, Mehjou, Boufeggous,
Egypte	Hayani, Saïdi ou Siwi, Samani	Mauritanie	Ahmar, Tinterguel, Sekani, Amsersi
Irak	Zahidi, Sayir, Hallaoui Deri, Hadraoui, Hestaoui, Tsiptab Barhi.	Pakistan	Jawan Sor, Berni, Karoch Siah, Karba, Kalud, Rabaï, Dandari, Mazawali ; SabzoAb Muzawijat, Kluskeech, ZardMekrani, Begum, Jangi, Zardan ou Zard Irani.dandan, Alini,
	Iran		Savir, Mouzâfti, Kabkab, Chahani, Mordasang.
Tunisie	DegletNour, Allig ou Fitmi.		

Le cultivar est reconnu par certaines caractéristiques qui sont comprises dans une fiche descriptive qui a permis le classement des cultivars de dattier des palmeraies du sud-est algérien. Les résultats obtenus sur 145 cultivars des palmeraies Ziban, Oued – Souf et Oued-Righ montrent que 91% des dattes appartiennent au groupe des dattes molles à demi-molles et les restant au groupe des dattes demi-molles sèches à sèches. La fiche descriptive présente la datte comme un organe de fructification par un ensemble de caractéristiques physiques, chimiques et d'autres à différents aspects [37] ;

✓ Deglet- Nour est le cultivar le plus répandu dans toutes les palmeraies du sud-est algérien. C'est le cultivar le plus commercialisé. Ses dimensions sont de l'ordre de 6/1.8cm et d'un poids moyen de 12 g. Elle est de forme fuselée à ovoïde, légèrement aplatie au côté périlanthe. Au stade tamr, la datte est ambrée avec un épicarpe lisse, brillant se plissant une fois la datte ramollit. Le mésocarpe est fin, de consistance généralement demi-molle et de texture fibreuse.

✓ Mech Degla la plus populaire des dattes sèches. D'une commercialisation importante surtout au Nord du pays, elle est de forme sub-cylindrique, légèrement allongée et aplatie à la base. Sa taille est de l'ordre de 3,5 /1,8 cm et son poids est moyen de l'ordre de 6,5 g. Son épicarpe est ridé peu brillant et cassant. Le mésocarpe est peu charnu, de couleur blanche, de consistance sèche et de texture farineuse. Le périlanthe est voûté, de couleur jaune paille.

✓ Le cultivar d'aspect pâteux et collant, désigné par Ghars, est le plus abondant dans les palmeraies sud –est algérien et le plus commercialisé. Ses dimensions sont de l'ordre de 4/1,8 cm et son poids moyen est de 9 g. L'épicarpe est vitreux, brillant, collé et légèrement plissé. Le mésocarpe est charnu, de consistance molle et de texture fibreuse.

✓ Le cultivar de datte blanche, appelé communément Degla –Baida. est le cultivar abondant dans toutes les palmeraies du sud–est algérien. D'importante commercialisation surtout au sud du Sahara et sahel. Elle est de forme fuselée, aplatie du côté périlanthe et rétrécie sur l'autre extrémité. Elle est de taille moyenne 4.5/ 2 cm et pèse 7 g en moyenne. A maturité complété, elle est de couleur beige. L'épicarpe est épais et lisse. Le mésocarpe est charnu, de consistance sèche et de texture farineuse (tableau 1.7) [37].

Tableau 1.7 : Caractéristiques chimiques de différentes variétés de dattes [37]

Paramètres	Variétés			
	Deglet Nour	Degla- Baida	Ghars	Mech-Degla
Teneur eau(%)	25 ,52	13,30	23,05	13
pH	1,96	1,96	1,77	1,80
Acidité (g/kg MF)	1,67	2,70	1,65	0,96
Pectine (%)	2,10	3	4,10	7,30
TSS(%)	71	79,50	73,63	65
Sucres réducteurs (%MS)	22,81	42	80,68	20
Saccharose (%MS)	46,11	30,36	4,37	51,40
Sucres totaux (%MS)	71,3	7 4	85,28	80,07
Sucre /eau	2,89	3,90	2,70	3.60

1.6 Production et Commercialisation de la datte

✓ Dans le monde

Les principaux pays producteurs de dattes sont : l’Egypte, l’Irak, l’Iran, l’Arabie-Saoudite, l’Emirats Arabes Unis, le Pakistan, l’Algérie et le Soudan (tableau 1.8). La production mondiale de dattes réalisée en 2004 est de 6,7 millions de tonnes. Cinquième producteur mondial de dattes, l’Algérie exporte 15.000 tonnes chaque année dans tous les pays du monde. Elle occupe le premier rang grâce à la variété Deglet Nour, la plus appréciée mondialement [38,39].

✓ En Algérie

Le Sahara algérien possède une superficie de plus de 2 millions de km² et la superficie occupée par le palmier dattier est de l’ordre de 120 830 ha, soit une hausse de 15.7 % par rapport à la campagne (2000/2001) ; quatres principales wilayas représentent ensemble 83,6% qui sont respectivement : Biskra (31 837 ha), El-Oued (28 203 ha), Adrar (22 639ha) et Ouargla (18 288ha) (figure 1.3)

[40]. L'accroissement enregistré en campagne (2000/2001) est de 15,7%. Sur un nombre de l'ordre de 13,5 millions de palmiers dattiers comptés, 69,4% sont en production. La production réalisée au cours de cette campagne est de l'ordre de 4,2 millions de quintaux Soit une baisse de l'ordre de 4,3 % par rapport à la campagne précédente.

Tableau 1.8 : Production de dattes par pays, en 2004 [39].

Pays	Production, en quintaux
Egypte	1 100 000
Irak	910 000
Iran	880 000
Arabie-Saoudite	830 000
Emirats Arabes Unis	760 000
Pakistan	650 000
Algérie	450 000
Soudan	330 000
Oman	238 611
Libye	140 000
Tunisie	110 000
Maroc	54 000
Yémen	33 000
Mauritanie	24 000
Tchad	18 000
U.S.A	18 000

Il existe en Algérie trois familles de dattes : La variété 'Deglet Nour', représente 38,6% et produisant 1,5 millions de qx/an, confinée à El-oued (47,3%), Biskra (20,5%) et Ouargla (19,9%), mais encore en expansion, occupe la première place avec 48 % de

la production total ; La variété 'Degla Baida' représente 37,8% et vient en 2^{ème} position avec 30,1 % de la production totale ; La variété 'Ghars' et analogue, représente 21,6 %, produit 659000 qx/an, soit 22 % de la production totale [30]. La récapitulation des superficies, des productions, des rendements et les taux d'accroissement est montré dans le tableau 1.9 [40].

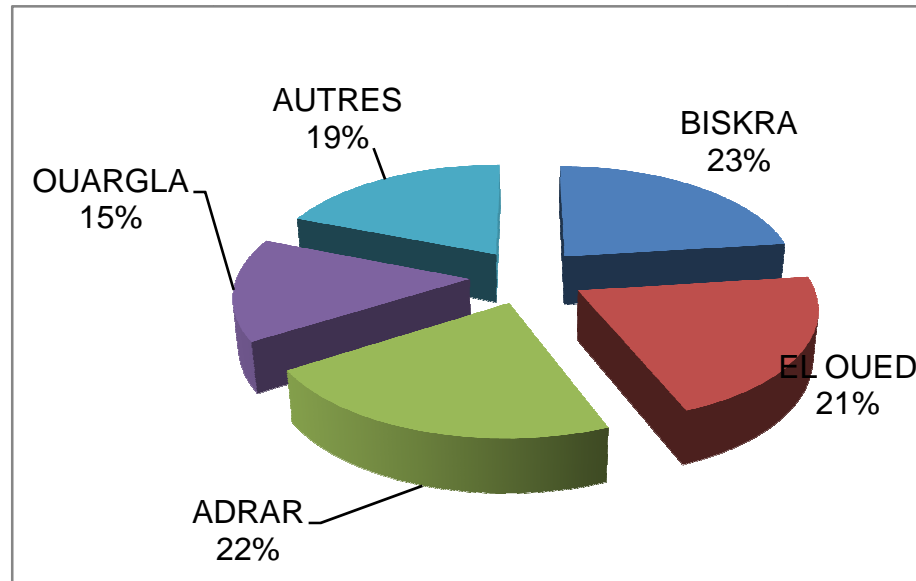


Figure 1.4 : Répartition de la production de datte par Wilaya [40]

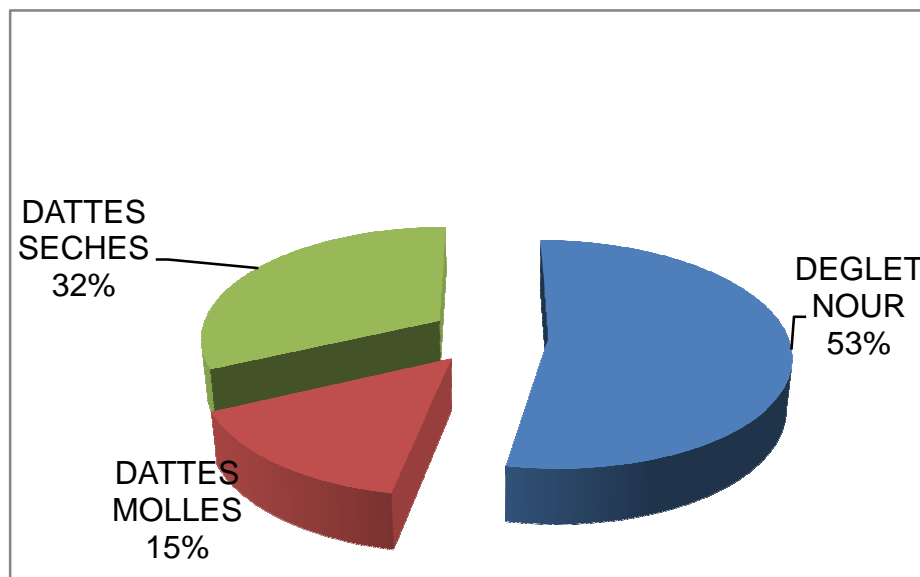


Figure 1.5 : Répartition de la production de datte par espèce [40]

**TABLEAU 1.9 : RECAPITULATIF DES SURPERFICIES, DES PRODUCTIONS, DES RENDEMENTS
ET LES TAUX D'ACCROISSEMENT 2006 / 2005 [40]**

	2005			2006			Taux d'accroissement % 2006 / 2005		
	Sup	Prod. Qx	Rdt Qx/ha	Sup	Prod. Qx	Rdt Qx/ha	Sup	Prod.	Rdt
	Complante	Production (dx)	kg/arbre	Complante	Production (dx)	kg/arbre			
Palmiers dattiers	16 515 090,00	5 162 934,00	49,80	17 093 630	4 921 880,00	47,0	4,0	-5	-6
Deglet noir	6 246 840,00	2 439 510,00	62,20	6 534 440	2 436 980,00	60,4	5,0	0	-3
Dattes molles	2 612 460,00	981 830,00	50,90	2 675 120	835 730,00	45,1	2,0	-15	-11
Dattes seches	76 558 790,00	1 741 594,00	38,60	7 884 070	1 649 170,00	36,0	3,0	-5	-7

TABLEAU 1.10 : EVOLUTION DES EXPORTAITON ALGERIENNES DE DATTES

Période : 2004 / 2009 Provisoire [40]

LIBELLE	PAYS	2004		2005		2006		2007		2008		2009pov	
		QUTITE	VALEUR	QUTITE	VALEUR	QUTITE	VALEUR	QUTITE	VALEUR	QUTITE	VALEUR	QUTITE	VALEUR
Dattes fraiches "deglet nous"	France	5,61723	10,125	7,362	12,8449	7,878	13,2955	8,292	14,729	6,622	13,088	5,722	8,993
	MAROC	0,095475	0,239	0,287	0,6960	0,617	1,3356	0,347	0,916	0,419	1,16	0,269	0,703
	ETAS UNIS D'AMERIQUE	0,289343	0,743	0,308	0,7700	0,136	0,3218	0,36	0,754	0,283	0,582	0,333	0,617
	CANADA	0,189168	0,361	0,447	0,8049	0,455	0,7251	0,717	1,255	0,491	0,968	0,138	0,294
	Belgique	0,481939	0,874	0,249	0,5541	0,089	0,238	0,103	0,200	0,056	0,166	0,053	0,152
	FEDERATION DE RUSSIE	0,244	0,363			0,351	0,4374	0,246	0,183	0,236	0,167	0,218	0,152
	NIGER							0,099	0,182				
	Espagne	0,155012	0,337	0,173	0,3256	0,630	1,1503	0,345	0,654	0,405	0,787	0,053	0,103
	MAURITANIE	0,004	0,02	0,005	0,0238	0,008	0,0196	0,006	0,02	0,021	0,066	0,029	0,055
	JODANIE												
	MALAISIE			0,022	0,0561			0,0100	0,0360				
	NORVEGE												
	INDONESIE												
	SUEDE	0,019572	0,031	0,084	0,1357	0,107	0,1767	0,082	0,1430	0,0580	0,100	0,002	0,01
	POLOGNE			0,023	0,0676							0,001	0,003
	Allemagne	0,005	0,01									0,0002	0,001
	CROATIE									0,020	0,325		
	EMIRATS ARABES UNIS					0,022	0,0385	0,043	0,071	0,024	0,039		
	GRANDE BRETAGNE	0,031894	0,093	0,032	0,0916								
	GUINEE EQUATOIALE	0,036656	0,62										
	Italie	0,085184	0,129	0,023	0,0345	0,045	0,0841	0,017	0,025				
	MALI	0,000504	0,02	0,001	0,0043								
	PANAMA	0,02	0,03										
PAYS-BAS			0,020	0,0409									
SUISSE			0,000	0,0004	0,000	0,0010			0,005	0,026			
TURQUE	0,05	0,070	0,080	0,1185	0,022	0,0296	0,080	0,125					
UNION EUOPEENNE	0,96228	0,172	0,017	0,0454									
DANEMARK					0,008	0,0266							
TURQUIE									0,105	0,227			
ARABIE SEOUITE													
		7,421	13,6614	9,134	16,6141	10,402	17,9269	10877	19,513	8,8	17,775	6,992	11,386

8014050	Autres dattes fraiches	France	0,462564	0,584	1,405	1,09	1,58	1,728	1,695	2,607	0,848	1,898	0,391	0,549
		EMIRATS ARABES UNIS									0,12	0,089	0,177	0,126
		Espagne	0,02503	0,03	0,033	0,0364	0,109	0,1449	0,37	0,631	0,008	0,015	0,038	0,029
		JODANIE											0,02	0,024
		ETAS UNIS D'AMERIQUE											0,002	0,004
		MAURITANIE					0,003	0,0061					0,001	0,001
		Belgique			0,022	0,0195	0,040	0,0367	0,002	0,002	0,002	0,003	0,0003	0,001
		CANADA			0,002	0,0034			0,045	0,060				
		FEDERATION DE RUSSIE			0,102	0,1204			0,022	0,013				
		Italie			0,001	0,0004	0,001	0,0005						
		SUEDE									0,003	0,004		
		MALAISIE							0,0001	0,0002				
		MALTE									0,013	0,039		
Sous total			0,000	0,0000	1,565	1,6892	1,733	1,9163	2,139	3,3207	1,025	2,075	0,629	0,734
8041090	Dattes seches	NIGER							0,254	0,143	0,192	0,106	1,304	0,533
		France	0,039254	0,070	0,047	0,0573	0,070	0,0888	0,071	0,076	0,038	0,056	0,013	0,021
		Espagne					0,010	0,0155						
		ETAS UNIS D'AMERIQUE	0,017145	0,016	0,118	0,1322	0,114	0,0957	0,016	0,03				
		Italie	0,008	0,011					0,0004	0,0002				
		SUISSE									0,00001	0,00003		
Sous total			0,025	0,0266	0,165	0,1895	0,194	0,1999	0,341	0,2491	0,23	0,162	1,316	0,554
Sous total			7,97	14,37	10,86	18,49	12,33	20,04	13,36	23,08	10,06	20,01	9,94	12,66

CHAPITRE 2

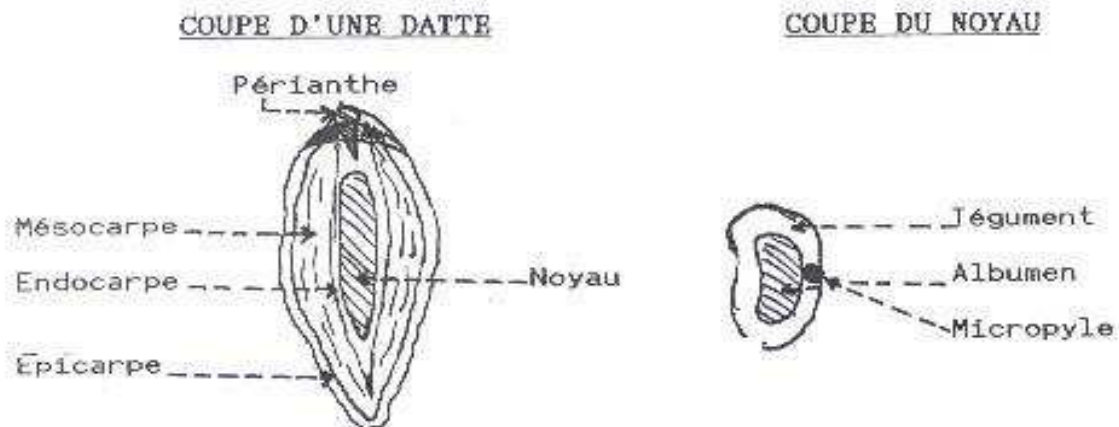
LES NOYAUX DE DATTES

2.1 Description botanique des graines (noyaux) du palmier dattier

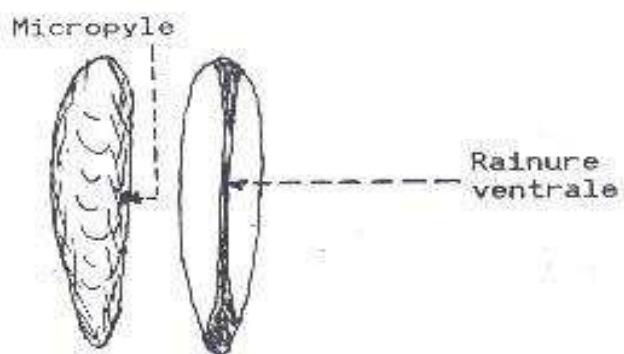
La graine (noyau) est un corps solide rectangulaire qui occupe le creux de la datte ou une partie de celle-ci. Les graines diffèrent par leur forme, poids et volume selon les cultivars. La graine (noyau) renferme un embryon entouré d'un endosperme nourricier séculaire et immobile. Le poids du noyau varie de 1 à 4 grammes, sa taille s'étend de 1,5 à 3,3 cm et son diamètre est de l'ordre 1,7 à 8 cm. Généralement, le poids de la graine (noyau) représente environ 10 à 20 % du poids frais du fruit et environ 10 % en moyenne sur la base du poids sec du fruit [18].

Dans la face dorsale du noyau, il se trouve un petit orifice qui s'appelle micropyle, au dessous de celui-ci, il ya l'embryon. La position du micropyle varie selon les cultivars ; il se trouve souvent au milieu du trait dorsale de la graine et parfois proche du sommet de la graine. Alors que dans la face ventrale, il ya un sillon profond comme il est montré dans la figure 2.1.

Au contact de la graine, il ya une différence selon les cultivars, ceux qui sont lisses comme le cultivar Samani et ceux qui portent des protubérances comme le cultivar Zaghloul (d'origine d'Egypte) [18].



NOYAU DE PROFIL ET DE DOS



DATTE ET NOYAU DU PALMIER DATTIER

Figure 2.1. Datte et noyau du palmier dattier [37]

2.2 La graine (noyau) est un organe de reproduction

La graine est un organe de reproduction. Celle-ci est longue, elle ne permet en effet d'obtenir des sujets productifs qu'au bout d'une dizaine d'années [2].

La germination de la graine est hypogée ; on assiste tout d'abord au soulèvement de l'opercule qui permet l'émergence de l'extrémité radiculaire poussée par le pétiole cotylédonaire qui s'accroît considérablement et s'enfonce profondément en terre. Le développement de la jeune plantule se poursuit avec l'apparition de nouvelles feuilles, toujours simples et engainantes à l'extrémité en pointe. La racine principale émet des radicules et des racines secondaires qui naissent au niveau du collet. Les palmiers issus de graines forment des feuilles juvéniles entières pendant deux à trois ans puis des feuilles pennées à folioles séparées, ils fleurissent vers la cinquième année [22].

Dans les jardins irrigués de la palmeraie du Borkou (nord du Tchad), les paysans laissent pousser des noyaux de dattes afin d'avoir des mâles, nécessaires à la pollinisation et dans le but d'obtenir de nouvelles variétés. Le palmier issu de noyaux est appelé Kow (noyau endazaga) fournit une production intéressante. Il est nommé et sera ensuite multiplié par rejets [41].

La germination des noyaux des dattes a été ainsi étudiée par ABD EL-MOHSEN *et al* [42] à la température ambiante durant 40 jours et enveloppés sous un tissu humide montent qu'il y a apparition d'une racine dont la longueur s'étalant dans les gammes ; 0,1-0,4, 0,5-1,9 ,2-4, 5-8, > 8cm et l'apparition d'une plume.

2.3 Les caractéristiques morphologiques des noyaux de dattes

Selon ACOURENE et TAMA [43], une différence significative entre arbres a été relevée sur le diamètre, le poids, la longueur du noyau même si les palmiers pris en compte proviennent d'une même exploitation. De plus, ces différences être induites par les types de pollen utilisés par les phoeniculteurs. Ce dernier auteur a démontré l'effet significatif des pollens sur les caractères morphologiques du noyau. Ils ont montré aussi que le poids du noyau de dattes algériennes (Ziban) peut varier d'un cultivar à un autre selon différents paramètres : poids : 0,6 –1,69, diamètre : 0,58–1cm et longueur : 2,9–3,15.

Pour quatorze variétés Irlandaises a été complètement différentes en forme, taille et couleur [55]. Le noyau Deglet Nour Algérienne est caractérisé par une petite taille : 3 /0.8 cm, pointu aux deux extrémités et d'un poids moyen de 0,7g. Sa surface est lisse et de couleur marron. La rainure ventrale est peu profonde, en forme de U. Le micropyle est en position centrale [22].

2.4 Noyaux du palmier dattier support de la multiplication de la flore fongique pathogène

Les travaux de HASHEM AL-SHEIKH et al [44] sur la flore fongique ont utilisé vingt deux espèces de champignons appartenant à 14 genres, à partir de 13 variétés différentes des noyaux du palmier dattier dont le *Fusarium oxysporum* était l'espèce la plus prédominante.

Une autre étude de BOKHARY [45] a révélé la présence de 11 espèces appartenant à neuf genres, isolés sur six cultivars d'Arabie Saoudite nommés respectivement Sukhari, Saggae, Rotana, Kholasi, Rashoodia et Nabat Ali. Les genres sont *Alternaria*, *Eurotium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Drechslera*, *Penicillium*, *Rhizopus*, et *Curvularia* (Tableau 2.1).

Tableau 2.1. Flore fongique isolée des graines des différentes variétés de datte [45]

Champignons	Variétés de datte					
	Sukari	Saggae	Rotana	Kholasi	Rashoodia	NabtatAli
<i>Alternaria alternate</i>	+	+	+	+	+	+
<i>a.chlamydospora</i>	+	—	—	+	—	+
<i>Aspergillus flavus</i>	—	+	+	—	—	—
<i>Curvularia lunata</i>	+	+	—	+	+	+
<i>Drechslera hawaiiensis</i>	+	—	—	—	+	+
<i>Fusarium oxysporum</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Fusarium solani</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Eurotium sp.</i>	—	+	—	+	—	+
<i>Manila sp</i>	+	—	—	—	—	—
<i>Penicillium chrysogenum</i>	—	+	—	—	—	—
<i>Rhizopus oryzae</i>	+	+	+	—	+	—
Espèces	8	8	5	6	6	7

2.5 Composition chimique des noyaux de datte

D'une façon général les noyaux de datte sont riche en protéine (5,1g/100g), matière grasse (9,0g/100g, fibres alimentaires (73,1g/100g), phénoliques (3942mg/100g) et antioxydants (80,400 μ mol/100g) [46]. La chair et noyaux de dattes présentent quelques similarités et quelques différences en termes de leur composition comme il est montré dans le tableau 2.2.

La composition en protéine, elle est plus riche en noyaux de datte qu'en chair de la datte à des teneurs respectivement 5,22% et 1,5 à 2% [31].

Travaillant sur la composition en acides aminés du cultivar Khalas de haute qualité poussant en Arabie Saoudite HUSSEIN et ZEID [47] ont montré que chacun de la chair de datte et le noyau renferment douze acides aminés à un pourcentage élevé (glutamique, aspartique, glycine, et sérine). Mais les acides aminés comme lysine, arginine et tryptophane se trouvent à une quantité élevé dans la chair de la datte et à une petite quantité dans le noyau (tableau 2.2.1).

Les sucres simples et polysaccharides hydrolysables se trouvent à des quantités différentes dans la chair et noyau de datte. Les polysaccharides hydrolysables se trouvent à un pourcentage élevé dans le noyau et à un faible taux dans la chair de datte. Concernant les sucres simples, ils sont plus élevés dans la chair de datte que le noyau (Tableau 2.2.2) [47].

Tableau 2.2. : Composition chimique du cultivar Khalas [47]

Composition chimique		
	Chair de la datte	Noyau de datte
Humidité (%MS)	24,2	6,7
pH	6,2	5,6
Azote (%MS)	0,6	3
Matière grasse (%MS)	1,3	8,7
Fibres (%MS)	3,9	16,8
Cendres (%MS)	3,6	5,1
Calcium (mg /1000g)	183	/
Phosphore (mg /100g)	165	/
Fer (mg/100g)	8	/

Tableau 2.2.1 .: Composition chimique du cultivar Khalas [47]

Acides aminés (mg/100g)	Chair de la datte	Noyau de datte
Glutamique	398	172
Aspartique	315	174
Glycine	301	92
Leucine et Isoleucine	245	105
Sérine	196	58
Lysine	184	32
Tyrosine	173	58
Arginine	152	35
Alanine	119	61
Tryptophane	110	39
Thréonine	98	50
Valine	88	31

Tableau 2.2 .2 : Composition chimique du cultivar Khalas [47]

Sucres simples (%MS)	Chair de la datte	Noyau de datte
Sucres totaux	76,4	6,3
Glucose	32,4	1,1
Fructose	27,1	2,1
Saccharose	16,3	3,1
Polysaccharides hydrolysables (%MS)		
	Chair de la datte	Noyau de datte
Sucres totaux	7,1	15,9
Xylose	1,3	4,4
Arabinose	1,2	3,2
Glucose	3,1	5,3
Galactose	0,9	2,9

La composition en sucres réducteurs et non réducteurs de deux variétés Tunisiennes Deglet Nour et Allig est montré dans le tableau 2.3 [48].

Tableau 2.3: Composition chimique de la chair et noyaux de deux variétés de dattes Deglet Nour et Allig [48]

Composants (%MS)	Variétés			
	Deglet Nour		Allig	
	Chair	noyaux	chair	noyaux
Matière sèche	79.880±0.384	86.87 ±0.116	73.32±0.094	87.977 ±0.11
Sucres –R	17.737±0.326	2.180±0.152	55.197±0.571	2.287± 0.074
Sucres –NR	55.083±0.144	3.473±0.311	5.090±0.033	3.157±0.044
Sucres totaux	72.820±0.250	5.653±0.187	60.287±0.595	5.443±0.054

Pour l'ensemble des cultivars étudiés par différents auteurs, les noyaux des vingt variétés Algériennes ont été ainsi évalués sur le plan compositionnel et ils sont assez riches en matière sèche jusqu'à 93%, 92% de fibres et cellulose brute (maximum 19%). d'où une valeur énergétique élevée dont UFD et UFL qui sont comparable à l'avoine (tableau 2.4) [5].

Tableau 2.4 : Composition chimique des noyaux de dattes Algériennes (%MS) [5]

Variétés	MS	MM	MO	MAT	NDF	CB	MG
Tinicine	87,27	1,56	98,44	6,72	84,74	15,18	6,59
Arechti	87,73	1,74	98,26	5,82	89,36	16,20	7,00
Takermust	85,22	1,67	98,33	6,00	82,71	17,87	6,62
Tafzaouin	89,27	1,26	98,74	5,86	85,98	17,14	5,84
Kahlal	88,10	1,47	98,53	5,15	84,03	16,45	7,01
El Aoula	87,95	1,28	98,72	6,05	82,83	15,85	6,55
Litima	85,36	1,52	98,48	5,74	85,69	16,80	5,88
El-mkmj	88,80	1,32	98,68	5,83	83,37	19,26	5,84
MechdeglaB	85,94	1,93	98,07	7,27	87,38	18,20	7,01
Tantabacht	84,28	1,51	98,49	6,76	88,46	17,23	6,00
Echemroukh	84,24	1,49	98,51	6,52	92,26	18,55	5,44
Hachefghars	85,86	2,35	97,65	5,96	87,38	18,04	7,12
SichD	81,62	2,17	97,83	6,62	88,49	17,37	6,32
El Hora	85,92	1,85	98,15	7,27	86,32	17,44	5,13
Bouhlassa	89,66	1,69	98,31	5,25	83,45	15,33	7,09
Hachefdegla	88,85	3,17	96,83	7,04	85,55	17,18	6,88
Ksiba	93,02	1,92	98,08	6,81	88,72	16,20	5,88
M'farouia	84,83	1,36	98,64	6,00	82,03	16,87	5,62
Hamraya	85,35	2,33	97,67	6,86	85,78	15,32	6,74
Messouhi	90,13	1,30	98,7	5,75	86,54	16,88	6,77

La sélection des noyaux de quatre variétés Égyptiennes nommées respectivement Zaghloul, Samany, Bent Aisha et Halawy ont été globalement caractérisées sur le plan physico-chimique durant les saisons 1997-1998 et les résultats montraient que les noyaux des quatre variétés étudiées sont riches en quelques éléments minéraux spécialement le fer, sucres totaux et matière grasse brute (tableau 2.5) [49].

Tableau 2.5 .Caractéristiques physico-chimiques des noyaux de quatres variétés de dattes étudiées durant la saison 1997-1998 [49]

Variétés	Zaghloul		Samany		Bent Aisha		Halawy	
	1997	1998	1997	1998	1997	1998	1997	1998
Composants (%MS)								
PM	2.19	2.09	2.78	2.56	2.20	2.06	1.57	1.48
ST	3.99	3.85	3.02	2.94	3.45	3.67	2.22	2.62
Tannins	2.37	2.27	1.66	1.51	2.40	2.84	1.78	2.00
MG	8.62	7.90	8.39	8.62	11.17	10.97	11.25	11.31
Azote	1.28	0.84	1.04	0.93	0.96	1.07	1.07	1.26
Phosphore	0.19	0.22	0.29	0.28	0.24	0.23	0.13	0.16
Potassium	0.26	0.29	0.30	0.29	0.27	0.30	0.28	0.26
Calcium	0.28	0.27	0.40	0.42	0.20	0.19	0.27	0.25
Fer	122	162	125	182	106	153	96	137
Zinc	5.0	4.0	6.0	5.0	5.0	5.0	6.0	5.0

2.6 La fraction minérale

Les noyaux de deux cultivars de datte Deglet Nour et Allig poussant dans la région Degach en Tunisie contenaient une quantité significative d'importants d'éléments. La concentration de potassium retrouvé était la plus élevée, suivie par une diminution décroissante par le phosphore, magnésium, calcium, sodium et le fer (tableau 2.6) [50].

Tableau 2.6: Composition minérale des noyaux de dattes Tunisiennes [50]

Composants (mg/100g)	Cultivars	
	Deglet- Nour	Allig
Potassium	229 ± 9.57	293 ± 21.42
Magnésium	51.7 ± 2.40	58.4 ± 1.33
Calcium	38.8 ± 0.22	28.9 ± 0.39
Phosphore	68.3 ± 1.84	83.6 ± 2.44
Sodium	10.4 ± 0.60	10.25 ± 0.57
Fer	2.30 ± 0.21	2.21 ± 0.26

L'analyse des cendres des noyaux de cinq variétés de dattes montre qu'ils contiennent un grand nombre de sels minéraux (Ca, Mg, Al, Fe, Zinc, Cu, Mn, P, Na, et K) (tableau 2.7) [38].

Tableau 2.7 : Proportion des sels minéraux de cinq variétés de dattes [38]

Eléments (%MS)	Variétés				
	Lobanah	Moshawik	Motalabin	Khalas	Barni
Calcium	22,0	23,5	17,5	25,5	22,9
Magnésium	57,3	48,8	51,1	74,8	63,5
Fer	6,1	5,5	4,7	5,5	0,9
Zinc	1,7	1,7	1,5	1,6	0,8
Cuivre	1,7	1,6	1,3	1,1	0,4
Manganèse	0,8	0,6	0,6	0,9	0,6
Phosphore	98,7	70,2	82,2	107,5	10,8
Sodium	4,0	3,7	3,7	5,4	10,9
Potassium	280,5	236,5	236,5	255,5	412,3

2.7 La fraction glucidique

Sur le plan structural, il a été isolé des noyaux de dattes variétés « Alpe » une fraction polysaccharidique, porteuse des résidus de tyxylopranosylpo ramifications O-xylopyranosyl et 4-O-méthyl - α -D-acide glucopyranosyluronic [62]. Ainsi, il a été isolé à partir des noyaux de dattes broyés et dé lipides « variété Degla Baida » une fraction polysaccharidique qui est constituée principalement de D-mannose (0.66) avec des quantités mineurs de D-glucose et D-xylose par un procédé de purification et de fractionnement à l'aide de l'hydroxyde de baryum [51] comme il est montré dans le figure 2.1. Les noyaux de datte renferment huit sucres simples dont le plus important est le mannose comme le montre le tableau 2.8 [11].

Tableau 2.8: Composition chimique des noyaux de datte [11]

Composants	Concentration (%)
Glucides	26.7
Mannose	20.9
Glucose	2.01
Alose	1.96
Galactose	0.99
Arabinose	0.48
Xylose	0.35
Rhamnose	0.03
Fructose	0.01

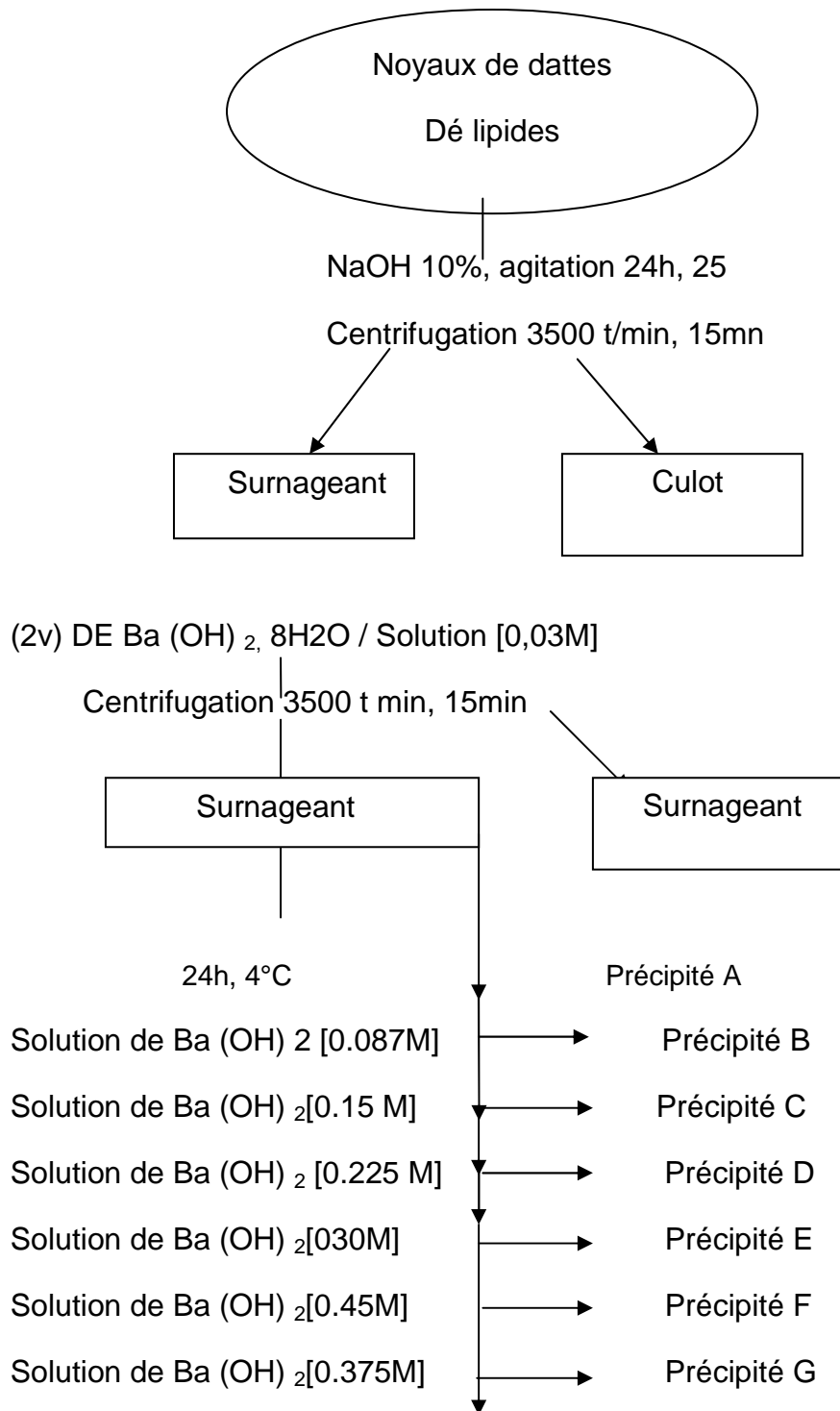


Figure 2.2 : Fractionnement et précipitation des polysaccharides des noyaux de dattes à partir de l'hydroxyde de baryum [51]

2.8 La fraction protéique

Des données analytiques sur le profil d'acides aminés des noyaux de variétés dattes Deglet Nour et Allig montrent qu'ils renferment une majorité d'acides aminés essentiels : lysine, isoleucine, leucine, méthionine, thréonine, valine, et phénylalanine [52].

La composition des noyaux de datte Egyptiennes en acides aminés essentiels et acides aminés non essentiels est montrée dans le tableau 2. 10 [53]. Parmi les fractions protéiques présentes dans les noyaux de datte Albumine +globuline, prolamine et glutéline [10].

Tableau 2.9 : Composition en acides aminés dans les noyaux de dattes [53]

Acides aminés essentiels		(g / 100g)	
Lysine	4.55		
Serine	5.61	Thréonine	5.16
Valine	3.64	Méthionine	2.57
Isoleucine	2.73	Leucine	2.73
Phénylalanine	3.64	Tyrosine	0.60
Cystéine	3.03	Tryptophane	/
Acides aminés non essentiels		(g/ 100g)	
Acide aspartique	10.78	Sérine	5.61
Alanine	4.24	Acide glutamique	25.79
Histidine	1.94	Proline	/
Arginine	10.77	Glycine	5.16

2.9 L'huile du noyau de datte

Les noyaux de dattes, en plus de leurs applications en pharmacologie, peuvent être une source potentielle d'huile de table [54].

2.9.1 Caractéristiques physico-chimiques d'huile de noyau de dattes

L'huile des noyaux de datte est caractérisée par un ensemble de caractéristiques ont les valeurs sont montrés dans le tableau 2.11.

Tableau 2.10 : Caractéristiques physico-chimiques de l'huile des noyaux de datte variétés (Deglet Nour et Allig) [50]

Caractéristiques physico-chimiques	Variétés	
	Deglet Nour	Allig
Substances insaponifiables	8.92	7.76
Indice d'iode	45.49	44.08
Phénols totaux	520.81	220.32
Chlorophylle	0.86	0.58
Viscosité	18.5	20.50
Indice de réfraction	1.457	1.462
Indice de peroxyde	16.00	25.00
Acidité	1.06	2.10

2.9.2 Caractéristiques organoleptiques d'huile de noyaux de dattes

Selon DEVSHONY *et al* [8], l'huile de noyaux de datte est de couleur jaune pâle et semi-solide à 15°C. D'après BARREVELD *et al* [23] l'huile extraite des noyaux de dates est de couleur jaunâtre verte pâle avec une odeur agréable.

2.9.3 Le profil des acides gras

L'analyse de l'huile extraite de deux variétés de dattes tunisiennes, Deglet Nour et Allig a révélée la présence de cinq acides gras. Les plus abondants sont : l'acide oléique, linoléique, palmitique, myristique, et laurique représentant 92% du total des acides gras. L'acide gras insaturé retrouvé majoritaire était l'acide oléique dont sa valeur s'étend de 41,3% pour l'huile Deglet Nour et de 47,7% pour l'huile Allig (tableau 2.12) [50].

Tableau 2.11: Composition en acides gras d'huile des noyaux de datte (g / 100 g des acides gras total) [50]

Acides gras	Cultivars	
	Deglet Nour	Allig
Caprique	0.80 ± 0.13	0.07±0.01
Laurique	17.8 ± 0.60	5.81±0.25
Myristique	9.84 ± 0.09	3.12±0.06
Myristoleique	0.09 ± 0.15	0.04 ±0.03
Palmitique	10.9 ± 0.17	15.0±0.31
Palmitoleique	0.11± 0.19	1.52±0.01
Stéarique	5.67 ± 0.20	3.00±0.03
Oléique	41.3 ± 0.76	47.7±1.11
Linoléique	12.2 ± 0.5	21.0±0.29
Linoléinique	1.68 ± 0.71	0.8 1±0.38
SAFA	44.3 ± 0.96	27.0±0.66
MUFA	41.45 ± 1.10	49.2±1.15
PUFA	14.0 ± 1.62	21.8±0.68

Ces acides gras ont été aussi majoritaires dans les noyaux variétés Tunisienne” Khalti “ et les variétés d'Oman “Fardh et Khasab” [55, 56]. Selon BESBES *et al* [50] l'huile de noyaux de datte est une huile oléique avec une teneur en acide oléique de 41,3 -47,7% et selon DEVSHONY *et al* [8] l'huile de noyaux de dattes est une huile oléique-laurique car l'acide oléique était le plus abondant.

2.9.4 Le profil des stérols

Selon SALVADOR *et al* [57], les stérols contenus dans l'huile de noyau de dattes (3000à 2500mg/ kg) sont plus élevés que ceux dans l'huile d'olive (1500mg /kg). Les stérols représentent la majeure partie de la fraction insaponifiable (plus que 38%) de l'huile de noyaux de dattes. L'étude de la fraction stérolique par CG-MS a permis d'identifier six stérols avec prédominance de β – *sitostérol* (83, 31% pour Deglet Nour) et 78, 66% pour Allig) suivi du Campestérol (9, 10% contre 10,19%) comme il est illustré le tableau 2.13 [54].

Tableau 2.12 Principaux constituants des stérols de l'huile de noyau de datte [54]

Stérols	Concentration (%)
Cholestérol	0,58- 0,96
Campestérol	9,10 - 10,19
Stigmastérol	2,29 - 2,42
β -sitostérol	78,66 - 83,31
D5-avenastérol	0,45 - 4,50
D5-2,4 stigmatadienol	0,23 - 0,41

2.9.6 Le profil des vitamines E

L'analyse du profil des vitamines E, montre la présence de γ – *tocophérol*, du δ – *tocophérole* et l' α – *tocophérol* qui représentent ensemble 29, 95% et 46,65% des pics totaux respectivement pour Deglet Nour et Allig avec dominance de l' α – *tocophérol* qui représente 24,97% à 38,85 % [54].

Tableau 2.13 : Principaux constituants en tocophérols de l'huile de noyau de datte [54]

Tocophérols	Concentration (%)
L' α – <i>tocophérol</i>	24,97- 38,85
L' γ – <i>tocophérol</i>	3,76- 5,40
L' δ – <i>tocophérol</i>	1,22- 2,40

Les composés non identifiés pourraient probablement correspondre à des tocotriénols qui sont généralement présents à des teneurs très faibles dans les huiles alimentaires à l'exception celles de palme, de pépins de raisins, de son de riz [54].

2.9.7 Polyphénols

L'huile de noyau de datte est riche en composés phénoliques. La composition en Polyphénols de l'huile de noyau de datte dépend des conditions de stockage. Des composés sont présents dans l'huile de noyau de datte : hydroxytyrosol, acide gallique, tyrosol, acide 3,4- dihydroxyphenylacétique tableau 2.15 [58].

Tableau 2.14 Principaux constituants en composés phénoliques de l'huile noyau de datte [58]

Polyphénols	Concentration (%)
Non identifié	50 -60
Hydroxytyrosol	6,94 -10,22
Acide gallique	2,48 - 4,11
Acide protocatechiques	4,26 - 9,62
Acide 3,4- dihydrophenylacétique	1,56
Tyrosol	4,50 - 8,10
Acide caféique	1,30 - 4,95
Acide p-coumarique	0,22 - 0,26
Oleuropeine	0,11 - 0,18

L'Oleuropeine, le tyrosol, l'hydroxytyrosol et le demthyloleuropeine possèdent des propriétés biologiques et fonctionnelles attribués à leur capacité antioxydant. Ces composés protègent des risques cardiovasculaires et des risques de cancer tout en réduisant l'excrétion urinaire du F₂ - isoprostane, bio marqueur du stress oxydant [58].

2.10 Autres composants à propriétés fonctionnelles

Les composés fonctionnels sont désignés ainsi par des substances bioactives en raison de leurs effets bénéfiques sur la santé humaine. La réduction des risques des maladies chroniques était liée à la consommation de ces composés fonctionnels qui sont très présents dans les fruits et légumes [70]. Les noyaux de dattes sont de bonne source de ces composés fonctionnels comme il a été déterminé dans les variétés d'Oman appelés Mabseeli, Um-sellah et Shahal (tableau 2.16) [59].

Tableau 2.15. Composés fonctionnels dans trois variétés des noyaux des dattes [59]

Variétés	Composés fonctionnels		
	fibres alimentaires (g / 100g)	Phénoliques totaux (mg GA / 100g))	l'activité antioxydant (μ mole TE / g)
Mabseeli	79.84±1.85	4430±297	580 ± 29
Um –sellah	80.15±3.19	4293±180	903±46
Shahal	77.75±1.97	3102±58	929±24

2.10.1 Activité antioxydante dans les noyaux de dattes

Une puissante activité antioxydante a été détectée dans les noyaux Tunisiennes et Iraniennes. La variété Iranienne "Zahedi" a montré une activité antioxydante la plus élevée (37,42 mol /100g de la plante sèche). Pour la variété Algérienne "Mech Degla" a montré une activité anti radicalaire (DPPH) significative avec un taux d'inhibition de 93% pour une concentration 2 mg / ml d'extrait d'hexane [48, 58 et 50].

2.1.1 Microbiologie et Toxicologie des noyaux de dattes

Selon RAHAMN *et al* [56] la poudre de noyaux de dattes torréfiés pourrait être considérée microbiologiquement stable vue les résultats qu'ils ont obtenus révélant sa teneur faible en activité thermodynamique (aw) estimée à 0.09, valeur limitante de la multiplication de la plupart des microorganismes.

Relativement aux contaminants comme le plomb, le cadmium et chromium ont été révélés dans la poudre de noyaux de dattes torréfiés à l'état de traces et selon l'auteur ceux-ci ne présentent aucun danger sur la santé humaine comme il est montré dans le tableau 2.17 [56].

Tableau 2.16: Contaminants dans la poudre de noyaux torréfiés [56]

Constituants	Concentration (mg / kg)
Plomb	< 0.05
Cadmium	< 0.05
Chromium	< 0.05

Selon ABOU-ELA *et al* [61] l'incorporation des noyaux de dattes dans l'alimentation des lapereaux jusqu'au niveau 20% n'a pas un effet significatif sur le taux de mortalité, témoignant ainsi de la non toxicité des noyaux de dattes.

Les noyaux de cinq variétés de dattes (Lobanah, Moshawik, Motalabin, Khalas, et Barni) renferment le chromium, nitrates et plomb à des proportions montrés dans le tableau 2.18 [38].

Tableau 2.17. Proportion de plomb et Chromium de cinq variétés de dattes
[38]

Eléments (mg/100gMS)	Variétés				
	Lobanah	Moshawik	Motalabin	Khalas	Barni
Chromium	1,6	1,3	0,9	1,3	0
Plomb	0,2	0,2	0,2	0	0
Nitrates	0,5	0,5	1,7	0,5	0

2.12 : Activité biologique des noyaux de dattes

Des travaux de recherche réalisés sur des animaux expérimentaux (rats, poulets de chair, poisson, etc) ont montré l'effet amélioratif des noyaux de dattes sur l'atténuation de l'ulcération gastrique, le gain corporel, la composition corporelle et effet hormonal [12 ; 62, 63, 64].

Il a été confirmé par des essais expérimentaux sur les rats (type Wistar) que les fibres des noyaux de dattes ont un effet réductionnel sur les lipoprotéines à faible densité (LDL), les triglycérides (TG) et le cholestérol total (TC) [65].

CHAPITRE 3

VALORISATION DES SOUS-PRODUITS DE DATTES

La valorisation des sous –produits de dattes s’articule autour de deux axes qui sont :

- ✓ Le premier axe porte sur la valorisation des dattes de faible valeur marchande ;
- ✓ Le deuxième axe repose sur la valorisation des noyaux de dattes.

3.1 La valorisation des dattes de faible valeur marchande

Les dattes sont généralement écartées, ou utilisés dans l’alimentation animale. La non utilisation de ces sous produits pour l’alimentation humaine constitue une perte économique réelle puisqu’ils sont riches en substances bioactives qui peuvent être extraites et utilisés comme matériaux à valeur ajoutée (fibres alimentaires, les glucides) [66].

3.2 Les déchets de dattes

Les dattes qualifiées de perdues sont les dattes qui ne sont pas consommées, soit du fait de leur faibles qualités gustatives, soit du fait de leur texture rébarbative, soit tout simplement parce qu’elles sont altérées. A ceux –ci s’ajoutent les problèmes de conditionnement et de stockage et les problèmes agro-écologiques qui concernent surtout les techniques culturales d’irrigation et de traitement et les intempéries (c’est particulièrement au cours de l’entreposage que se produisent et se poursuivent les altérations occasionnées par toute sorte de parasites). A certaines campagnes de récolte, les tonnages de dattes détériorées dépassent les 30% de la production [67].

3.2.1 Les dattes non appréciées

3.2.1.1 Les dattes non mûres

- ✓ Martouba : c’est une datte humide avec une teneur en eau qui dépasse 35% ce qui la rend très sensible à l’éclatement.

- ✓ Achef : dattes vertes ratatinées. Cette altération est due à un manque d'eau ou à un choc mécanique arrêtant la maturité normale. Sa coloration est claire. La peau étirée avec aspect de caoutchouc.

3.2.1.2 Les dattes déformées

- ✓ Dattes parthnocarpiques ;
- ✓ Dattes desséchées ;
- ✓ Dattes ridées ;
- ✓ Dattes pleines

3.2.1.3 Les dattes acariées

Le palmier dattier et sa production subissent des attaques et dépréciation dues principalement aux ravageurs suivants :

- ✓ Les oiseaux qui blessent les fruits ; favorisant ainsi les attaques par les parasites
- ✓ La cochenille blanche (*Parlatoria blanchardi*). les dattes se dessèchent sans atteindre la complète maturité. La maladie est appelée Djarab (Gale).
- ✓ Le ver de la datte (*Myelois ceratoniae* Z.) sur les fruits mûrs la chenille est localisé entre le noyau et la pulpe à partir de laquelle elle se nourrit. A l'intérieur du fruit, on observe un tissage soyeux très fin ou s'accroche des excréments.
- ✓ Le boufaroua (*Oligonychus afrasiaticus*) ; il détruit rapidement l'épiderme des fruits et provoque leur déshydratation. La présence de réseaux soyeux caractérisé la présence de ce ravageur.
- ✓ Des mortalités dues à une fusariose vasculaire (Bayoudh) causée par un champignon (*Fusarium oxysporum albedinis*). La maladie se caractérise par un dessèchement progressif des palmes qui revêtent une coloration blanchâtre.
- ✓ Un autre champignon (*Aspergillus phoenicis*) provoque la maladie du charbon. L'épiderme de la datte présente une cavité tapissée d'un feutrage mycélien blanchâtre rempli d'une masse noire pulvérulente [38].

3.3 La valorisation directe

La datte peut se prêter à toutes sortes de préparations industrielles ou artisanales qui permettent d'en étendre la consommation. En effet, certaines variétés d'intérêt commercial négligeable peuvent être valorisées en vue de la transformation technologique [38] et la figure 3.1 montre cette transformation [38].

3.3.1 La pâte de datte

Elle se prépare à partir de la pulpe de dattes molles et demie molles. Une fois dénoyautées les dattes sont broyées et pétrissées jusqu'à obtention d'une pâte homogène. Celle-ci peut être enrichie en protéines et matières grasses afin de constituer un aliment équilibré pour les populations males nourries. La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie [36, 38].

3.3.2 La farine de datte

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou aptes de le devenir après dessiccation. Cette farine est utilisée en biscuiterie pour enfants et yaourt [39,69 70].

3.3.3 Sirop, crèmes et confiture de dattes

Selon ESPIARD [36], cette gamme de produit est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte. L'obtention des crèmes ou confitures par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop [68].

D'après BESBES *et al* [71], les confitures produites à base des variétés tunisiennes *Allig* et *Kentichi* ont révélé des caractéristiques très satisfaisantes.

3.3.4 Le jus de dattes

Ce jus est connu par le nom " Roub en Algérie " et " Debs " en Irak. Seul l'Iraq s'est orienté vers une production industrielle. Ce jus est obtenu après le traitement des dates avec l'eau chaude à 90°C pendant une heure. Il peut être acidifié avec quelques grammes d'acide acétique [72].

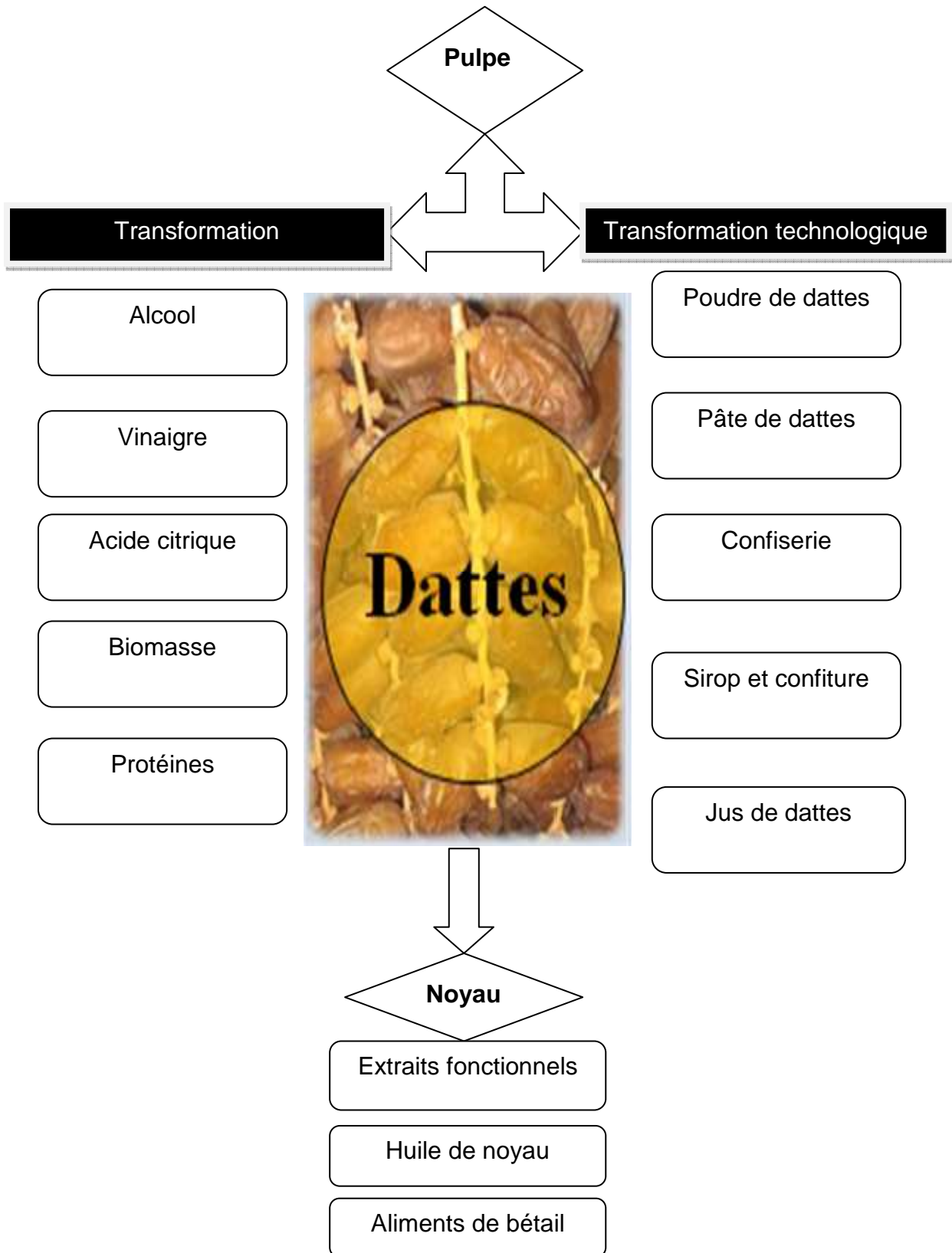


Figure 3.1 : Transformation de la datte [68]

3.3.5 Aliments de bétail

3.3.5.1 Alimentation des poly –gastriques

Les sous–produits de dattes ont été utilisés avec succès dans l'alimentation des petits ruminants, en remplaçant le maïs ou l'orge, voir même dans l'alimentation des bovins [73,74].

3.3.5.1.1 Alimentation des bovins

EI-HAG et EI-KHANJARI [74] ont étudié la possibilité de remplacer l'orge par les dattes entières à raison de 30% de la ration, dans l'alimentation des veaux et ce, pendant 3 mois. Les résultats consignés dans le tableau 3.1 montrent que les performances de croissance des veaux sont plus importantes dans le cas de l'utilisation des dattes. En effet, le gain quotidien moyen (GMQ) est plus important dans le cas du remplacement partiel de l'orge par des dattes (606 g / j contre 476 g / j).

Tableau 3.1. Performance de croissance des veaux, après 98 jours, suite au remplacement de l'orge par des dattes déclassées à un niveau de 30% [74].

Paramètres	Ration témoin	Ration à base de dattes
Poids initial (kg)	71,6	71 ,6
Poids final (kg)	118	131
GMQ (g/ j)	476	606

3.3.5.1.2 Alimentation des chevreaux

EI-HAG et EI-KHANJARI [74] ont également étudié la possibilité d'associer les écarts de triage de dattes et les sardines séchées au soleil pour remplacer le maïs, le tourteau de soja et l'avoine. Les données obtenues montrent une meilleure efficacité alimentaire avec cette association vu que la GMQ est significativement plus élevé dans le cas de l'utilisation des dattes et des sardines sèches (172 g / j contre 128 g / j) comme il est mentionné dans le tableau 3.2.

Tableau 3.2. Performance de croissance des chevreaux, après 70 jours, en utilisant des associations (maïs +avoine + tourteau de soja) et (dattes + sardines) [74]

Paramètres	(maïs +avoine + tourteau de soja)	(dattes + sardines)
Poids initial (kg)	17, 85	17,85
Poids final (kg)	26,80	29,90
GMQ (g/ j)	128	172

GMQ : gain moyen.

3.4 La valorisation indirecte

Les dattes abîmées et de faible valeur marchande peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucres pour la production de biomasse (levure boulangère) et protéines unicellulaires, bio alcool, de vinaigre, d'acide citrique et autres produits [75,76, 77, 78,79].

3.5 Impacts de la transformation

3.5.1 Sur la diversité génétique du palmier dattier

La plupart des produits transformés et les recettes culinaires, sont préparés à base de dattes des variétés communes, à faible valeur commerciale. Même si, à l'état actuel, ceci n'a qu'un impact très limité sur la conservation de la diversité du palmier dattier, un développement de l'activité permettrait de créer un débouché à ces variétés. Ce qui encouragerait producteurs à les conserver et à les planter dans leurs exploitations [80].

3.5.2 Sur l'environnement

Les activités agricoles et agro-industrielles génèrent d'importantes quantités de déchets. Ces derniers constituent une nuisance certaine pour l'environnement et un gaspi deviennent fort encombrants et très coûteux en ce qui concerne leur traitement et recyclage.

Par ailleurs, leur valorisation représente une solution de choix dans la mesure où elle contribue à l'élimination de la pollution que subit l'environnement, évite le gaspillage à travers la production de nouvelles substances à forte valeur ajoutée [81].

3.5.3 Sur le prix

Pour que l'industrie de transformation soit rentable, il est nécessaire de disposer d'un produit pouvant être obtenu en grande quantité et à un prix relativement bas. D'une manière bénéfique les dattes communes ainsi que les déchets répondent parfaitement à cette exigence.

3.5.4 Impact socio-économique

Le développement de l'industrie de transformation, permettra de résorber le chômage, d'améliorer le niveau de vie des agriculteurs, d'accroître leurs revenus, de mettre à la disposition des consommateurs et des industriels des substances à très forte valeur ajoutée, stratégiques et très sollicitées, importées actuellement avec des prix onéreux (économie de devises), de relancer davantage l'investissement [81].

3.6 Les voies de valorisation des noyaux de dattes

L'utilisation des noyaux de dattes pour l'alimentation des bétails demeure la pratique la plus commune ; cependant certains essais ont été réalisés pour l'intégration de la poudre des noyaux dans l'alimentation humaine ou bien pour sa transformation biologique et technologique. Pour tirer profit des noyaux de dattes, plusieurs procédés ont été effectués tels que le procédé de délipidation, fractionnement et procédé de fermentation [1, 51,77].

3.6.1 Transformation biologique des noyaux de dattes

3.6.1.1 Production de l'éthanol

L'alcool éthylique, est une substance énergétique stratégique et base de nombreuses industries. Notre pays importe entre 30 000 et 50 000 litres d'alcool éthylique par an afin de couvrir ses différents besoins d'où l'intérêt de la fabrication locale de cette substance à partir d'une matière première moins chère

et peu coûteuse par le biais de la valorisation des déchets de dattes y compris les noyaux de dattes qui peuvent être valorisés par le procédé de fermentation [77].

3.6.1.2 Production d'acide citrique

Il a été démontré dans l'étude ABOU ZIED *et al* [6] que dans milieu fermentaire où il a été supplémenté par l'hydrolysate des noyaux de dattes comme source d'azote organique et les cendres des noyaux de dattes comme source des minéraux tels que le magnésium, fer, le calcium, le manganèse, zinc et le nickel ont pour conséquence la formation d'acide citrique par *Candida lipolytica*.

3.6.1.3 Production de la nisine

Il a été révélé que les nutriments contenus dans les noyaux de dattes et le sirop de dattes ont un effet sur la croissance de *Lactococcus lactis* et la production de la nisine (comme étant un type commun de bactériocine) à des concentrations optimales 1.5 % (m/v) et 5.0 % (v/v) respectivement [82].

3.6.1.4 Production de biomasse par *Saccharomyces cerevisiae*

NANCIB *et al* [83] ont étudié l'approche de la valorisation des sous-produits de dattes par la production de biomasse à l'aide d'une souche de levure *Saccharomyces cerevisiae* Ils ont substitué les sources de carbone et d'azote d'un milieu de fermentation semi-synthétique avec des extraits aqueux de pulpes de dattes et des hydrolysats de noyaux, et enrichis par du nitrate d'ammonium, des cendres et des lipides de noyaux de dattes. L'extrait de pulpes ainsi que l'hydrolysate de noyaux utilisés respectivement comme source de carbone et d'azote sont efficaces à des concentrations égales (25 g / l pour chaque fraction). L'addition de lipides de noyaux de dattes (1g / l) accroît la biomasse finale obtenue. L'addition de cendres de noyaux de dattes (0.6 g / l) donne un effet analogue à celui du sulfate de magnésium et du chlorure de calcium utilisés dans le milieu semi-synthétique.

3.6.1.5 Production de ferments lactiques *Streptococcus thermophilus*

Des essais ont été effectués pour la production de ferments lactiques *Streptococcus thermophilus* sur un milieu de culture à base d'extraits aqueux de pulpes de dattes et d'hydrolysats de noyaux en indiquant que l'augmentation de la concentration en hydrolysats des noyaux de dattes accroît la production de la biomasse qui reste cependant inférieure à celle donnée par l'utilisation d'autres sources d'azote. L'azote contenu dans les noyaux de dattes est alors insuffisant pour une production optimale de *Streptococcus thermophilus*. Les cendres de noyaux de dattes (1 mg /ml) peuvent être utilisés pour remplacer le sulfate de magnésium [84].

3.6.1.6 Production de l'oxytétracycline par *Streptomyces risomusus*

La formation de l'oxytétracycline par *Streptomyces risomusus* a été effectuée dans un milieu de fermentation où la source de carbone (glucose) a été substituée par les lipides des noyaux de dattes et la source d'azote (urée) a été substituée par l'hydrolysats des acides aminés des noyaux de datte à des concentrations respectivement 70.0 mg / ml et 4.0 mg / ml qui sont plus appropriés que les deux autres précédents [31,81].

3.6.2 Incorporation dans l'alimentation humaine

Wasif *et al* [85] ont étudié l'effet de la substitution partielle de la farine de blé par la poudre de noyaux de dattes sur la qualité du pain. Il a montré que l'addition des noyaux de datte grillés et dégraissés améliore les propriétés physiques (texture, extensibilité, résistance et gonflement) de la pâte ainsi que les caractéristiques organoleptiques (couleur, goût et odeur) de la croûte de pain.

Les noyaux de dattes torréfiés peuvent également constituer un succédané du café et donner une décoction d'une saveur et d'un arôme agréables [23].

Une autre pratique consiste à utiliser les noyaux de dattes broyés et bouillis avec le sel et du vinaigre en pâtisserie [86].

Ainsi, il a été incorporé des fibres des noyaux de dattes dans les pains plats de Saoudite à des proportions 0, 5, 10, et 15% dont les résultats montrant que les pains à 10% de fibres des noyaux de dattes grossièrement moulus ont des

propriétés sensorielles similaires aux pains plats au son de blé avec une teneur élevée en fibres alimentaires, alors que les pains à fibres des noyaux de dattes finement moulus contenaient une teneur plus élevée en fibres alimentaires que le pain au son de blé avec moins d'odeur, de couleur, de flaveur, mâchonnement, uniformité et plusieurs repères d'acceptabilité sensorielle[87].

3.6.3 Production du carburant (biocarburant)

Une grande importance des noyaux de dattes et tiges du palmier dattier comme source d'énergie pour les fours. Les noyaux de datte ; comme biomasse, sont d'une importance considérable dans les régions du monde ; le North d'Afrique et les pays du Moyen Orient. En effet, ils ont été brûlés pour fabriquer du charbon de bois ; utilisé pour l'orfèvrerie. La taille maximum des particules du charbon " noyau de datte" est environ 15 mm [44, 88 et 89].

3.6.4 Transformation en charbon actif

BANAT, AL-ASHEH, AL-MAKHDMEH [90] ont évalué l'utilisation des noyaux de dattes bruts et activés comme adsorbant pour décolorer des solutions aqueuses de bleu de méthylène qui est la substance la plus utilisée pour tester l'adsorption des molécules polluantes de taille modérée ($> 1,5$ nm).

GIRGIS et AL-HENDAWI [91] ont montré qu'un couplage traitement chimique à l'acide phosphorique / traitement physique à 700°C pendant 2 heures confère aux noyaux de dattes la qualité d'un charbon actif efficace vu que sa capacité d'adsorption du bleu de méthylène atteint 200 mg / g.

La valorisation des noyaux de dattes en charbon actif a été sujet de l'étude HAZOURLI *et al* [92] où ils ont pu fabriquer trois types de charbon actif à base des noyaux de datte, le premier charbon actif est carbonisé à 600 °C, les deux autres prétraités chimiquement, l'un à l'acide nitrique à 10% suivi d'une carbonisation à 600°C et l'autre à l'acide phosphorique (1/1) suivi d'une carbonisation à 600°C. Les résultats de leur caractérisation ont permis de conclure qu'ils pourraient être utilisés dans les essais d'adsorption.

3.6.5 Elaboration des produits cosmétiques

Il a été montré que l'huile des noyaux de datte plus précisément la variété Deglet Nour ne montrant pas une absorbance dans les UV-A, d'où l'utilisation l'huile des noyaux de datte dans les formulations des protecteurs UV qui procurent une protection contre les radiations UV-A et UV-B [50].

La peau peut être protégé contre le stress antioxydant par l'application locale de l'huile de noyaux de datte " DSO" suivant une étude basant sur la culture de peau de l'homme en présence de l'huile des noyaux de datte et l'huile d'olive extra vierge avec l'addition de peroxyde d'hydrogène (H_2O_2) comme agent oxydant et les résultats montrent que l'huile des noyaux de dattes a un pouvoir antioxydant plus puissant et l'aptitude de suppression du radical de peroxyde d'hydrogène plus élevé que l'huile d'olive vierge [93].

En raison des bienfaits des noyaux de datte (l'huile), des études ont été menés dans l'élaboration des produits cosmétiques. En effet, il a été élaboré une crème de soin à base huile d'argan et l'huile de noyaux des dattes. Cette crème se distinguait par couleur blanche, sa texture trop liquide et une forte odeur du parfum [94].

Ainsi, il a été élaboré à base d'huile des noyaux de datte trois types de crèmes cosmétiques, trois types de shampoing liquide, nommés "shampoing à l'huile des noyaux de datte " et un type de savon. Ces échantillons ont suscité un commentaire encourageant la qualité des formulations de ces produits cosmétiques [8].

Une autre étude a fait montrer les bienfaits des noyaux de datte en élaborant une crème cosmétique hydratante de soin et de type bio. Elle est formée à base d'extrait aqueux de noyau de datte qui a la propriété anti oxydante, riche en Polyphénols et à base d'huile de noyau de datte [58].

3.6.6 Réipients de poterie

La détection des lipides du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) dans les poterie archéologiques de Qasibrim et Egyptian Nubia par la chromatographie

phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse ce qui explique son exploitation (noyaux de dattes) dans la fabrication des récipients de poterie [95].

3.6.7 Production de polyalcools

La production de polyalcools par modification chimique des noyaux de dattes suivant une réaction de polycondensation en masse et la technique de liquéfaction. Ces polyalcools sont des précurseurs dans la synthèse de polyméthane avec un certain degré de biodégradabilité [96].

3.6.8 Utilisation dans l'alimentation animale

En général, l'utilisation des écarts de triage de dattes est une pratique traditionnelle consistant à une distribution en l'état. Seulement, ce mode se heurte au refus total du noyau par l'animal bien qu'il possède une valeur nutritionnelle importante vu sa richesse en matière grasse et en protéine. Pour une meilleure utilisation, ces sous-produits doivent être broyés et associés à d'autres matières agricoles telles que l'orge, le maïs, le son de blé, les tourteaux de soja, etc afin de constituer un aliment composé de bonne qualité. Cette pratique améliore également la stabilité sensorielle (texture, pouvoir liant, cohésion) et microbiologique des aliments durant trois mois de stockage à température ambiante ($24 \pm 2^{\circ}C$) [97].

3.6.8.1 Alimentation des mono-gastriques

3.6.8.1.1 Alimentation des lapins

ABOU-ELA *et al* [98] ont évalué la substitution du maïs par les noyaux de dattes, à cinq différents niveaux (0%, 5%, 15% et 20%), dans l'alimentation de lapereaux sevrés à l'âge de cinq semaines. Ils ont opté pour l'utilisation de rations iso-azotés et iso-énergétiques pour cinq lots expérimentaux isolés les uns des autres. L'augmentation du pourcentage de noyaux de dattes dans la ration induit une diminution du poids vif. Le rendement carcasse n'est cependant pas affecté par la substitution. SHAROF *et al* [99] ont au contraire remarqué un accroissement du poids corporel et des organes en utilisant les noyaux de dattes. Le remplacement du maïs par les noyaux de dattes pourrait remarquablement réduire le coût de production de la viande produite

3.6.8.1.2 Alimentation des poulets

L'alimentation des poulets de chair se répartit en deux pâties ; l'aliment de démarrage et l'aliment de finition (poussin de 1 jour à 21 jour) ; Pour l'aliment de démarrage, un remplacement partiel des tourteaux de soja et du maïs par les dattes entières, leurs pulpes ou leurs noyaux a été opéré afin de produire des rations iso-énergétiques (3,0 MCA /kg) et iso-protéiques (22%). L'ajout du noyau, de la pulpe ou du fruit entier à un niveau de 10% dans la ration, améliore les performances de croissance par rapport au témoin après 2 semaines. Pour ce qui est aliment de finition, les poulets âgés de 21 jour sont nourris à volonté, pendant trois semaines, par quatre types de rations iso-énergétiques (3, 2 Mcal / kg) et iso-protéiques (20%) : ration 1 (aliment témoin 1), ration 2 (aliment témoin 2), ration 3 (10% de noyaux de dattes bruts broyés), ration 4 (10% de noyaux de dattes traités à l'acide sulfurique 70% (v :v) pendant 30 minutes et broyés). L'ajout des noyaux de dattes dans la ration 3 et 4 améliore les performances de croissance par rapports aux rations témoins et ce, à partir de la 5^{ème} semaine avec une amélioration de l'efficience de l'utilisation des rations dans le cas des noyaux de dattes traités [100].

3.6.8.1.3 Alimentation des souris

Les broyats de noyaux de dattes bruts ont été additionnés à un niveau de 7% et de 14% dans la ration des souris mâles et ce, pendant 28 jours consécutifs. Un accroissement du poids vif des souris a été observé lors de l'adjonction de 14% de noyaux bruts. Les noyaux de dattes bruts induisent l'accroissement de la concentration en testostérone dans le plasma. Par contre, l'incorporation des noyaux de dattes à 12, 5 % ou à 25 % dans la ration des souris mâles n'affecte pas significativement le niveau de testostérone plasmatique et le poids vif des souris [73].

ALDHAHERI *et al* [11] ont montré que la concentration en hormone œstrogènes dans le sérum de souris femelles diminue avec l'augmentation du taux d'incorporation des noyaux. De la même manière, ALI *et al* [73] ont trouvé que le traitement des souris femelles par des extraits aqueux lyophilisés de noyaux de dattes (500 mg /kg de poids corporel), pendant 10 jours, diminue significativement la concentration en œstradiol plasmatique par rapport au

traitement témoin. Les noyaux de dattes peuvent contenir des composés similaires aux hormones œstrogènes et donc leur utilisation dans les rations alimentaires pourrait avoir un effet inhibiteur sur la production d'œstrogène.

3.6.8.1.2 Alimentation des poly –gastriques

3.6.8.1.2.1 Alimentation des agneaux

les sous-produits de dattes améliorent les performances de croissance de l'animal, la composition et qualité de la viande lors de leur étude qui a été portée sur l'effet de l'activité hormonal des noyaux de dattes et chairs de dattes sur la qualité de la viande des agneaux qui ont reçus quatres rations à différents niveaux d'incorporation de 10% à 30% (ration 4) d'écarts de triage de dattes.

Les résultats obtenus montraient l'augmentation du taux d'incorporation des sous-produits de dattes entraine une augmentation du GMQ donc améliore les performances de croissance. Les groupes alimentés avec les rations 2, 3 et 4 contiennent plus de muscle et de matière grasse que celui alimenté avec la ration témoin (tableau 3.22)

Tableau 3.3 : Pourcentage du muscle et de la graisse dans le filet d'agneaux à différents niveaux d'incorporation de sous-produits de dattes [101]

Ration	% Muscle	% Gras
Témoin	40, 3	14, 6
Ration 1	55, 0	21, 0
Ration 2	59, 4	24, 3
Ration 3	52, 2	31, 1

Ration 1, 2 et 3 contiennent respectivement 10%, 20% et 30% de sous-produits de dattes.

L'accroissement du pourcentage en muscle augmente avec l'augmentation du taux de sous-produits de dattes dans la ration jusqu'à 20% et diminue dans le cas de leur incorporation à une proportion de 30% (ration 4). Toutefois, le pourcentage de graisse dans le filet augmente progressivement avec le taux d'incorporation des écarts de triage de dattes. Les hormones œstrogènes présentent un grand effet sur la composition de la carcasse par stimulation de la formation du muscle et la réduction des lipides dans la carcasse.

3.6.9 Approche de fractionnement

Un autre aspect de valorisation des noyaux de dattes c'est le fractionnement de leurs composants majeur la matière grasse et les cendres constituant essentiellement de la matière sèche [1].

Jusqu'à présent, seule la fraction grasse a été extraite et caractérisée sur le plan physico-chimique (acidité, richesse en antioxydants naturels, stabilité oxydative, richesse en composés à haute valeur ajoutée ...) en vue de son utilisation potentielle dans les applications alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques [1, 50,102 et 54].

Quant les huiles des noyaux variétés Deglet Nour et Allig sont riches en acide oléique (41,3 - 49,2%) et présentent des teneurs relativement faibles en acides gras polyinsaturés (14,0- 21,08 %) facilitant leur protection le phénomène oxydatif. L'analyse de la couleur montre que l'huile de noyaux de dattes présente une teinte jaune accentuée, très appréciée par les consommateurs, par comparaison à d'autres huiles végétales tels que l'huile de palme, d'olive tournesol, maïs,) facilitant leur protection contre le phénomène oxydatif [50].

Les profils thermiques de l'huile de noyaux de dattes montrent qu'elle est totalement à l'état liquide à partir de 15°C. La faible viscosité de l'huile de la variété Deglet Nour (18mPa.s) a été expliquée par sa richesse en acides gras à chaînes moyennes tels que l'acide laurique. Cette propriété suggère un écoulement et un étalement facile sur la peau. L'évaluation de la résistance à l'oxydation par Rancimat a montré une grande stabilité de l'huile de noyaux de dattes avec un des temps d'inductions allant de 33 heures pour Allig à 44 heures pour Deglet Nour. Cette grande stabilité est liée d'une part à la composition en

acides gras ; d'autre part à la richesse de cette huile en antioxydants naturels d'où utilisation de l'huile de noyaux de dattes dans les applications alimentaires, cosmétiques et pharmaceutiques [50].

La séparation des classes lipidiques montre la présence de phospholipides (0,18-0,25 g /100g) d'huile et de mono glycérides (0,09-0,13 g /100 g d'huile) très utilisés en industries alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques pour leur propriétés émulsifiantes. L'analyse par chromatographie gazeuse du profil des triglycérides montre la richesse de l'huile de noyaux de dattes en triglycérides à moyennes masses moléculaires (C32-C44) expliquant encore sa faible viscosité [16]. L'effet du stockage à 60°C sur l'huile de noyaux de dattes a été évalué par le suivi de quelques paramètres physico-chimiques : extinction spécifique à 232 et 270nm et teneurs en chlorophylles. L'huile de noyaux de dattes a présenté une haute stabilité oxydative comparable à celle de l'huile d'olive lui permettant une conservation facile et prolongée.

L'effet du chauffage (100°C, 15/h d'air) sur la thermo-oxydation de l'huile de noyaux de dattes des variétés Deglet Nour et Allig a été étudié afin d'avoir une idée sur son comportement vis-à-vis des traitements thermiques qui pourraient être éventuellement appliqués lors des traitements industriels tels que le raffinage ou culinaires tels que la cuisson et la friture [1].

La fraction insaponifiable des deux huiles des variétés Deglet Nour et Allig est composée essentiellement des composés phénoliques et tocophérols représentant une grande résistance à l'oxydation par l'étude de leurs profils au moyen de la chromatographie liquide à haute performance. Parmi les phénols, huit composés ont été identifiés : l'hydroxytyrosol, le tyrosol, l'acide caféique et l'acide protocatechiques sont les plus représentés dans l'huile de noyaux de dattes des deux variétés étudiées [54].

La présence de l'hydroxytyrosol est très intéressante vue qu'il est également étroitement lié à la grande résistance à l'oxydation de l'huile d'olive. En plus de leur contribution à la résistance et l'édification d'un goût fruité caractéristique de l'huile, les composés phénoliques peuvent être utilisés pour la prévention des maladies cardiovasculaires, du stress oxydatif et du cancer.

L'analyse du profil des vitamines E, montre la présence des tocophérols et tocotriénols possédant une activité antioxydante et sont actifs comme vitamine E et sont donc important pour la santé humaine. En effet, la déficience en vitamine E affecte négativement le développement du système nerveux chez les enfants. Ces substances actives pourraient être utilisées pour prévenir les maladies cardiovasculaires [54].

En plus la présence des stérols qui représentent la majeure partie de la fraction insaponifiable (plus que 38%). La résistance de l'oxydation de l'huile de noyaux de dattes pourrait également être positivement influencée du Δ^5 – *Avenostérol* connu par son effet antioxydant. La richesse de l'huile de noyaux de dattes en stérols est également intéressante puisque que ces composés peuvent contribuer à la diminution cholestérol chez l'homme et le protègent ainsi contre les maladies cardiovasculaires.

Les polysaccharides végétaux sont des macromolécules qui forment au contact de l'eau des solutions colloïdales ou des gels. Ces propriétés leur confèrent un intérêt industriel pour la fabrication des gélifiants, épaississants ou viscosifiants pour les industries pharmaceutiques et alimentaires.

Ces polysaccharides ont été extraits des noyaux de dattes sous des conditions expérimentales bien et l'analyse chromatographique sur couche mince a permis d'identification des six fractions d'hémicellulose qui sont constituées principalement des xyloglucanes et des mannanes ; il s'agit de mannose qui était la fraction majoritaire avec des quantités mineures de D-glucose et D-xylose [63].

En outre, Al-FARSI *et al* [59], ont aboutit à la conclusion que les fibres alimentaires et composés phénoliques sous forme concentrés obtenus à partir des noyaux de variétés dattes pourraient être utilisés comme des additifs naturels pour fortifier les produits alimentaires par l'augmentation de leur propriétés fonctionnelles.

CHAPITRE 4

MATERIELS ET METHODES

4.1 Description du matériel végétal

Notre étude a été portée sur un produit végétal qui est représenté par les noyaux de dattes. Ils sont des sous produits issus de la transformation des dattes, le poids moyen du noyau s'étend dans la gamme de 13 à 15% du poids de fruit [100].

La collecte de neuf variétés de dattes a été effectuée à l'automne et l'hiver (mois novembre, décembre et janvier 2009). Il s'agit respectivement de Deglet Nour, Degla Baida, Mech Degla, Ghars, Hamraya, Takermust, Thouri, Kesba et Ziyéne. Ces dattes sont des régions de Biskra et de Ouargla et ramenées par voie terrestre. Elles sont récoltées au stade tamar, fruits arrivés à maturité physiologique, tel que défini par la nomenclature Irakienne. A ce stade, la datte a perdu toute son astringence [2]. Le choix de ces variétés se justifié par leur abondance au niveau national et leur relative facilité de conservation étant donné que ce sont des produits secs.

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées au niveau du département d'agronomie (laboratoire de Zootechnie), de l'annexe 1(Ex. CRIAA) université de Blida et au CACQE (centre Algérien de contrôle de la qualité, emballage et de la répression des fraudes) à Alger. Des tests technologiques ont été effectués au niveau de l'ITGC (Institut technique des grandes cultures, El Harrach) et au niveau du laboratoire du groupe SIM (Ain Romana, Blida) et les analyses microbiologiques ont été réalisées au niveau de laboratoire d'hygiène à Blid

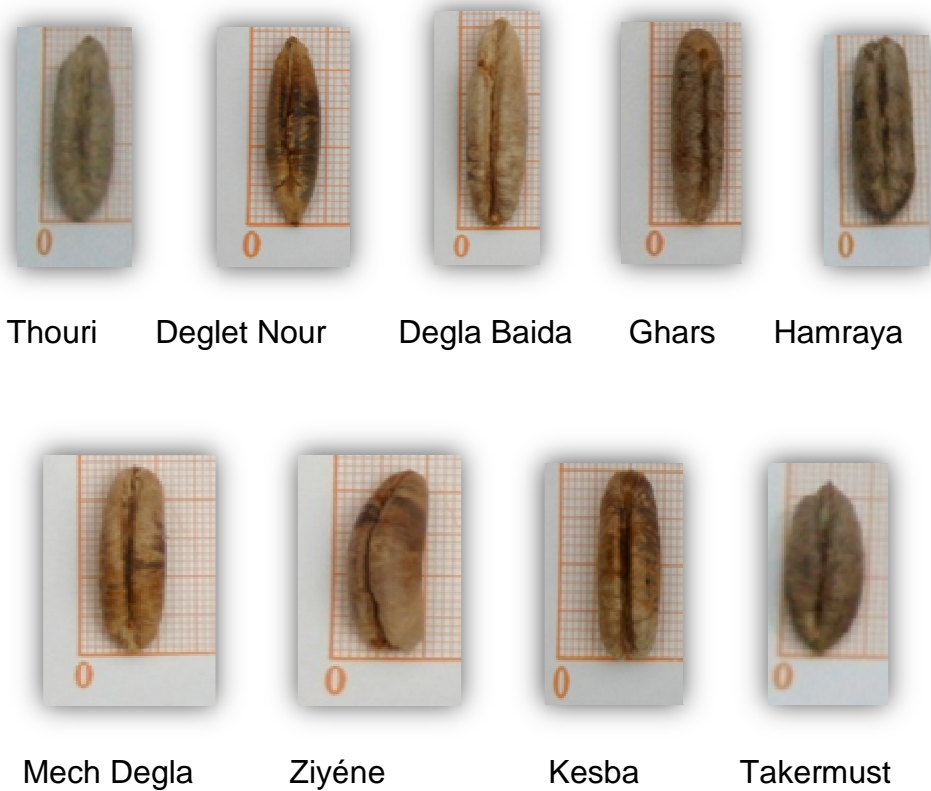


Figure 4.1 : Noyaux des variétés de dattes Algériennes (original)

4.2 Préparation des échantillons

Les dattes récoltées ont été dénoyautés manuellement et les noyaux obtenus ont été macérés dans l'eau ordinaire pendant une durée de 24 heures. Ensuite, ils ont été rincés abondamment à l'eau de robinet afin d'éliminer les maximum impuretés adhérentes aux noyaux. Puis ils ont été séchés à l'air libre pendant quelques heures. Ils sont ainsi, pesés, caractérisés.

Afin de faciliter l'opération de broyage, les noyaux ont été d'abord réduits en petits morceaux au moyen d'une pince en acier inoxydable. Les noyaux ainsi réduits ont subi un premier broyage dont le résultat est l'obtention d'un mélange hétérogène qui a été suivi par une opération de tamisage afin de séparer les particules fines des particules grossières. Ces dernières ont subi un deuxième broyage qui en résulte un mélange beaucoup plus homogène que le précédent. Mais l'opération de tamisage (4mm de diamètre) reste toujours nécessaire afin d'obtenir un mélange plus homogène. La farine des noyaux de dattes ainsi obtenues est conservée à 4°C



Figure 4.2 : Broyeur utilisé pour le broyage des noyaux de dattes
(original)



Figure 4.3 : Etapes de broyage des noyaux de dattes (original)

4.3 Les méthodes d'analyses

Elles se rapportent aux analyses suivantes :

- ✓ La caractérisation physique des noyaux des dattes ;

- ✓ La caractérisation physico-chimique (pH, humidité, cendres, extrait sec et acidité grasse) ;
- ✓ La caractérisation biochimique (teneur en sucres totaux, cellulose brute, teneur en matière grasse, teneur en protéine brute, profil en acides gras) ;
- ✓ La caractérisation technologique (indice de chute, gluten humide, gluten sec, test de zeleny, test SDS et analyse l'paléographique) ;
- ✓ La caractérisation microbiologique (détermination des levures et moisissures et détermination des germes aérobies mésophiles) ;
- ✓ Essai de valorisation par la fabrication d'un pain enrichi par la farine des noyaux de dattes à quartes taux d'incorporation 5%, 10%, 15% et 20% et l'évaluation sensorielle.

4.4 Caractérisation physique des noyaux de datte

Les caractéristiques physiques sont réalisées sur 20 noyaux prélevés au hasard et sur lesquels sont déterminés ;

- ✓ Les dimensions du noyau (longueur et largeur) au moyen d'un pied à coulisse ;
- ✓ Le poids du noyau et le poids de 20 noyaux à l'aide d'une balance analytique à la précision de $\pm 0.001\text{g}$ de type Précisa 100A-300M.

4.5 Caractérisation physico-chimique

4.5.1 Détermination de la teneur en eau :

Elle est effectuée selon La méthode normalisée en Algérie, NA / 1132 /1990 en concordance avec la NF.707 (mars 1976) [103].

❖ Principe :

Séchage du produit à température de 130°C à pression atmosphérique normale, après broyage éventuel du produit suivant une granulation fixée par la norme.

❖ Mode opératoire :

- Sécher les capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 130°C ;
- Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser à 1mg, 5g de l'échantillon pour l'essai et les verser dans la capsule,
- Placer dans l'étuve à 130°C pendant 2 heures,
- Retirer la capsule de l'étuve, la couvrir et la placer, dans le dessiccateur,
- Laisser refroidir la capsule plus la prise d'essai durant 30mn, la peser à 1 mg.

❖ Expression des résultats

$$H\% = 100 \times (M_1 - M_2) / P$$

H % : humidité.

M₁ : masse de la capsule + matière fraîche avant étuvage.

M₂ : masse de la capsule + fraîche après étuvage.

P : masse de la prise d'essai.

4.5.2 Détermination de la matière sèche : Selon la Norme (AFNOR, 1974) [104].

❖ Principe :

Le résidu sec d'une matière végétale exprime les substances qui restent après séchage. Après l'élimination d'eau sous forme de vapeur ainsi que les substances volatiles comme les alcools, les éthers, l'ammoniac, les acides volatiles.

❖ Mode opératoire

- Prendre 5g de la farine des noyaux de dattes, les placer dans un creuset en porcelaine d'un poids déterminé.
- L'introduire dans l'étuve réglée à une température de 105°C, la pesée est effectuée jusqu'à poids constant.
- Puis placer le creuset + la prise d'essai dans le dessiccateur.

❖ Expression des résultats

$$M_2 = M_1 - M_0$$

Où :

M_0 : masse de la capsule vide (g),

M_1 : masse de capsule contenant la prise d'essai (g),

M_2 : masse de la capsule après évaporation (g).

4.5.3 Détermination des cendres :

Le taux de cendres est déterminé selon la norme NA.732/ 1989 qui est en concordance technique avec la norme française NF V 03.760 (décembre 1981) [103].

❖ Principe :

La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu obtenu par incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C jusqu'à combustion complète de la matière organique.

❖ Préparation des nacelles à l'incinération

Chauffer durant 10mn les nacelles dans le four réglé à 900°C \pm 25°C, laisser refroidir à température ambiante dans le dessiccateur et les peser à 0,1 mg près.

❖ Préparation pour l'incinération

Afin d'obtenir une incinération uniforme, humecter la prise d'essai dans la nacelle, au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol.

❖ Pré incinération

La porte du four étant ouverte, placer la nacelle et son contenu à l'entrée du four préalablement chauffé à $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, jusqu'à ce que la matière s'enflamme.

❖ Incineration

Aussitôt que la flamme éteinte, placer avec précaution la nacelle à incinération dans le four. La durée de l'incinération est de quatre heures jusqu'à masse constante. Une fois l'incinération terminée, retirer les nacelles du four, et les mettre à refroidir dans le dessiccateur jusqu'à la température ambiante ; la peser alors rapidement à 0,1 mg près.

❖ Expression des résultats

Le taux de cendre est exprimé en pourcentage en masse rapporté à la matière sèche est donné par la formule suivante :

$$C \% = M_1 / M_0 \times 100$$

Où :

C % : taux de cendres en pourcentage

M_0 : la masse en gramme de la prise d'essai ;

M_1 : la masse en gramme, du résidu.

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

4.5.4 Estimation de la matière organique

La matière organique, exprimée en pourcentage en masse est donnée par la relation suivante :

$$M O = 100 - C$$

Où :

M O : matière organique ; C : taux de cendres

4.5.5 Détermination du taux de protéines brutes : selon (NF.V03-050, septembre 1970) [105].

❖ Principe :

La minéralisation par l'acide sulfurique en présence de catalyseur, alcalinisation des produits de la réaction, distillation de l'ammoniac libéré et titrage (selon KJELDAHL).

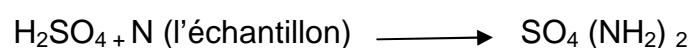
❖ Mode opératoire

❖ Minéralisation

-Dans un matras KJELDAHL mettre 1 g de la farine de noyaux de datte exactement pesé, ajouter 2g de catalyseur, 3 billes de verre et 20 ml d'acide sulfurique concentré,

-Sous hotte bien ventilée, chauffer la solution préparée précédemment à 350°C jusqu'à obtention d'une solution limpide environ 2 heure et laisser refroidir,

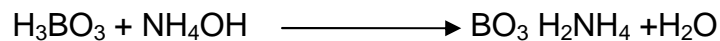
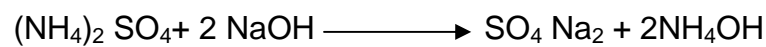
-L'azote de l'échantillon est capté par H₂SO₄ pour donner,



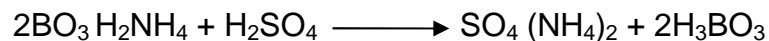
❖ Dosage

- Placer le Matras KJELDAHL dans l'appareil de distillation de l'azote, ajouter automatiquement quelques ml d'eau distillée et 50 ml de lessive de soude,
- Actionner le générateur de vapeur, et distiller l'ammoniac dégagé dans un erlenmeyer contenant d'indicateur coloré,
- Recueillir environ 100 ml de distillat.

❖ Les transformations chimiques au cours de cette étape sont :

❖ Titration

- Titrer directement la solution obtenue à l'aide de solution d'acide sulfurique N/20 jusqu'au virage, selon la réaction

❖ Expression des résultats

$$NT = X \times 0,0007 / (P \times MS) \times V/V' \times 100$$

Où :

NT : l'azote total exprimé en pourcentage,

0,0007 : coefficient H₂SO₄ N/20,

P : prise d'essai,

MS : matière sèche (100- H),

V : solution minéralisée et complétée à 100 ml d'eau distillée,

V' : solution de soude ajoutée à 50 ml,

X : quantité d'acide sulfurique lue après titration.

MAT : matière azotée totale (protéine brute).

$$\text{MAT \%} = \text{AT} \times 6,25$$

4.5.6 Détermination de la teneur en cellulose brute :

La teneur en cellulose brute est déterminée par la méthode de WEENDE (AFNOR .NF V 03-04, 1977) [105].

❖ Principe :

Après une hydrolyse acide puis alcaline de l'échantillon, le résidu recueilli est évaporé puis calciné. L'insoluble cellulosique correspond aux substances perdues à l'incinération.

❖ Mode opératoire

- Peser 1 g d'échantillon et l'introduire dans le ballon de 500 ml muni de réfrigérant,
- Ajouter 100 ml d'une solution aqueuse bouillante d'acide sulfurique à 0,128 M,
- Faire bouillir pendant 30 mn,
- Après décantation, transvaser le contenu du ballon dans quatre tubes de centrifugeuse en conservant la plus grande quantité possible de l'échantillon dans le ballon, centrifuger le contenu des tubes pendant 10mn à 2000 tours / mn,
- Récupérer le précipité et éliminer le surnageant,
- Ajouter au précipité 100 ml d'une solution aqueuse bouillante de NaOH à 0,312M,
- Faire bouillir la solution précédente durant 30mn et filtrer le contenu du ballon sur le creuset filtrant,

- Faire sécher le résidu à l'étuve réglée à 105°C jusqu'au poids constant,
- Calciner le résidu + le creuset filtrant dans le four à 500°C pendant 3 heures,
- Peser le résidu calciné après refroidissement dans le dessiccateur pendant 30mn.

❖ Expression des résultats :

La teneur en cellulose brute exprimée en pourcentage est donnée par la formule suivante :

$$CB \% = \frac{P_1 - P_2}{P} \times 100$$

Où :

CB% : teneur en cellulose brute exprimé en pourcentage,

P₁ : poids du creuset filtrant + résidu après dessiccation, en grammes,

P₂ : poids du creuset filtrant + résidu après incinération, en grammes,

P : poids de la prise d'essai, en grammes.

4.5.7 Détermination de la teneur des sucres totaux hydrosolubles

❖ Principe :

La méthode de DUBOIS (1956) permet de doser les oses et les hexoses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré, en présence de ces deux réactifs, les oses donnent une couleur jaune-orange dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des glucides. La densité optique est déterminée à 490 nm [105].

❖ Mode opératoire

❖ Extraction des glucides hydrosolubles

- Peser 10g de la farine des noyaux de datte,
- Porter les 10g d'échantillon à ébullition pendant 30mn, en présence de 3 g de carbonate de calcium +30 ml d'eau distillée.

❖ Clarification

- Additionner à l'extrait des petites quantités d'acétate de plomb tout en agitant jusqu'à l'apparition d'un précipité qui se dépose au fond de la fiole, puis compléter avec de l'eau distillé à un litre,
- Procéder à la filtration au moyen du papier filtre.

❖ Elimination de l'acétate de plomb :

- Additionner au filtrat une petite quantité d'oxalate de potassium pour précipiter l'acétate de plomb de la solution,
- Filter la solution pour éliminer le plomb précipité.

❖ Dosage des sucres proprement dit :

- Prendre 5ml du filtrat, les faire diluer dans 50ml d'eau distillée,
- Prendre 1 ml de la solution précédente et faire introduire dans un tube à essai,
- Ajouter 1ml de phénol à 5% et agiter soigneusement,
- Puis 5ml d'acide sulfurique concentré sont ajoutés en 5 secondes ; agiter à nouveau,
- Laisser reposer et mettre le tube à essai au bain-marie à une température de 30°C pendant 1 à 20mn, refroidir,
- Après un repos de 30mn ; la densité optique est lue à 490nm contre un blanc.

❖ Préparation de la courbe d'étalonnage : (Appendice A)

- A partir d'une solution mère de glucose 0,6 g / l ; prélever 5ml et les introduire dans une fiole de 50ml compléter avec l'eau distillée jusqu'au trait jauge,
- De la solution précédente ; prélever 0,5 ; 1ml ; 1,5ml ; et 2ml présentant respectivement des quantités de 30 ; 60 ; 90 ; et 120 µg de sucres dans les tubes à essai puis ajuster à 2ml avec l'eau distillée,
- Additionner 1ml de la solution de la solution de phénol à 5% et 5ml d'acide sulfurique concentré dans les mêmes expérimentales utilisées pour l'échantillon,
- Déterminer la concentration en sucres ; en se référant à un courbe étalon.

❖ Expression des résultats :

La teneur en sucres totaux rapportée à la matière sèche est donnée par la relation suivante :

$$ST \% = X \times FD / 10_6 \times 100 / 100 - H$$

4.5.8 Détermination de la teneur en matière grasse : elle déterminée selon la norme NF EN ISO 734-1, 2000 [105].

❖ Principe :

Les corps gras sont des substances organiques qui peuvent être extraites à partir des produits végétaux par les solvants organiques non polaires au moyen de l'appareil Soxhlet.

❖ Mode opératoire

- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn,
- Sécher le ballon de 500 ml à l'étuve à 105 °C pendant une heure,
- Peser le ballon à la précision de 0.001g,
- Peser 15 g environ de la farine des noyaux de datte,
- Introduire le broyat dans la cartouche en cellulose,
- Placer la cartouche avec la prise d'essai à l'intérieur de l'appareil Soxhlet,
- Verser 200 ml de l'éther de pétrole dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur,
- Chauffer le ballon sur la chauffe ballon pendant 4 heures jusqu'à l'épuisement de la matière grasse,
- Après, éliminer le solvant du ballon par distillation,
- Sécher le résidu du ballon dans une étuve à 70-80 °C,
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn,
- Peser le ballon avec l'huile à la précision de 0.001g,
- Répéter l'opération de séchage jusqu'à l'obtention d'un poids constant du ballon.

- ❖ Expression des résultats : la teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$MG\% = \frac{P_2 - P_1}{P_3} \times 100$$

Où :

MG% : teneur de la matière grasse en pourcentage,

P₁: Poids du ballon vide (g),

P₂ : Poids du ballon avec l'huile extraite (g),

P₃ : Poids de la prise d'essai (g).

4.5.9 Détermination le profil des acides gras au moyen de (CPG) :

La préparation d'échantillons se fait par méthylation en vue de doser les différents acides gras par chromatographie en phase gazeuse (CPG) selon la norme (ISO 5508-1990).

❖ Principe :

Le corps gras est estérifié en présence de NaOH méthanolique. Les esters méthyliques d'acides gras sont séparés sur une colonne polaire et élués en fonction de leur poids moléculaire. La surface correspondant à chacun d'eux est calculée et rapportée à la surface totale des différents acides gras pour obtenir un pourcentage.

❖ Conditions de la chromatographie (CPG)

- Détecteur : flamme air et hydrogène,
- Gaz vecteur : azote (phase mobile)
- Type de colonne : FFAP (polyéthylène glycol 2-nitroterephthalate) polaire,
- Longueur de la colonne : 30 m,
- Diamètre interne de la colonne : 0,53mm,
- Epaisseur du film de la colonne : 1 μ m,
- Température limite de la colonne : 40°C à 250°C,
- Type du détecteur : FID (détecteur à ionisation de flamme),
- Injecteur : mode split.
- La programmation de la température de la colonne (Appendice C)

❖ Mode opératoire

❖ Méthylation à froid

- Prélever 3 gouttes d'huile des noyaux de datte,
- Ajouter 2 ml d'hexane pur + 0,2 ml d'NaOH méthanolique (2N),
- Agiter énergiquement au moyen de votrex et laisser décanter à la température de laboratoire ; Conserver l'échantillon préparé à 4°C.

❖ Injection :

Prélever à l'aide d'une micro seringue de 1µl ; 0,5 µl de l'échantillon préparé et démarrer la programmation.

❖ Lecture : Identification des acides gras du chromatogramme4.5.10 Détermination du taux de glucides

Le taux de glucides, exprimé en pourcentage en masse, est donné par la relation : $GL (\%) = 100 - [MG(\%) + PB(\%) + CB(\%) + C(\%)]$ [105]

4.5.11 Détermination du taux d'énergie

L'énergie est exprimé en k j /g ; elle est calculé selon d'équation de EGAN [126] (Energie = $[(MG \times 37 \text{ kJ/g}) + (PB \times 17 \text{ kJ/g}) + (Glu \times 16 \text{ kJ/g})]$) [106].

4.5.12 Détermination des minéraux : (LPFC-137, avril 1985) [107].❖ Principe :

La méthode consiste à réduire l'échantillon en cendres sous l'effet de la chaleur et de l'acide nitrique, en vue de décomposer la matière organique, puis à dissoudre le résidu inorganique dans un volume approprié d'acide chlorhydrique dilué.

❖ Mode opératoire❖ Préparation de l'échantillon à l'analyse❖ Minéralisation par voie sèche :

- Peser environ 5g d'échantillon et mettre dans un creuset en silice,
- Placer l'échantillon dans une étuve pendant 16 heures à 105°C,
- Placer les échantillons dans le four réglé à 200°C puis la température à 800°C,
- Retirer les échantillons du four et les laisser refroidir dans le dessiccateur,
- Noter le poids des échantillons après incinération.

❖ Minéralisation par voie humide

- Humidifier les cendres avec l'eau et ajouter une quantité suffisante de l'acide nitrique pour les couvrir,
- Chauffer sur plaque chauffante pendant 1 heure environ,
- Remettre les échantillons au four et les calciner à 375°C jusqu'à l'obtention de cendres blanches,
- Diluer les cendres obtenues à 50 ml d'acide nitrique,
- Doser les éléments par absorption atomique de flamme.

❖ Etablissement des courbes d'étalonnages : (Appendice A)

❖ Cas du zinc

- Préparer la solution mère de zinc (nitrate de zinc) à 1 g / l,
- Préparer quatre solutions contenant 1, 2, 5, et 10 mg de zinc litre (à partir de la solution précédente).

❖ Cas du cuivre

- Préparer la solution mère de cuivre à 1 g / l,
- Préparer quatre solutions contenant 0,5 ; 1 ; 2,5 et 5 mg de cuivre par litre.

❖ Cas du fer

- Préparer la solution mère de fer (nitrate de fer) à 1 g / l,
- Préparer quatre solutions contenant 1 ; 2 ; 5 et 10 mg de fer par litre.

❖ Cas du calcium

- Préparer la solution mère de calcium (chlorure de calcium) à 1 g / l,
- Préparer quatre solutions contenant 4 ; 8 ; 20 et 40 mg de calcium par litre.

❖ Cas de magnésium

- Préparer la solution mère de magnésium (nitrate de magnésium) à 1 g / l,
- Préparer quatre solutions contenant 0,1 ; 0,2 ; 0,5 et 1 mg par litre.

❖ Cas de cadmium

- Préparer la solution mère de cadmium (sulfate de cadmium) à 1 g / l,
- Préparer quatres solutions contenant 1 ; 2 ; 5 et 10 mg / l.

Cas de potassium

- Préparer la solution mère de potassium à 1g de potassium par litre,
- Préparer quatres solutions à différentes concentrations à raison de 1 ; 1,5 ; 2 et 2,5 ppm.

❖ Cas de sodium

- Préparer la solution mère à partir de chlorure de sodium (Nacy) à raison de 1g par litre,
- Préparer quatres solutions à différentes concentrations ; 0,05 ; 0,1 ; 0,3 ; 0,5 ppm.

❖ Mesurage spectrométrique

Doser les éléments minéraux par absorption atomique de flamme sur les étalons et les échantillons.

❖ Expression des résultats

$$X \text{ (mg/ 100g)} = Y \times \text{FD} / P$$

Où :

X : éléments minérales (Cu, Zn, Fer, etc.....),

FD : facteur de dilution,

Y : concentration de X lue sur la courbe d'étalonnage en mg / 100g,

P : poids d la prise d'essai après dessiccation, en grammes.

4.5.13 Détermination du pH

Le potentiel d'hydrogène est déterminé par la méthode de référence (NF V05-108, 1970) [104].

❖ Principe :

La détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la farine de noyaux de datte broyée.

❖ Mode opératoire

-Placer la farine de noyaux de datte broyée dans un bécher et y ajouter trois fois son volume d'eau distillée.

-Chauffer au bain-marie pendant 30 mn en remuant de temps en temps avec une baguette de verre.

-Procéder à la détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

4.5.14 Détermination de l'acidité grasse :

Elle est déterminée selon NA1.1.82.1990 [103].

❖ Principe :

La mesure repose sur le dosage colorimétrique. Les acides gras libres sont mis en solution dans l'éthanol à 95%. Après centrifugation, le surnageant est titré par l'hydroxyde de sodium.

❖ Mode opératoire

❖ L'extraction de l'acidité :

introduire dans 4 tubes 2,5g de la farine de noyaux de dattes, y ajouter 15 ml d'alcool à 95%, fermer les tubes hermétiquement et agiter manuellement durant 20 minutes. Après verser le contenu de chaque deux tube dans un godet, à la température de laboratoire (voisine de 20°C). Procéder à deux centrifugations successives deux minutes chacune à une vitesse de 5000 à 6000 tours / mn.

❖ Titration

- Prélever sur les liquides surnageant 20 ml d'extrait éthanolique et les verser dans un erlenmeyer,
- Ajouter 5 gouttes de phénolphthaléine,
- Titre la solution par l'hydroxyde de sodium N/20,
- Arrêter le titrage lorsque la coloration vire au rose pâle,
- Soit v : volume de NaOH nécessaire.

❖ Essai à blanc

- Introduire 20 ml d'éthanol utilisé pour l'extraction de l'acidité de la farine des noyaux de dattes dans un erlenmeyer,
- Ajouter 5 gouttes de phénolphthaléine,
- Titre l'acidité comme précédemment,
- Soit v_1 : volume d'NaOH nécessaire.

❖ Expression des résultats :

L'acidité grasse est exprimée en gramme de sodium par 100 g de matière sèche. L'acidité grasse est donnée par la formule suivante :

$$AG\% = 7,35 \times (V - V_1) \times T / M$$

AG% = acidité grasse en pourcentage,

V : volume de NaOH (ml) de l'échantillon,

V1 : volume de NaOH (ml) de l'essai à blanc,

T : normalité (0,05),

M : matière sèche (100-H).

4.6 Analyses microbiologiques

4.6.1 Recherche et dénombrement des germes totaux : [108].

❖ Mode opératoire

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , porter aseptiquement 1 ml dans une boîte pétri ; compléter ensuite avec la gélose PCA, fondue préalablement, refroidie à 45 °C, puis faire agiter les boîtes lentement par des mouvements circulaires. Laisser incuber les boîtes (le fond en haut) à 30°C pendant 72 heures.

Le résultat est obtenu à partir des colonies nettes, espacées et de nombres compris entre 30 et 300. Le dénombrement se fait par la méthode des cadrans. Les résultats sont obtenus en multipliant le nombre de colonies par l'inverse de la dilution correspondante, exprimé en germes / ml.

4.6.2 Recherche et dénombrement des levures et moisissures : [108]

Le milieu utilisé pour la recherche des levures et les moisissures est l'oxytétracycline- glucose – agar (O.G.A). Même technique de dilution que précédemment.

❖ Mode opératoire

A partir des dilutions décimales allant de 10^{-3} à 10^{-1} , prélever 1 ml et ensemencée puis étalé sur un milieu OGA. L'incubation s'effectuera à 25°C pendant 5 jours.

4.7 Caractérisation technologique

4.7.1 Détermination de l'humidité en fonction du taux d'incorporation

❖ Principe :

Séchage du produit à température de 130°C à pression atmosphérique normale, après broyage éventuel du produit suivant une granulation fixée par la norme (NA / 1132 /1990 en concordance avec la NF.707 (mars 1976) [103].

4.7.2 Détermination de l'indice de chute (NA.1176.1994, ISO 3093) [103].

❖ Principe

Gélatinisation rapide d'une suspension aqueuse de farine de céréales dans un bain d'eau bouillante, et mesure de la liquéfaction par l'alpha-amylase de l'empois d'amidon contenu dans l'échantillon.

❖ Mode opératoire

- Déterminer la teneur en eau de la farine de noyaux de datte,
- La prise d'essai ramenée à une humidité,
- Remplir le bain marie d'eau distillée jusqu'au 2cm du bord supérieur et porter à l'ébullition,
- Transvaser la prise d'essai dans le tube viscosimétrique et y introduire 25 ml d'eau distillée à 20°C \pm 5°C à l'aide de la pipette,

- Boucher le tube avec des bouchons en caoutchouc et agiter vigoureusement à la main, afin d'obtenir une suspension uniforme,
- Plonger le tube muni de l'agitateur dans l'eau bouillante à travers l'ouverture du support du tube,
- Déclencher le compteur automatique dès que le tube touche le bas du fond du bain-marie,
- Après exactement 5 secondes à partir de l'immersion du viscosimétrique, agiter la suspension à la main,
- Lorsque l'agitateur est tombé de son propre masse, le compteur est automatiquement arrêté et une sonnerie retentit.

❖ Expression des résultats

Le temps total en secondes compté à partir de l'immersion du tube viscosimétrique dans le bain-marie jusqu'à ce que l'agitation se soit enfoncée dans la suspension gélatinisée, représente l'indice de chute.

4.7.3 Détermination de l'indice de sédimentation (test zeleny) :

Selon (NA.1184.1994 E, ISO 5529) [103].

❖ Principe

La farine est mise en suspension dans un mélange d'eau d'acide lactique et de bleu de bromophénol.

❖ Mode opératoire

- Peser à 0,05 près 3,2g de la farine de noyaux de dattes incorporées à la farine commerciale,
- Introduire la prise d'essai dans une éprouvette graduée,
- Ajouter 50 ml de la solution de bromophénol, boucher l'éprouvette, puis agiter vigoureusement durant 5 secondes,
- Placer l'éprouvette dans le cadre de l'agitateur, déclencher le chronomètre et mettre en marche l'agitateur (figure 4.6),

- Après 5 minutes, retirer l'éprouvette et ajouter à son contenu 25ml du réactif de sédimentation,
- Replacer l'éprouvette et agiter à nouveau,
- Après 5 minutes d'agitation, retirer l'éprouvette et la mettre en position verticale,
- Laisser reposer pendant exactement 5 minutes, puis noter le volume de dépôt à 0,5 ml près.

❖ Expression des résultats

Le volume du dépôt, exprimé en millilitre représente l'indice de sédimentation.

4.7.4 Test de sédimentation dans une solution de SDS –Acide lactique

❖ Principe

Le gonflement des protéines dans un milieu SDS (sodium –dodecyl sulfate), nous renseigne sur la qualité des protéines du gluten. Il permet d'avoir une idée sur l'élasticité et la tenacité du gluten.

❖ Mode opératoire

- Peser 5g d'échantillon et l'introduire dans l'éprouvette,
- Ajouter 50 ml d'eau distillée et agiter rapidement pendant 15 secondes,
- Agiter à nouveau pendant 15 secondes à 2 et 4 minutes,
- Immédiatement après la dernière agitation, ajouter 50 ml de la solution de SDS-acide lactique, agiter longtemps 4 fois pendant 15 secondes, répéter l'opération à 2, 4 et 6 mn,
- Repartir du temps zéro, et laisser reposer 20 minutes.

❖ Expression des résultats

Lire directement sur l'éprouvette graduée le volume de sédimentation en ml.

4.7.5 Détermination du gluten humide (NA.735.1991, ISO 55 31) [103].

❖ Principe :

Préparation d'une pâte au moyen d'un échantillon de farine et d'une solution de chlorure de sodium. Isolement du gluten humide par lavage de cette pâte avec la solution de chlorure de sodium, puis essorage et pesé du produit obtenu.

❖ Mode opératoire

❖ Préparation de la pâte

-Peser 10g de la farine de noyaux de datte à 0,01g près et l'introduire dans le mortier,

-Verser 5,5 ml de la solution de chlorure de sodium en agitant la farine avec la spatule, former une boule avec la pâte.

❖ Extraction manuelle

-Le lavage est fait au dessus d'un tamis recouvert de gaze destinée à retenir les fragments,

-Le pâton est malaxé en le plaçant dans la pomme de la main tout en versant dessus goutte à goutte la solution de chlorure de sodium,

-Le lavage est poursuivi jusqu'à ce que l'eau du lavage ne soit plus trouble.

❖ Essorage mécanique :

-Le pâton obtenu est essoré à l'aide d'uneessoreuse par centrifugation.

❖ Expression des résultats

Le gluten humide exprimé en pourcentage en masse du produit rapporté à la matière sèche, est égale :

$$\text{GH (\% MS)} = M \times 100 / 100 - H$$

Soit :

M : la masse en gramme de gluten humide,

GH : gluten humide,

H : humidité,

MS : matière sèche (100-H).

4.7.6 Détermination du gluten sec : (NA, 736.1991, ISO 6646) [103].

❖ Mode opératoire

Le gluten humide précédemment est placé dans une étuve Chopin pendant 15 heures à 130°C.

❖ Expression des résultats

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

$$\text{GS (\% MS)} = M' \times 100 / 100 - H$$

Soit :

GS : gluten sec exprimé en pourcentage en masse du produit tel quel,

M' : la masse en gramme du gluten sec.

4.7.7 Taux d'hydratation

C'est le coefficient d'hydratation du gluten qui s'obtient par la différence entre les chiffres résultant de la pesée du gluten humide essoré et ceux obtenus lors de la pesée du gluten sec.

$$HD = (GH-GS) / GH \times 100$$

Où :

HD : taux d'hydratation ; GH : gluten humide, GS : gluten sec

4.7.8 Test à l'alvéographe Chopin : (Norme ISO 5530/4) [103]

❖ Principe

Préparation d'une pâte à teneur en eau constante, à partir d'une farine de blé tendre et d'eau salée, dans les conditions de la méthode. Formation des éprouvettes de pâte sous forme de disque ; après un temps de repos déterminé et réglage de l'épaisseur de l'éprouvette, extension biaxial par gonflement sous forme de bulle en fonction du temps. Appréciation des caractéristiques de la pâte d'après la surface et la forme des diagrammes obtenus.

❖ Mode opératoire

- Déterminer la teneur en eau de la farine commerciale incorporée à la farine des noyaux de datte,
- Déterminer en fonction de la teneur en eau de la farine la quantité de la solution de chlorure de sodium (2,5%) à utiliser pour préparer la pâte,

❖ Pétrissage

- Peser 250g de la farine commerciale incorporée à la farine des noyaux de datte,
- Mettre les 250g dans le pétrin (24°C) d'alvéographe e fixé le couvercle,
- Mettre en route le moteur et le chronomètre, verser par le trou du couvercle la quantité déterminée de la solution de chlorure de sodium,
- Laisser la pâte se former durant 1mn,
- Au bout de cette minute arrêter le moteur, enlever le couvercle,
- Réincorporer avec une spatule les particules de farine et de pâte qui adhèrent au couvercle,
- A la fin de la deuxième minute, mettre le moteur en marche,
- Laisser alors le pétrissage se poursuivre durant 6 mn,
- A la fin de la huitième minute, arrêter le pétrissage et procéder à l'extraction.

❖ Préparation des éprouvettes

- Inverser le sens de rotation du fraiseur, dégager la fonte d'extraction, éliminer les deux premières centimètres de la pâte,
- Découper rapidement un morceau de pâte et le faire glisser sur la plaque de verre du système de laminage préalablement huilé (l'huile de paraffine),
- Laminer le pâton à l'aide d'un rouleau d'acier préalablement huilé,
- Découper dans le pâton une éprouvette avec l'emporte pièce, placer immédiatement la plaque dans l'enceinte isotherme (25°C) de l'alvéographe,
- Répéter 4 fois l'opération pour obtenir un total des 5 pâtons

❖ Essai à l'alvéographe des éprouvettes

- Pendant la période de repos, placer le diagramme sur l'enregistreur,
- La lamelle de pâte aussi obtenue est réduite à 2,5 cm de diamètre entre la platine inférieure et supérieure de l'appareil,

- Une éprouvette ménagée dans la platine supérieure de l'appareil délimité précisément la surface de pàton qui sera soulevé par la force de gonflement,
- La pâte sous la force de la pression exercée se gonfle et prend la forme d'une bulle grossière jusqu'à éclatement,
- Un manomètre enregistre et donne l'alvéogramme, variation de pression dans la bulle en fonction du volume d'air insufflé.

❖ Expression des résultats

L'alvéogramme est caractérisé par quatre paramètres principaux : P, G, ou L, et le rapport P/L comme il est montré dans la figure 4.7.

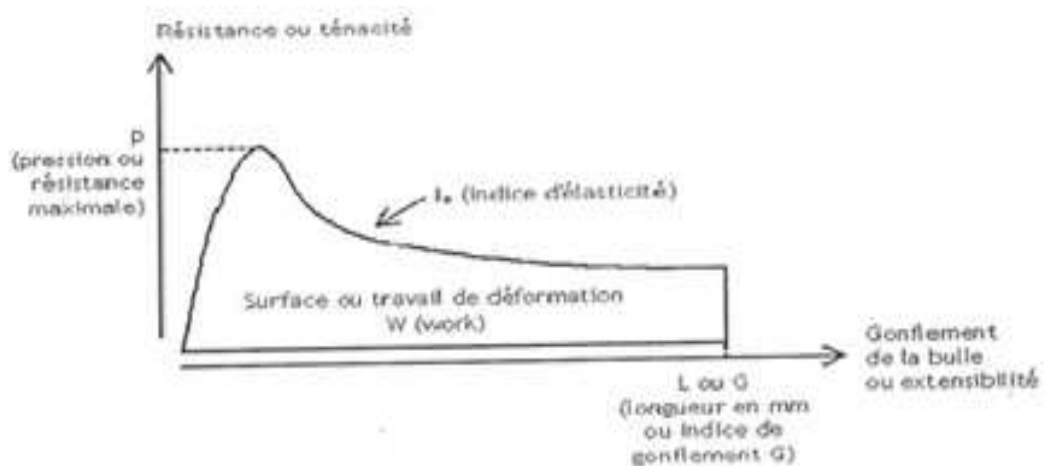


Figure 4.5 : Alvéogramme [103]

- La hauteur P correspond à la pression maximale, exprimée en millimètres,
- La longueur L, mesurée en millimètres, correspond au gonflement maximum de la bulle et est en rapport avec l'extensibilité de la pâte,
- Le gonflement G se déduit par le calcul à partir de L et est exprimé à 0,5 point près : $G = 2,22 \times L$,
- Le rapport P/L donne une indication de l'équilibre entre ténacité et extensibilité de la pâte,

-La surface de l'alvéogramme W représente le travail de déformation de la pâte jusqu'à la rupture et exprime la force de la farine. W s'exprime en 10^{-4} Joule rapporté à un gramme de pâte à 5 unités près.

4.7.9 Analyse statistique des données

Des analyses de la variance à un seul critère de classification où les noyaux de dattes constituent un seul facteur ont été réalisées pour chacun des paramètres de la composition chimique par le logiciel STATISTICF.

4.7.10 Essai de panification : (Norme NF. V. 03-716) [103]

La présente norme décrit un essai de panification, applicable aux farines de blé tendre préparées en vue de la panification de type français.

❖ Principe

Obtention d'une pâte par pétrissage intensifié de farine, d'eau, de levure, et de sel, suivi d'un pointage de 45mn, d'un façonnage manuel, puis d'un long apprêt sur couches. Incision des pâtons par plusieurs coups de lame, puis mise au four et cuisson à 260°C pendant 25mn.

❖ Mode opératoire

❖ Masse de la farine nécessaire à l'essai

Déterminer au préalable la teneur en eau de la farine selon la norme NF. V. 03-716 [103]. Calculer, à l'aide du tableau 4.2 (Appendice C), la masse de farine nécessaire à l'essai.

❖ Quantité d'eau nécessaire à l'essai :

La quantité d'eau nécessaire à l'essai est effectuée manuellement au cours du pétrissage.

❖ Préparation de la levure

Dissoudre 5,0g de saccharose dans 95g \pm 1g d'eau. Porter cette solution à la température de 35°C. Ajouter 28g de levure sèche, remuer seulement très légèrement si nécessaire. Laisser reposer pendant 10mn \pm 1min, jusqu'à obtention d'une suspension homogène. Utiliser cette suspension dans les 10min suivant sa préparation.

4.7.10.1 Pétrissage :

Peser la masse de la farine nécessaire à l'essai calcul au préalable et la mettre dans la cuve du pétrin. Ajouter la quantité d'eau, puis la levure et le sel. En fin de pétrissage, procéder à l'appréciation de la pâte.

4.7.10.2 Pointage : (1^{ère} fermentation)

Placer la cuve de fermentation contenant la pâte dans la chambre de fermentation pendant 45mn. En fin de pointage, procéder à l'appréciation du pâton.

4.7.10.3 Façonnage

Diviser la pâte, à la main, en 8 pâtons de 300-350g qui sont pesés, et les laisser reposer jusqu'au temps déterminé. Après un temps de repos environ 15min (temps minimal) compté depuis la division du premier pâton, façonner les pâtons de 300-350g sous forme de batarde de 35cm de long et les déposer sur les cuves de fermentation.

4.7.10.4 Apprêt : (2^{ème} fermentation)

Introduire les pâtons dans la chambre de fermentation et laisser fermenter une 2^{ème} fois à 40°C pendant 22mn. En fin d'apprêt, procéder à l'appréciation de la pâte.

4.7.10.5 Cuisson :

Entailler les pâtons de 3 coups de lame puis les enfourner aussitôt dans le four préalablement réglé à 260°C et saturé de vapeur d'eau. Après cuisson

complète, retirer les pains. A chaque mise au four, procéder à l'appréciation de la pâte.

4.7.10.6 Mesurage de la masse des pains

Peser, à 1g près, les pains obtenus, 1heure au moins, après leur sortie du four. Apprécier les pains immédiatement après le mesurage.

4.7.10.7 Appréciation des pains :

Apprécier les pains immédiatement après mesurage de la masse. Cette appréciation concerne l'aspect extérieur (section, couleur, finesse de la croûte et les coups de lame), aspect de la mie (couleur et texture) et la flaveur (odeur et saveur).

❖ Expression des résultats

-Teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse (Appendice C).

-La quantité d'eau nécessaire à l'essai, en centimètres cubes.

-L'hydratation de la farine, en pourcentage en masse, qui est égale à :

$$HD (\%) = (M 1 + M 2) / M$$

Où :

M 1 : est la quantité d'eau, en gramme, nécessaire à l'essai ;

M 2 : est la masse, en gramme, de l'eau contenue dans la farine ;

M : est la masse, en gramme, de la matière sèche de farine nécessaire à l'essai.

4.7.11 Analyse sensorielle: (Test de dégustation)

L'évaluation sensorielle est réalisé sur des échantillons des pains cuits et présentés aux dégustateurs (nombre10) de façon monadique (un seul échantillon) et le déguster doit exprimer son avis concernant la saveur (bonne) et la texture



Figure 4.6 : Pétrissage au moyen du pétrin (original)



Figure 4.7 : Pointage, façonnage et apprêt (original)



Figure 4.8 : Four et cuisson des pains

à 5%

CHAPITRE 5

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Notre travail est scindé en deux volets :

- ✓ Caractérisation physico-chimique et microbiologique des noyaux de dattes ;
- ✓ Valorisation alimentaire de la farine des noyaux de datte.

5.1 Récupération et taux d'extraction des farines des noyaux de dattes

Neuf variétés des noyaux de dattes ont fait l'objet de ce travail ; le tableau ci-après résume la situation en matière de récolte et rendement de farine des noyaux de datte.

Tableau 5.1 : Récupération et taux d'extraction en farine des noyaux de datte

Variétés	Poids du lot des noyaux de datte (g)	Poids du lot de la farine (g)	Taux d'extraction (%)
Deglet Nour	3 190	2 444	76 %
Degla baida	2 000	1 509	75 %
Ghars	1 840	1 195	65 %
Hamraya	785	471	60 %
Mech degla	840	590	70 %
Takermust	1 390	1015	73 %
Thouri	200	130	65 %
Ziyéne	705	426	60 %
Kesba	570	326	57 %

La quantité récoltée de variétés communes des noyaux de datte respectivement Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Mech Degla, est plus élevée que celle des variétés non communes (Kesba, Ziyéne, Thouri, Hamraya et Takermust). Ceci peut trouver une explication au niveau de la production (abondance des variétés communes de datte sur le marché). Concernant le rendement en farine, les noyaux Deglet Nour ont enregistrés le plus grand rendement avec 76% et le faible rendement a été enregistré par les noyaux Kesba avec 57%, suivis par les taux d'extraction 75%, 73%, 70%, 65%, 60 et 60% respectivement pour les noyaux Degla Baida, Takermust, Mech Degla, Ghars, Thouri, Ziyéne et Hamraya.

5.1.1 Appréciation de la qualité sensorielle de la farine des noyaux de datte

L'aspect de la farine broyée est rugueux au toucher, d'odeur agréable et sa couleur varie du marron foncée au marron clair selon les variétés comme il est montré dans la figure ci-dessus.



Figure 5.1 a: Farine du noyau Kesba



Figure 5.1 b : Farine du noyau Thouri



Figure 5.1 c : Farine du noyau Hamraya



Figure 5.1 d : Farine du noyau Takermust



Figure 5.1 e : Farine du noyau Degla Baida



Figure 5.1 f : Farine du noyau Mech Degla



Figure 5.1. g : Farine du noyau Ziyéne



Figure 5.1. h : Farine du noyau Deglet Nour

5.2 Caractéristiques morphologiques des noyaux de datte

Les différents résultats obtenus sont illustrés dans le tableau 5.2. Des différences observées entre différents variétés sont très hautement significatives ($P < 0,05$) (Appendice B).

Tableau 5.2 : Caractéristiques morphologiques de neuf variétés des noyaux des variétés dattes étudiés

Variétés	LOND (cm)	LAND (cm)	PND(g)	P20ND(g)
Mech Degla	2,49 ^C ± 0,07	0,35 ^{CD} ± 0,05	1,13 ^D ± 0,14	19,95 ^C ± 1,39
Ziyéne	2,24 ^D ± 0,05	0,35 ^{CD} ± 0,05	1,25 ^{BC} ± 0,11	22,91 ^B ± 0,33
Kesba	1,76 ^F ± 0,05	0,49 ^A ± 0,22	0,99 ^D ± 0,22	16,10 ^D ± 0,75
Takermust	2,08 ^E ± 0,12	0,34 ^{CD} ± 0,05	1,12 ^{BC} ± 0,10	21,79 ^B ± 0,48
Thouri	2,25 ^D ± 0,05	0,41 ^{BC} ± 0,02	1,13 ^{BC} ± 0,13	22,59 ^B ± 0,35
Deglet Nour	2,67 _B ± 0,08	0,29 _D ± 0,03	0,90 _D ± 0,08	16,53 _D ± 0,62
Degla Baida	2,78 ^A ± 0,08	0,51 ^A ± 0,07	1,64 ^A ± 0,18	30,96 ^A ± 0,68
Ghars	2,43 ^C ± 0,07	0,32 ^D ± 0,04	1,15 ^{BC} ± 0,34	19,68 ^C ± 0,88
Hamraya	2,44 ^F ± 0,12	0,45 ^{AB} ± 0,05	1,03 ^{BCD} ± 0,13	21,55 ^B ± 0,65

Les valeurs obtenues sont les moyennes de trois déterminations. Les moyennes avec différents lettres (A, B, C, D, E, F, AB, BC, CD et BCD) sont significativement différents ($P < 0,05$).

D'après les résultats rapportés dans le tableau ci-dessus, il apparait que le plus long et gros noyau est celui de la variété Degla Baida (2,78 / 0,51 cm). Alors que les noyaux les plus gros et moins long ceux de la variété Kesba (1,76/ 0,49 cm), suivis par les noyaux des variétés Deglet Nour (2,67 / 0,29 cm), Mech Degla (2,49 / 0,35 cm), Hamraya(2,44 / 0,45 cm), Ghars (2,43 / 0,32 cm), Thouri (2,25 / 0,41 cm), Ziyéne (2,44 / 0,35 cm) et Takermust (2,08 / 0,34cm) qui

forment différents groupes homogènes de moyennes distincts des deux groupes précédents (tableau 5.2).

Pour l'ensemble des variétés des noyaux de dattes étudiés, le poids moyen du noyau oscille entre 1,64 et 0,90 g et le poids moyen de 20 noyaux varie de 30,96 à 16,10g. Les noyaux qui ont un poids le plus élevé ceux de la variété Degla Baida (1,64 g) qui forme un groupe distinct des autre groupes homogènes de moyenne. Alors que, les noyaux de la variété Ziyéne ont un poids moins élevé que le précédent. Les groupes de noyaux appartenant aux cultivars Ghars, Mech Degla, Thouri et Takermust ont un poids qui oscille entre 1,15 et 1,12 g ; en effet, un chevauchement très important est marqué entre ces groupes. Cependant, les cultivars Hamraya, Kesba et Deglet Nour ont un faible poids estimé à des valeurs 1,03, 0,99 et 0,90 g respectivement et par suite différents groupes homogènes de moyenne (tableau 5.2).

Ces résultats sont compatibles avec ceux rapportés par d'autres auteurs [22 et 27]. En effet, selon DJERBI [22], le poids de la graine (noyau) varie de 0,5 à 4 g, la longueur et largeur sont respectivement 1,2 à 3,6 cm et 0,6 à 1,3 cm et selon ATEF [18], le poids de la graine varie de 1 à 4 g, longueur et le diamètre sont dans les gammes respectivement 1,5 à 3,3 cm et 0,8 à 1,7cm.

En conclusion, l'évaluation et description des caractéristiques morphologiques des neuf variétés des noyaux de datte a révélé des variations très hautement significatives ($P < 5\%$) entre les cultivars. Ces différences peuvent être dues au milieu ; les variétés ne sont issues des mêmes localités.

5.3 Caractérisation physico-chimiques des noyaux de datte

Les neuf variétés de noyaux dattes analysés sont issues de différentes localités en particulier des régions de Biskra et d'Ouargla. Elles se répartissent en trois mélanges composés de quatre variétés (le choix de ces variétés est orienté par leur disponibilité et leur abondance) et cinq autres variétés individuellement analysés seuls qui sont respectivement :

- ✓ Le mélange 1 : composé de 50% Deglet Nour, 20% Degla baida, 20% Ghars et 10% Hamraya ;

- ✓ Le mélange 2 : composé de 50% Deglet Nour, 20% Degla baida, 20% Mech degla et 10% Hamraya ;
- ✓ Le mélange 3 : composé 25% Deglet Nour, 25% Degla Baida, 25% Ghars et 25% Hamraya ;
- ✓ Kesba, Ziyéne, Thouri, Takermust et Mech Degla.

5.3.1 L'humidité

La teneur en eau est un critère de qualité utilisé essentiellement pour estimer le degré d'humidité du noyau de dattes, elle renseigne sur la stabilité du produit contre les risques d'altérations durant la conservation [58].

Les résultats des taux d'humidité des noyaux analysés sont illustrés dans la figure 5.2 et rapportés dans le tableau 5.3 (Appendice C). Des différences observés entre les cultivars étudiés sont très hautement significativement ($P < 0,05$) (Appendice B).

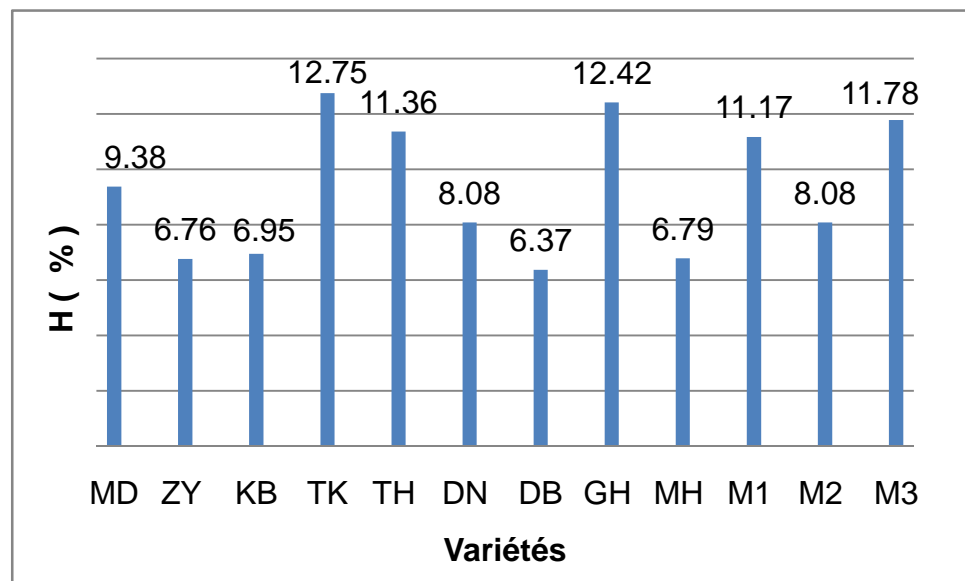


Figure 5.2 : Taux d'humidité des noyaux des variétés de dattes étudiés

Les résultats d'humidité ont montré que les cultivars Takermust, Thouri, et mélange 3, Thouri et Mélange 1 présentent une teneur en eau la plus élevée qui varie de 11,17 à 12,75%. Néanmoins, les cultivars Mech Degla, Deglet Nour et Mélange 2 présentent une teneur moyennement élevée qui s'étend de 8,08 à 9,38% ; par contre, les cultivars Kesba, Hamraya, Ziyéne et Degla Baida présentent une faible teneur qui est de 6,37 à 6,95%.

Des résultats identiques ont été obtenus par BESBES et HAMADA [50, 10] qui ont trouvé une teneur en eau qui varie de 9,4 à 8,6% ; 7,1 à 10,3% sur les Cultivars Tunisiens et des Emirates Arabes Unis. Par contre, des valeurs inférieures (3,14 – 5,19%) ont été obtenues par AL-FARSI [46].

La teneur en eau des noyaux analysés est aussi comparable à celles des autres aliments tels que la paille des céréales (10- 15%), les pédicelles de dattes (10,4%), l'orge (12,4%) et l'avoine (12,6%) ; donc, les noyaux de dattes peuvent bien être classés du point de vue teneur en eau dans le groupe des graines et céréales connues pour être pauvres en eau [58].

5.3.2 Matière sèche

Les résultats des teneurs en matière sèche des noyaux de variétés de dattes étudiés sont illustrés dans la figure 5.3 et rapportés dans le tableau 5.4. (Appendice C). Des différences très hautement significatives ($P < 0,05$) ont été trouvées entre les variétés de noyaux de dattes (Appendice B).

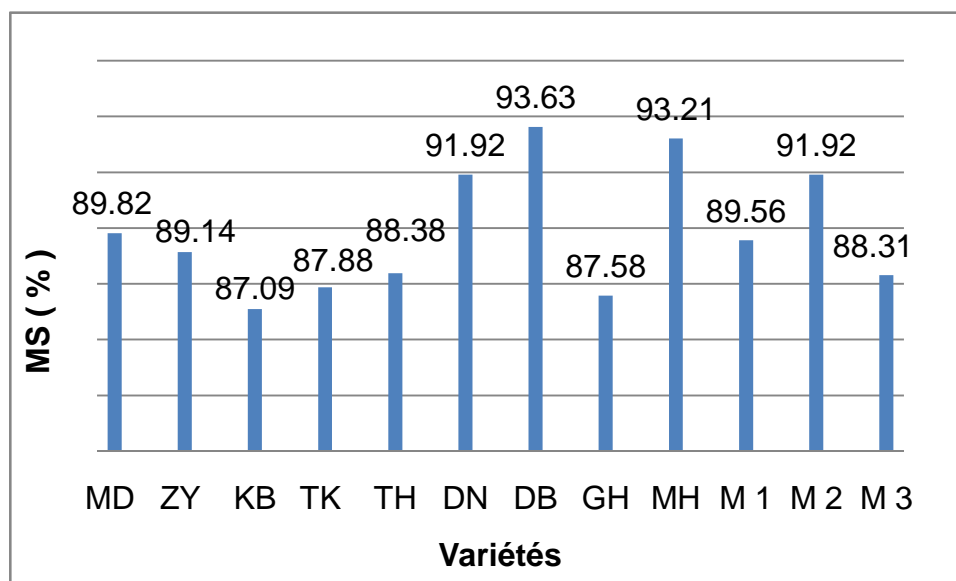


Figure 5.3 : Matière sèche des noyaux de dattes étudiés

L'analyse de la matière sèche a été effectuée sur neuf variétés des noyaux de dattes et trois mélanges avec des teneurs qui oscillent entre 87,09 et 93,63%. le taux le plus élevé a été enregistré par le Degla Baida ; qui est de 93,63% suivi par un taux moins élevé que le précédent par Hamraya (93,21%), Deglet Nour (91,92%) et Mélange 2 (91,92%) et par conséquent deux groupes distincts des autres groupes homogènes de moyennes. Mais, les groupes de noyaux appartenant aux cultivars Mech Degla, Ziyéne et Mélange 1 présentent des teneurs voisines avec respectivement 89,82%, 89,14% et 89,56%. Les cultivars Thouri, Mélange 3, Kesba, Ghars et Takermust présentent un taux plus ou moins élevé qui est de 88,38% ; 88,31% ; 87,88% ; 87,58% et 87,58% respectivement.

Ces résultats sont proches à ceux rapportés par d'autres auteurs. Selon BOUDECHICHE [5], le taux de la matière sèche des variétés de noyaux de dattes algériennes varie de 81% à 93%.

5.3.3 Taux de cendres

Les résultats obtenus sur les teneurs en cendres des noyaux des variétés des dattes étudiés sont illustrés dans la figure 5.4 et rapportés dans le tableau 5.5 (Appendice C). Les noyaux de dattes sont pauvres en matière minérale dont le taux moyen est 1% et différences très hautement significatives ($P < 0,05$) ont été observés entre variétés des noyaux de dattes étudiés (Appendice B).

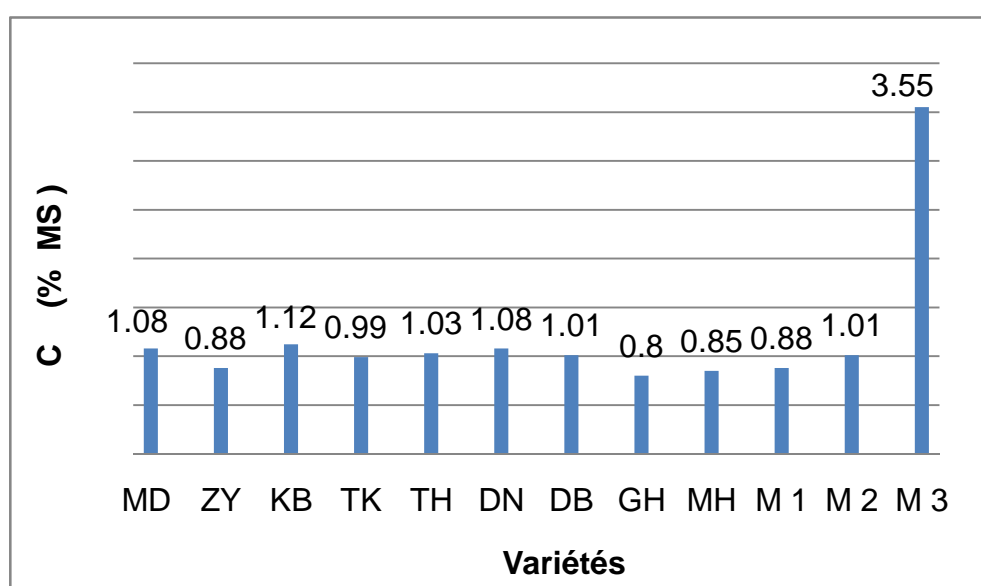


Figure 5.4 : Taux de cendres des noyaux des variétés de dattes étudiés

La composition en poids sec en cendres a révélé un taux plus élevé (3,55%) qui est enregistré par le Mélange 3. Puis il est suivi par un autre groupe composé par le cultivar Kesba qui enregistre un taux de 1,12%. Un groupe des noyaux de datte appartenant aux cultivars Deglet Nour, Mech Degla, Thouri et Mélange 2 ont des taux en cendres approximativement identiques qui sont : 1,08%, 1,03% et 1,01% respectivement et par conséquent formant un groupe distinct des groupes précédents. Alors que, les cultivars Degla Baida, Mélange 2 et Takermust, ont enregistrés des taux faibles qui sont de 1,01% et 0,99% suivi par un groupe distinct des autres groupes homogènes précédents composé par le Mélange 1, Ziyéne, Hamraya et Ghars ont enregistrés avec des taux respectivement 0,88%, 0,85% et 0,80%.

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par AL –FARSI [46] (0,89-1,16%), AL-HOOTI [29] (1,5%), HAMADA [10] (1,0 -1,8%).

Selon BOUDICHICHE [5] les valeurs retrouvées sont dans la gamme 1,28-3,17% des cultivars Algériennes.

BESBES et CHAIRA [50, 48], ont trouvé des plages de valeurs suivantes : 1,10- 1,12% (Deglet Nour) et 1,15-1,17% (Allig).

Les travaux réalisés par MUNIER [2] ont mentionné un taux qui est de 1,12% et 2,22% sur les noyaux de dattes de Mauritanie et d'Irak respectivement.

5.3.4 Taux de la matière organique

Les noyaux de dattes sont très riches en matière organique dont les valeurs sont illustrés dans la figure 5.5 et rapportés dans le tableau 5.6 (Appendice C). L'analyse de la variance a montré des différences très hautement significatives ($P < 0,05$) entre les variétés (Appendice B).

En général, le taux de la matière organique se rapproche pour l'ensemble des variétés de noyaux analysés qui s'étend de 96,45 à 99, 21%.

Le groupe des noyaux appartenant aux cultivars Takermust, Hamraya et Ghars ont enregistré le plus grand taux de MO avec respectivement 99,12%, 99,15%, 99,21%MS, suivi par un autre groupe distinct des autres groupes

homogènes de moyennes composé par des noyaux Takermust, M2 , Degla Baida et M1 ont enregistrés des teneurs respectivement 99% ; 98,99% ;99,12%MS. Deux autres groupes distincts composés par le cultivar Kesba et M3 ont signalé des teneurs respectivement 98,88% et 96,45%. Cependant, les cultivars Deglet Nour et Mech Degla ont enregistrés des teneurs identiques avec 98,92% MS.

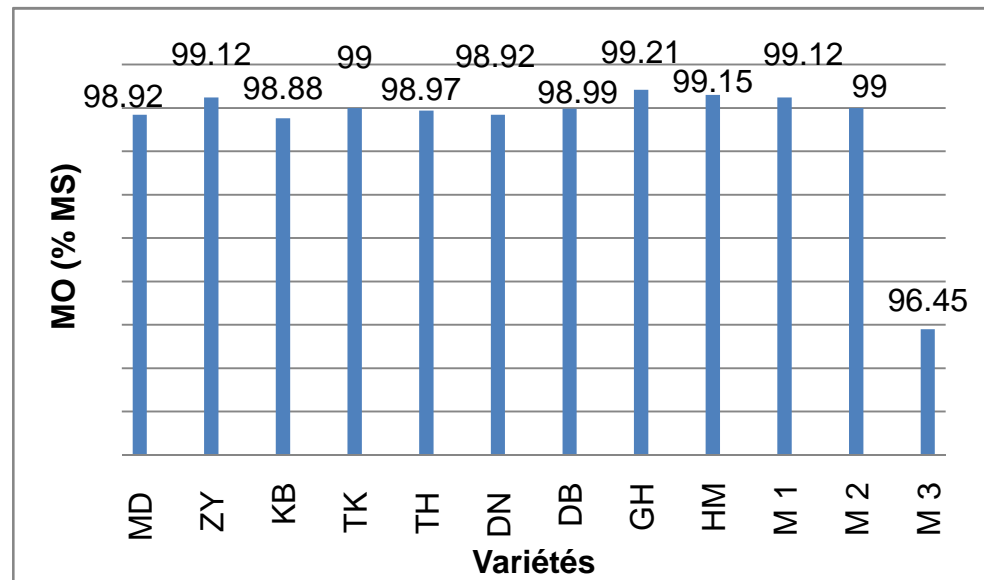


Figure 5.5 : Matière organique des noyaux des variétés de dattes étudiés

Ces résultats sont proches de ceux avancés par BOUDICHICHE [5] sur une vingtaine de cultivars des noyaux de dattes Algériennes dont le taux oscillait entre 98,88% et 99,12%.

5.3.5 Teneur en protéines brutes

Les résultats obtenus sur teneurs en protéines brutes des noyaux des variétés de dattes étudiés sont illustrés dans la figure 5.6 et rapportés dans le tableau 5.7 (Appendice C). Des différences très hautement significatives ont été observés entre les cultivars étudiés ($P = 0,0000$) (Appendice B).

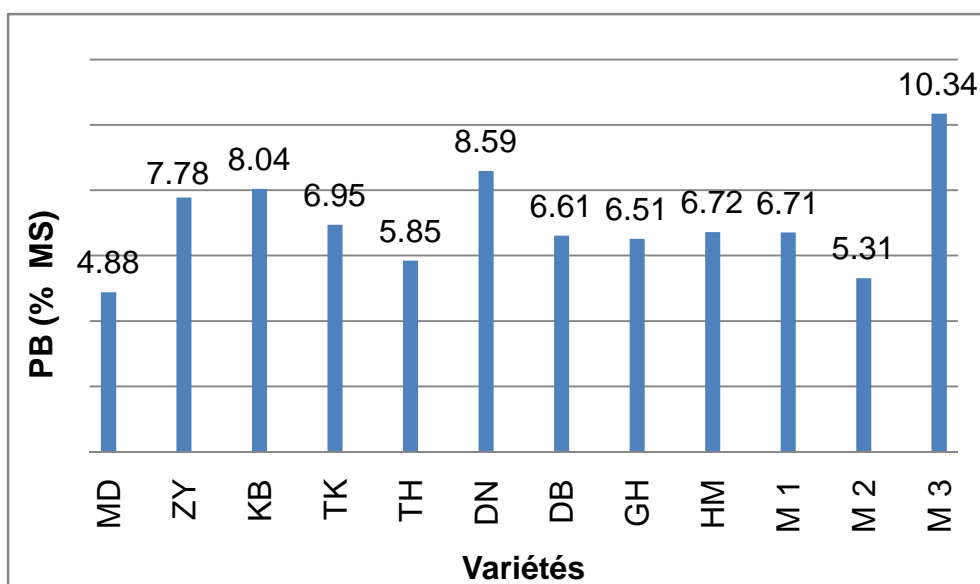


Figure 5.6 : Protéines brutes des noyaux des variétés de dattes étudiées

Les noyaux de dattes renferment une quantité moyenne de protéine brute qui est de 7,02 % de MS pour l'ensemble des cultivars étudiés.

Le taux le plus élevé a été enregistré par le Mélange 3 (10,34%) qui forme un groupe distinct des autres homogènes de moyennes, puis il est suivi par un autre groupe composé par les cultivars Deglet Nour, Kesba et Ziyéne qui ont enregistrés des taux respectivement 8,59%, 8,04% et 7,78%. Un autre groupe de noyaux appartenant aux cultivars Hamraya, M 1, Degla Baida et Ghars ont signalé des taux moins faibles que les précédents avec respectivement 6,72%, 6,71%, 6,61% et 6,51% MS. Le Takermust forme un groupe intermédiaire entre les deux groupes précédents avec un taux de 6,95% MS.

Des taux faibles ont été enregistrés par les cultivars Thouri et M 2 avec respectivement 5,85%, 5,31% et par conséquent formant deux groupes distincts des groupes précédents. Alors que, le taux le plus faible a été signalé par le cultivar Mech Degla avec un taux de 4,88%MS.

Selon BARREVELD [23] le taux de PB varie de 5 à 7% MS. Des teneurs identiques ont été rapportées par de nombreux auteurs [109, 9, 40,122, et 67].

Le cultivar Mech degla montre le plus faible taux en protéines brutes (4,88%) de l'ensemble des variétés, et même comparé au taux rapporté par LECHAB [58] qui a mentionné un taux de 5,33% ; cela peut être attribué au milieu de récolte les noyaux de dattes. Comparativement à d'autres sous produits, les noyaux ont des teneurs en matières azotées plus importantes que celles contenues dans les pailles (2- 5%) et pédicelles de dattes (4,30%) [58].

5.3.6 Taux de cellulose brute

Les résultats obtenus en cellulose brute des noyaux des variétés de dattes étudiées sont illustrés dans la figure 5.7 et sont rapportés dans le tableau 5.8 (Appendice C). Des différences hautement significatives ($P < 0,05$) ont été observées sur les cultivars étudiés (Appendice B).

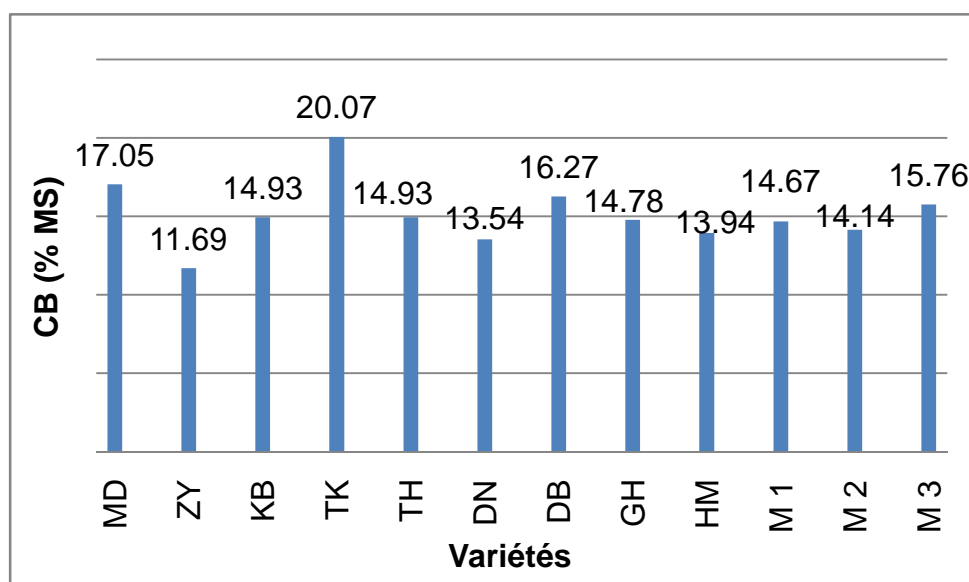


Figure 5.7 : Cellulose brute des noyaux des variétés de dattes étudiées

La composition en cellulose brute des neuf variétés de noyaux de dattes analysés a révélé un taux moyen de 15,15% MS. Une forte teneur a été enregistrée par le cultivar Takermust qui est de 20,07 %MS, formant un groupe distinct des autres groupes homogènes de moyennes. Puis, il est suivi par un autre groupe composé par les cultivars Mech Degla, Degla Baida, M 3, Thouri, Kesba, Ghars, M 1, M 2, Hamraya, Deglet Nour et Ziyéne ont enregistrés des taux approximativement comparables avec respectivement 17,05%, 16,27%, 15,76%,

14,93%, 14,93%, 14,78%, 14,67%, 14,14% et 13,94% MS. En fin, une très faible teneur a été enregistrée par le cultivar Ziyéne qui est de l'ordre 11,69 %MS.

Ces résultats sont similaires à ceux rapportés par d'autres auteurs sur les noyaux de différentes variétés [5, 6, 9,12 et 33]. Selon BARREVELD [23], le taux en CB% se situe entre 10 et 20%.

D'après les résultats de BOUDICHICHE [5], le taux en CB% varie de 15,18 à 18,55% (noyaux de dattes Algériennes). Les travaux de DEVSHONY et ADHAHERI [8 et 11] ont mentionné un taux qui s'étend de 16,13% et 13,5%. Cependant, des valeurs supérieures ont été signalées par SADOK MAATALLAH [109] (30,04%).

Comparativement aux d'autres sous produits, il a été signalé le plus grand taux de CB% pour les pédicelles, les palmes sèches et la paille d'orge qui enregistrent respectivement, 36,59% ; 30,71% et 30,11%. Egalement, un plus grand taux de CB est signalé par les stipes de banane (31,6%) [61].

5.3.7 Taux de sucres totaux hydrosolubles

Les résultats obtenus de la composition en sucres totaux hydrosolubles des noyaux des variétés de dattes sont illustrés dans la figure 5.8 et rapportés dans le tableau 5.9 (Appendice C). Des différences très hautement significatives ont été observés entre les différents cultivars ($P= 0,0000$) (Appendice B). En général, la majorité des cultivars de noyaux de dattes présentent une teneur moyenne en sucres totaux qui est de 5,34 % MS.

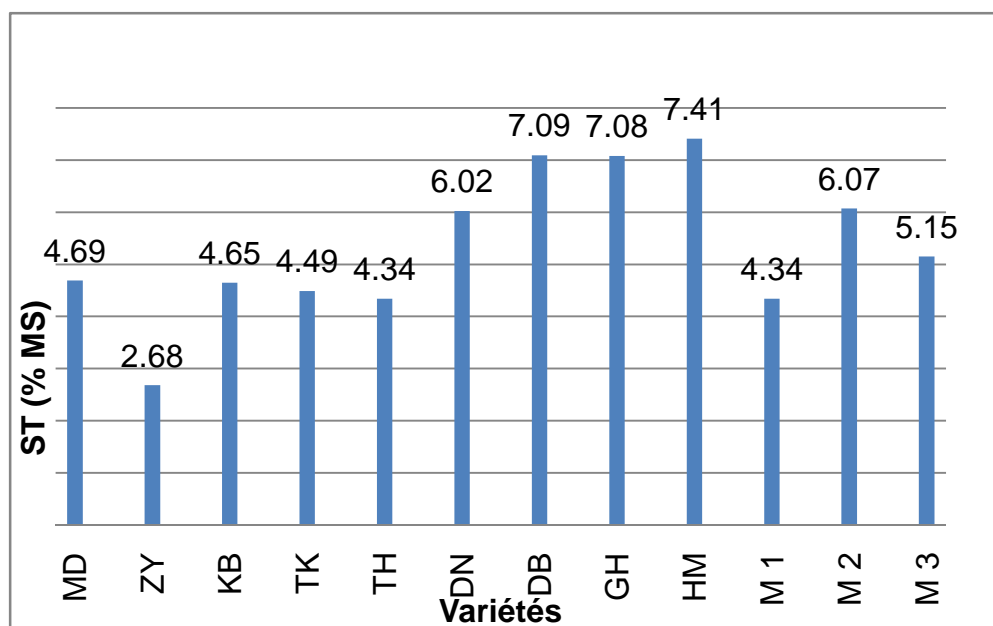


Figure 5.8 : Sucres hydrosolubles totaux des noyaux des variétés de dattes étudiées

La composition en sucres totaux hydrosolubles montre des valeurs rapprochées pour Mech Degla, Kesba, Takermust, Thouri, Mélange 1 avec respectivement, 4,69%, 4,65%, 4,49% et 4,38% et 4,34% MS, formant ainsi un groupe homogènes de moyennes. Toute fois, le cultivar Hamraya présente un taux élevé qui est de l'ordre 7,41%MS. Des taux élevé ont été enregistrés par les cultivars Degla Baida (7,09%), Ghars (7,08%), M 2 (6,07%), Deglet Nour (6,02%) et M 3 (5,15%) contre un faible taux qui a été signalé par le cultivar Ziyéne (2,68%). Différents classes de groupes homogènes de moyennes ont été formés par ces cultivars.

Des taux élevés ont été signalés par divers auteurs [53, 58,60]. Ainsi EMNA [55] a noté une teneur de 8,12%, SADOK MATALLAH [109] (13,6%) et AL-SHOWIMAN [112] (7%). Ce taux élevé peut être attribué aux cultivars étudiés.

Des résultats similaires à nos résultats ont été mentionnés par RAHMAN [56] (2,98% MS pour les cultivars d'Oman), par NIZAR [38] (5,6-5,44% pour les cultivars Tunisiennes). Des taux plus faibles ont été rapportés sur les cultivars Egyptiens variant de 2,22 à 3,99% [54].

5.3.8 Taux de la matière grasse

Les résultats obtenus pour la teneur en matière grasse des noyaux des variétés de dattes sont illustrés dans la figure 5.9 et rapportés dans le tableau 5.10 (Appendice C). Des différences non significatives ($P>5\%$) (Appendice B).

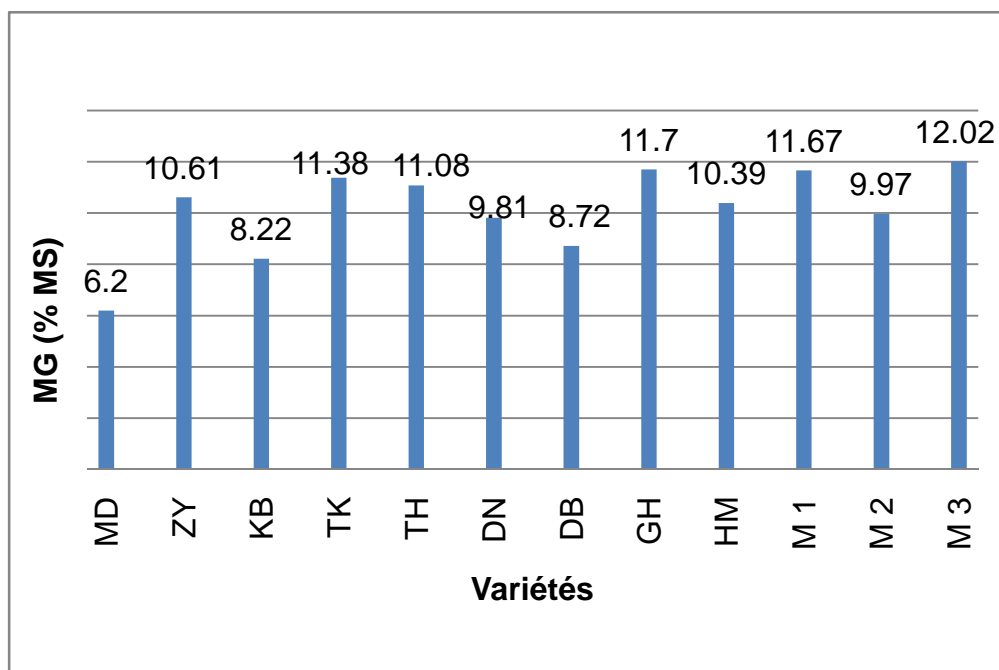


Figure 5.9 : Matière grasse des noyaux des variétés de dattes étudiées

D'après les résultats obtenus, le taux le plus élevé est enregistré par le mélange 3 avec un taux de 12,02%MS, suivi par des taux relativement comparables ont été signalés par le M1 (11,67%), Ghars (11,7%), Takermust (11,38%) et Thouri (11,08%). Les cultivars Hamraya, Ziyéne et M 2 ont enregistrés des taux respectivement 10,61%, 10,39% et 9,97%. Cependant, des faibles taux enregistrés par les cultivars Mech Degla, Kesba avec 6,20%, 8,22% MS respectivement.

Généralement, le taux de la matière grasse varie dans la gamme 7 à 10% comme il a été mentionné par BARREVELD [23]. Des teneurs identiques ont été rapportées par SHURAF A [110] (9,92%), SAWAYA [24] (10,4%), ALDHAHERI

[11] (8%), EMMA SAFFI [55] (8,33%), par AL-HOOTI [29] (9,0%), DEVSHONY [8] (8,15%), MATALLAH [109] (8,5%), pour les noyaux appartenant à d'autres cultivars de dattes. Des proportions variables ont été enregistrées entre différents cultivars des noyaux de dattes. Pour les noyaux de dattes Mauritaniennes et Irakiennes selon DJERBI [22], le taux de MG est de 8,6% et 8,49% respectivement.

Travaillant sur une vingtaine noyaux de dattes Algériennes, BOUDICHICHE a rapporté que le taux s'étend de 5,13% et 7,12%. Toutefois des valeurs inférieures ont été retrouvées dans les noyaux de dattes d'Oman pour Mabseeli (5,02%), Um- Sellah (5,40%) et Shahal (5,09%) contre des valeurs plus élevées ont été retrouvées dans les noyaux de dattes Tunisiennes Deglet Nour (10,19%), Allig (12,67%) [6, 39, 60]. Comparativement à d'autres sous produits, il a été signalé une faible valeur (3,2%) pour les stipes de banane [111].

5.3.9 Profil en acides gras

Les résultats obtenus sur la composition en acides gras des noyaux des variétés de dattes étudiées sont rapportés dans le tableau 5.11 et illustrés dans la figure 5.10 (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k et l).

L'analyse chromatographique a montré que les acides gras les plus abondants pour l'ensemble des noyaux des variétés de dattes étudiés sont : l'acide oléique et laurique, suivi par l'acide myristique, palmitique et linoléique. Cependant, l'acide stéarique, caprique et caprylique ont été retrouvés à des faibles quantités.

Généralement, l'huile des noyaux Mech Degla, Mélange 1(DN, DB, GH et HM) Mélange 2 (DN, DB, MD et HM) Ziyéne, Kesba et Thouri ont une composition proche de l'huile d'olive (standard) contre l'huile du noyau Takermust, Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Hamraya qui ont une composition proche du beurre et lait.

L'huile des noyaux de variétés de dattes étudiées est une huile de type oléique-laurique, due à l'abondance de ces deux acides gras (oléique et laurique). Mais, la proportion de ces deux acides gras varie entre les cultivars étudiés. Tels que, l'huile des cultivars Ghars, Deglet Nour, Mech Degla et Degla Baida est plus

riche en acide oléique qu'à l'acide laurique avec les proportions 42,42-20,34% ; 41,61-17,31% ; 41,59-23,59% et 40,89-12,77% respectivement, suivi par une l'huile moins riche en acide oléique que la précédente, signalé par les cultivars Hamraya, M1, M 2 et Ziyéne avec des proportions respectivement 36,17-7,14%, 35,79-32,92% ; 35,50-29,37% et 27,84-19,44%(oléique-laurique).

Tout fois, l'huile des noyaux Kesba, M3, Takermust et Thouri et M3 est une huile beaucoup plus riche en acide laurique qu'à l'acide oléique avec les proportions suivantes : 49,89-18,85% ; 39,59-26,13% ; 35,44-20,56% et 34,20-31,06% (laurique-oléique).

La répartition des acides gras saturés, mono insaturés et polyinsaturés présents dans l'huile des noyaux des variétés de dattes et Mélanges des variétés des noyaux de dattes (quatre variétés) montre que la teneur la plus élevée en acide gras saturé est enregistré pour les noyaux de la variété Takermust qui est de 79,43%, suivi par les noyaux de la variété Kesba (77,21%), M3 (68,99%),Thouri (64,03%), M2 (58,95%), due à l'abondance de l'acide laurique. Alors que, l'huile des cultivars Mech Degla (51,75%), Ziyéne (40,19%), Deglet Nour (40,58%), Degla Baida (33,32%), Ghars (45,62%) et Hamraya(23,61%) est moins riche en acides gras saturés (acide laurique moins abondant).

Tableau 5.11 : Résultats de la composition en acides gras des noyaux des variétés de dattes étudiées

AG(%)	Variétés											
	MD	ZY	KB	TK	TH	DN	DB	GH	HM	M 1	M 2	M 3
C ₈	0,44	0,52	1,47	1,12	2,52	0,29	0,28	0,43	0,10	0,94	0,77	1,17
C ₁₀	0,48	0,50	1,46	0,69	0,90	0,35	0,27	0,43	0,13	0,94	1,18	1,12
C ₁₂	23,59	19,44	49,89	35,44	34,20	17,31	12,77	20,34	7,14	32,92	29,37	39,59
C ₁₄	12,16	9,06	15,94	19,25	13,34	8,88	6,65	10,43	3,59	12,27	13,10	15,71
C ₁₆	11,42	8,25	7,36	17,63	10,70	10,61	10,52	10,50	10,31	8,58	11,12	9,71
C ₁₈	3,64	2,38	1,08	5,28	2,35	3,14	2,83	3,49	2,24	2,18	3,38	1,68
C _{18 :1}	41,59	27,84	18,85	20,56	31,06	41,61	40,89	42,42	36,17	35,79	35,50	26,13
C _{18 :2}	6,65	4,85	3,93	/	4,89	15,99	23,45	10,36	36,86	6,35	5,53	4,86
AGS	51,75	40,19	77,21	79,43	64,03	40,58	33,32	45,62	23,51	57,85	58,95	68,99
AGI	48,24	32,70	22,78	20,56	35,96	57,60	64,34	52,78	73,03	42,14	41,04	31,001

Les cultivars Hamraya, Degla Baida, Deglet Nour et Mech Degla ont montré une composition en acides gras insaturés plus importante par rapport aux autres cultivars étudiées avec les proportions suivantes : 73,03% ; 64,34% ; 57,60% et 48,24% respectivement. Il a été ainsi révélé des proportions plus ou moins importantes pour le M 2(42,14%), M 1(41,04%), Thouri (35,96%), Ziyéne (32,70%) et M 3 (31,001%). Alors que, des faibles proportions ont été enregistrées pour les cultivars Kesba (22,78%) et Takermust (20,56%). Ces différences de résultats sont attribuées aux cultivars et milieu de culture.

Ces résultats sont proches de ceux rapportés par DEVSHONY [8], qui a montré que l'huile des noyaux de dattes est une huile oléique-laurique car l'acide oléique a été le plus abondant, suivi par l'acide laurique.

DOWSON et ATEN [113], ont montré que les acides gras majeurs d'huile des noyaux des variétés Ruzeiz et Sifri sont : oléique, linoléique, laurique et palmitique.

Selon RAHMAN [56], les acides gras majeurs dans l'huile des variétés (Fardh et Khasab) sont oléique et laurique.

Cinq acides gras majeurs ont été identifiés dans l'huile des noyaux Tunisiens Deglet Nour et Allig, oléique, linoléique, palmitique, myristique et laurique [50].

AL-HOOTI [29] a montré que l'huile des noyaux de dattes oléique-linoléique ou oléique- palmitique dont la composition en acides gras révélant l'acide oléique prédominant avec 56,1%, suivi par l'acide palmitique (11,9%), acide linoléique (11,6%), acide laurique (8,3%), acide myristique (6,0%) et l'acide stéarique (2,6%). Selon EMNA [55] a montré que les acides gras majoritaires dans l'huile du noyau de variétés Tunisienne Khalti sont les acides oléique et laurique, suivi par les acides myristique, stéarique et Linoléique. Comparativement aux d'autres huiles végétales, l'huile de palme est une huile palmitique –oléique et les huiles des noyaux de palme et cocotier sont de type laurique-myristique [8].

Donc, le degré d'insaturation d'huile des noyaux de dattes est plus faible que les huiles végétales communes, puisque l'huile du noyau de dattes contient moins taux d'acide linoléique, malgré le faible taux d'insaturation, l'huile du noyau de dattes pourrait avoir d'utilisation diverses [50].

La qualité de l'huile des noyaux de dattes pourrait être valorisée vue sa quantité importante en acide gras mono insaturés [56].

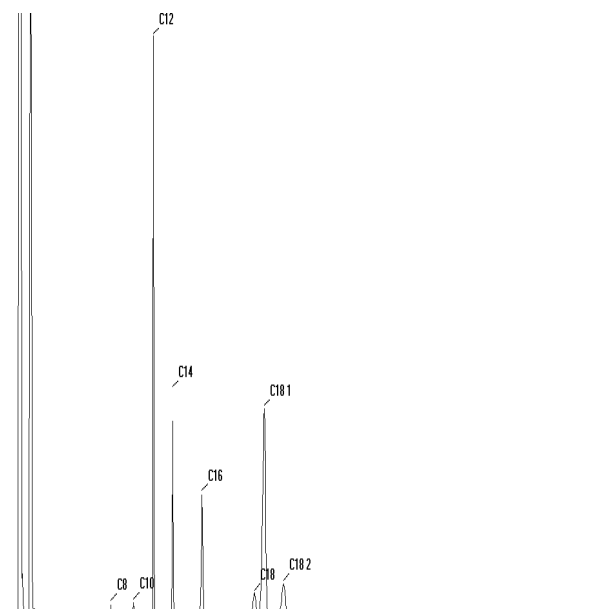


Figure 5.10 a : Chromatogramme de la fraction lipidique Mech Degla

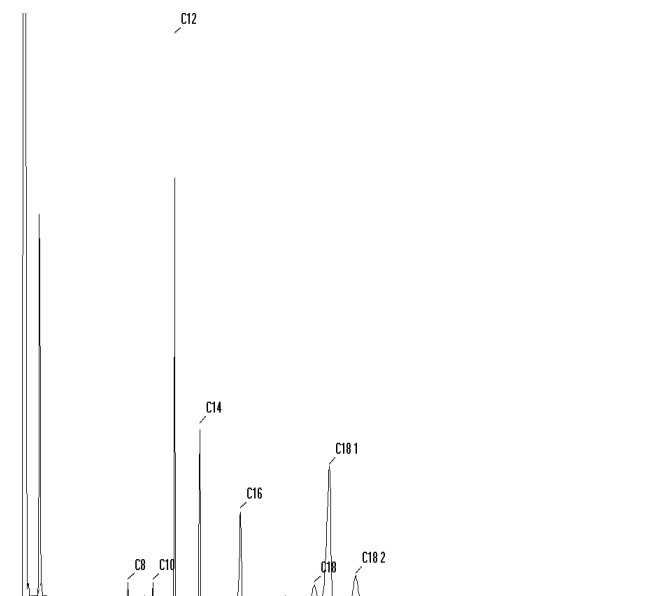


Figure 5.10 b : Chromatogramme de la fraction lipidique Ziyéne

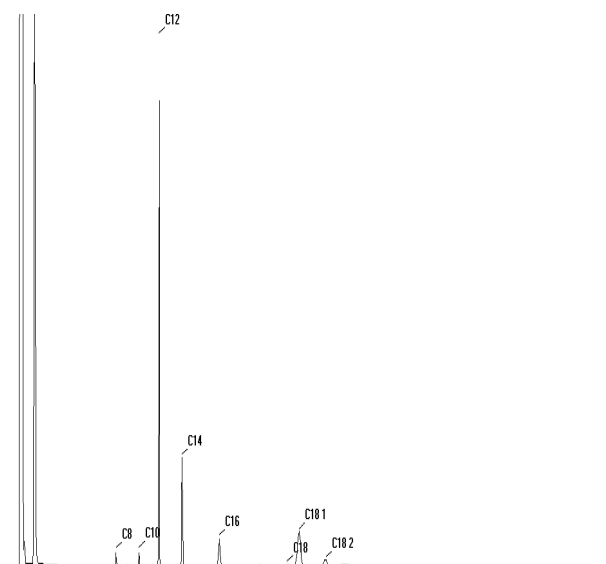


Figure 5.10 c : Chromatogramme de la fraction lipidique Kesba

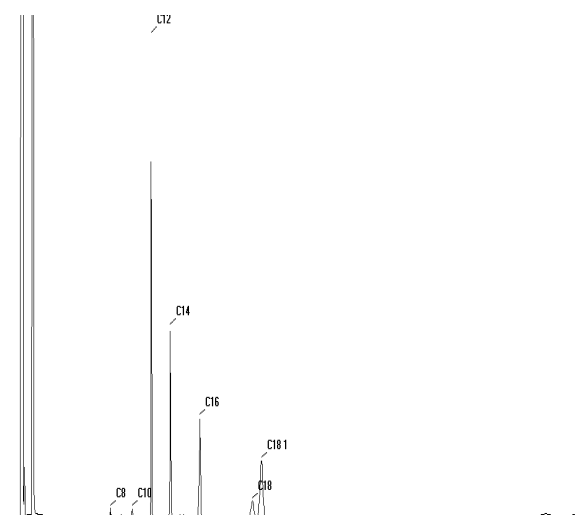


Figure 5.10 d : Chromatogramme de la fraction lipidique Takermust

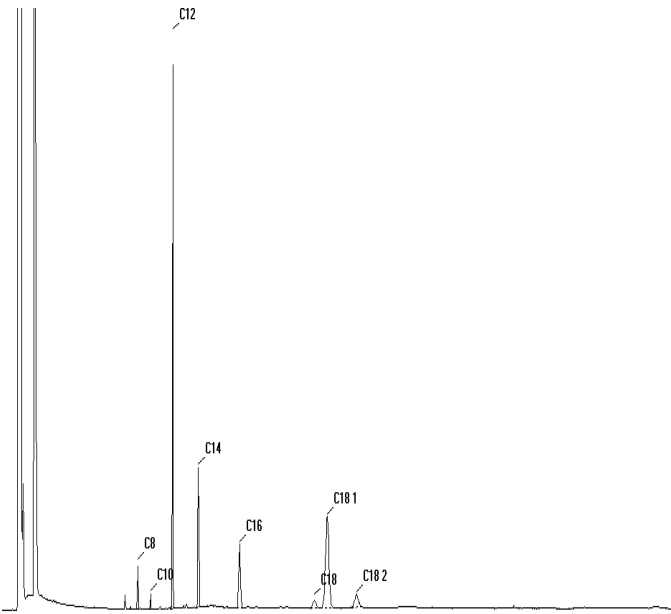


Figure 5.10 e : Chromatogramme de la fraction lipidique Thouri

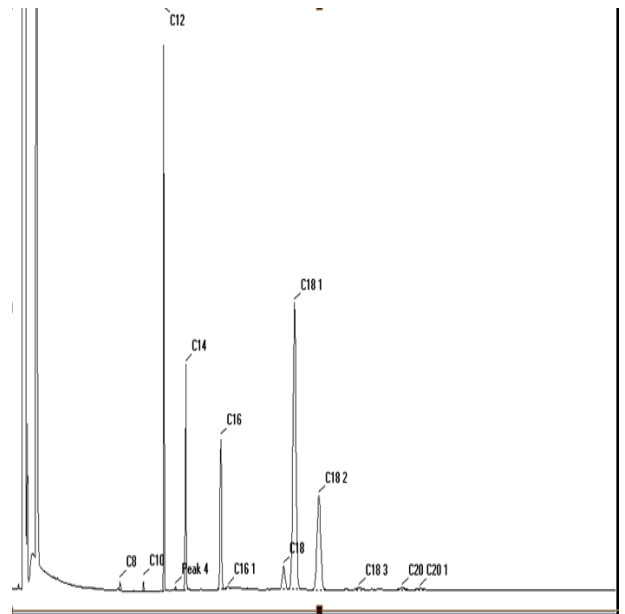


Figure 5.10 f : Chromatogramme de la fraction lipidique Deglet Nour

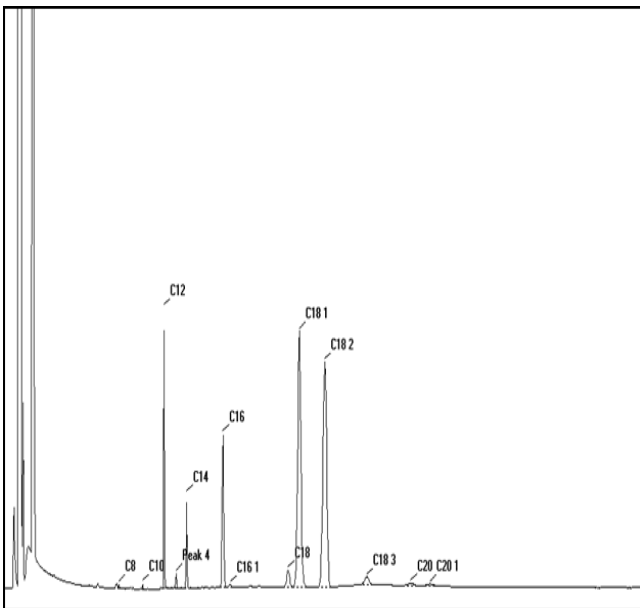


Figure 5.10 g : Chromatogramme de la fraction lipidique Degla Baida

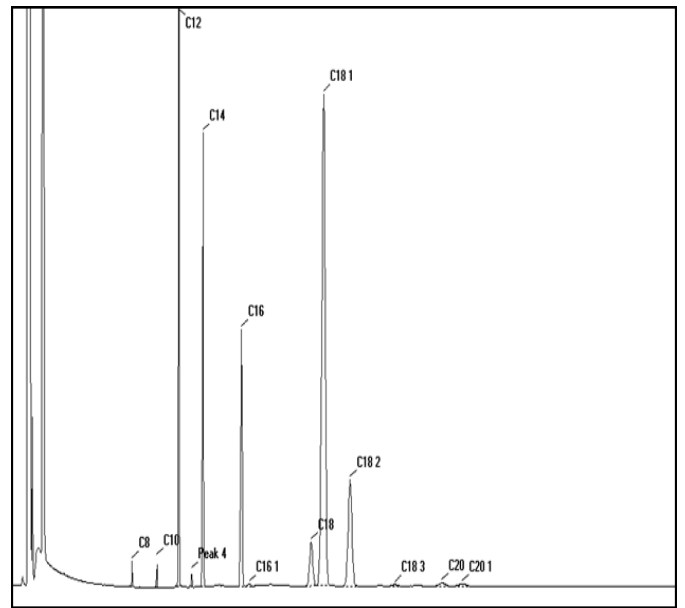


Figure 5.10 h : Chromatogramme de la fraction lipidique Ghars

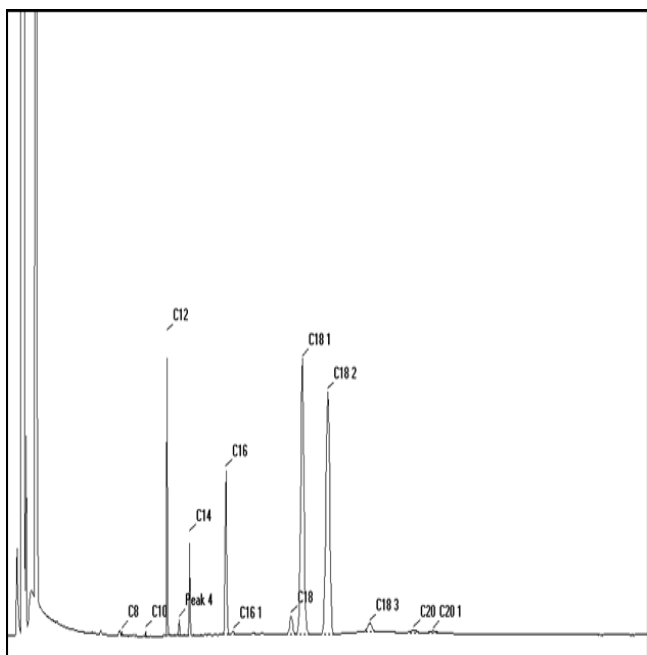


Figure 5.10 i : Chromatogramme de la fraction lipidique Hamraya

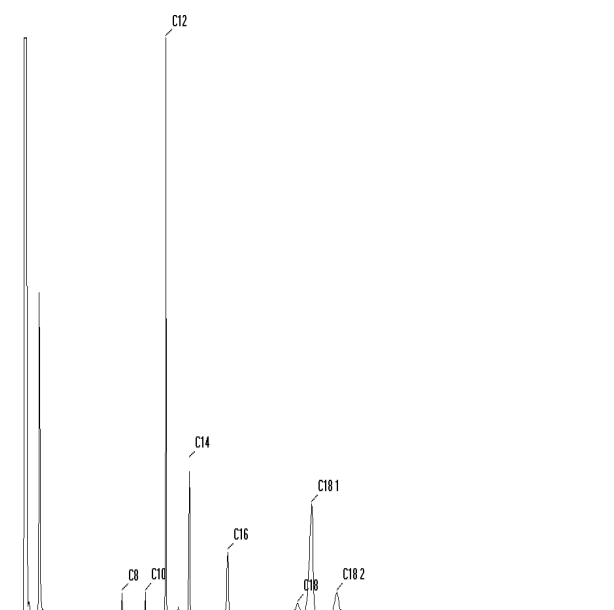


Figure 5.10 j : Chromatogramme de la fraction lipidique M1 (DN, DB, GH et HM)

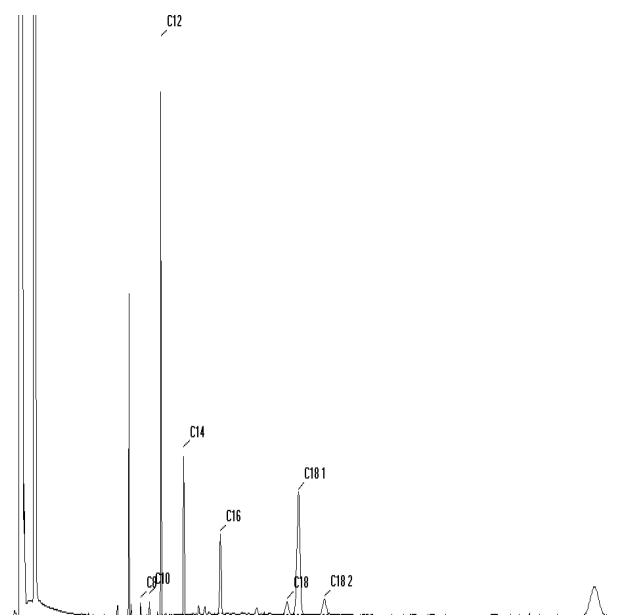


Figure 5.10 k : Chromatogramme de la fraction lipidique M2 (DN, DB, MD et HM)

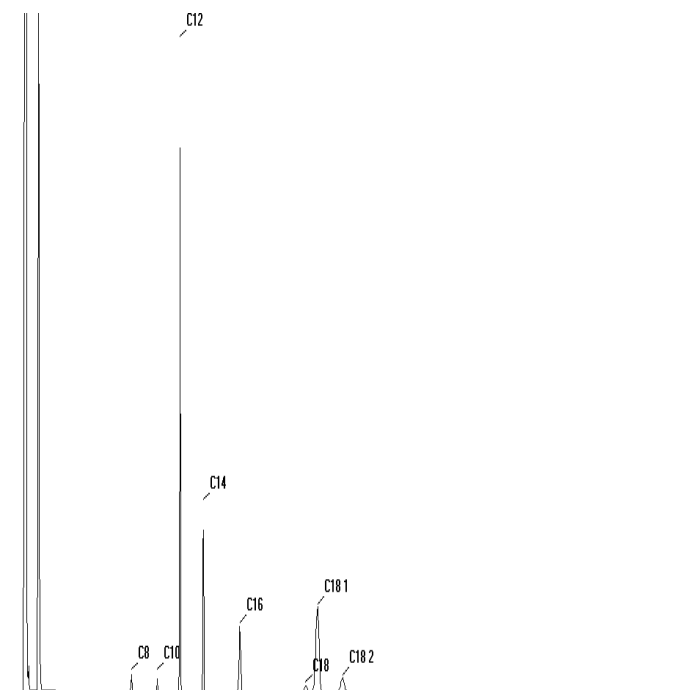


Figure 5.10 l : Chromatogramme de la fraction lipidique M 3

5.3.10 Taux de glucides

Les résultats obtenus sur la composition en glucides des noyaux des variétés de dattes sont rapportés dans le tableau 5.12.

Tableau 5.12 : Composition en glucides des noyaux des variétés de dattes étudiées

Variétés	Glucides (% MS)
Mech Degla	70,76
Ziyéne	69,04
Kesba	67,70
Takermust	60,61
Thouri	67,96
Deglet Nour	66,98
Degla Baida	67,39
Ghars	66,21
Hamraya	68,10
Mélange 1	66,07
Mélange 2	69,57
Mélange 3	58,33

D'après les résultats obtenus le cultivar Mech Degla a enregistré le taux le plus élevé avec 70,76% , suivi par des teneurs très proches pour les cultivars Ziyéne, M2, Hamraya, Kesba, Thouri, Degla Baida, Deglet Nour, Ghars et M1 avec respectivement 69,04% et 69,57%, 67,96%, 66,98%, 66,21% et 66,07%. Cependant, un faible taux a été signalé par le cultivar Takermust (60,61%) et M3 (58,97%).

Ces résultats se rapprochent globalement des résultats rapportés par plusieurs auteurs [10,11, 18 et 56] ; tels que HAMADA [10] (71,9% - 73,4%), ALDHAHER [11] (71,5%), RAHMAN [56] (62,31%) et ATEF [18] (62,51%).

Cependant, des teneurs plus élevées ont été retrouvées dans les noyaux de dattes Tunisiennes avec respectivement 83,1% pour Deglet Nour et 81,0 % pour Allig. De même, pour les noyaux de dattes d'Oman avec 86,89% (Mabseeli), 86,54% (Shalah) et 83,14% (Um-sellah) [50, 48].

A l'opposé des sous produits du palmier dattier comme les palmes fraîches et les palmes sèches qui contiennent un faible taux de glucides avec respectivement 51,31% et 50,30%, les noyaux sont particulièrement riches en glucides pariétaux (cellulose et hémicellulose) [111].

5.3.11 Taux d'énergie :

L'énergie est exprimé en K J /g ; les résultats obtenus sont_rapportés dans le tableau 5.13

Tableau 5.13 : Valeurs moyennes en taux d'énergie des noyaux

Variétés	Energie (KJ/g)
Mech Degla	1 445,03
Ziyéne	1 629,47
Kesba	1 524,02
Takermust	1 508,97
Thouri	1 596,84
Deglet Nour	1 580,68
Degla Baida	1 513,25
Ghars	1 602,93
Hamraya	1 588,27
Mélange 1	1 602,98
Mélange 2	1 572,28
Mélange 3	1 553,12

Le calcul d'énergie a révélé le plus grand taux d'énergie pour le cultivar Ziyéne avec 1 629,47kj /g, suivi par des taux identiques pour les cultivars Ghars (1 602,93kj/g) et M1 (1 602,98kj/g). Des taux moins élevés ont été signalés par les cultivars Kesba (1524,02kj/g) Takermust (1508,97kj/g), Thouri (1596,84kj/g), Deglet Nour (1580,68kj/g), Degla Baida (1513,25kj/g), Hamraya (1588,27kj/g) et M2 (1572,28kj/g). Cependant, un faible taux a été enregistré par le cultivar Mech Degla avec 1 445,03Kj/g.

Ces résultats sont inférieurs à ceux rapportés par RAHMAN [56] sur le mélange de deux variétés d'Oman (Fardh et Khasab) qui ont montré un taux d'énergie de 18300 kJ / kg [56]. Comparativement aux sous produits d'autres cultures, il est signalé dans les pailles d'orge un taux de 1 616 kcal /kg de MS, les pailles du pois de 1 906 kcal / kg de MS et les pailles de maïs 1 509 kcal /kg de MS [110].

5.3.12 Eléments minéraux

Les résultats des éléments minéraux déterminés par SAA (Mg, Ca, Fer, Zn, Cu, Cd) et ceux déterminés par la méthode spectrophotométrie de flamme (Na et K) sont rapportés dans le tableau 5.14.

Le macro- éléments le plus important est le sodium (Na) et le potassium(K), suivi par le magnésium (Mg) et le calcium(Ca) dont les taux moyens sont de l'ordre 370,1mg/100g ; 294,4mg/100g ; 66,84mg/100g et 24,41mg/100g respectivement pour l'ensemble des cultivars étudiés.

En ce qui concerne le potassium, il a été enregistré le plus grand taux dans les cultivars Kesba, M1, Hamraya et Ghars avec respectivement 399mg/100g, 320 mg/100g et 300mg/100g, suivi par un taux plus ou moins élevé par Ziyéne, DegletNour, Mech Degla, Takermust, Thouri, avec respectivement 269 mg/100g ; 270mg/100g ; 199mg/ 100g de MS.

La teneur de sodium, la valeur la plus élevée a été signalée par Ziyéne, Takermust et Takermust avec 538mg/100g, 599mg/100g, suivie par des teneurs aussi élevées pour les cultivars Thouri, M1, Kesba, Mech Degla, avec respectivement 399mg/100g de MS. Des taux aussi importants ont été signalés par les cultivars Deglet Nour, Degla Baida, Ghars et Hamraya avec respectivement 264mg/100g, 276mg/100g, 200mg/100g et 228mg/100g.

De même, il a été observé des taux plus élevés en magnésium (Mg), contre des faibles taux en calcium (Ca) pour l'ensemble des variétés analysées. Ainsi, les valeurs de Mg varient de 45,70 à 95,34mg/100g de MS, les valeurs de Ca oscillent entre 14,79 et 39,85mg/100g de MS pour l'ensemble des variétés analysées.

Par ailleurs, l'oligo-élément le plus important est le fer suivi par ordre décroissant par le zinc et le cuivre dont le taux moyen est de 6,34mg /100g ; 1,60 mg/100g et 0,51 mg / 100g respectivement pour l'ensemble des variétés analysés.

D'après les résultats enregistrés, les cultivars Degla Baida et Deglet Nour et M1 représentent la valeur la plus élevée en fer avec 17,22 mg/100g et 9,92 mg/100g et 7,37mg/100g, suivi par des quantités approximativement comparables par les cultivars Mech Degla, Takermust, Thouri et Ghars avec respectivement 5,78 mg/ 100g ; 5,54 mg / 100g et 4,89 mg / 100g de MS et 4,74mg/100g. Cependant, des faibles valeurs ont été signalées pour Ziyéne et Kesba avec respectivement 2,80mg / 100g et 1,77 mg / 100g de MS.

Le Zinc a enregistré le taux le plus élevé enregistré pour Takermust, Ziyéne et M1 avec respectivement 2,02 mg / 100g et 1,95mg /100g de MS, suivi par des quantités aussi élevés pour les cultivars Kesba et Ghars avec respectivement 1,86mg/100g et 1,59mg/100g de MS. Les cultivars Hamraya et Thouri ont enregistrés des taux moins élevés avec 1,07mg/100g et 1,53mg/100g. Toute fois, le cultivar DN a signalé le faible taux (< 0,12mg/100g). Cependant, des faibles taux en cuivre (Cu) ont été observés pour l'ensemble des cultivars analysés qui oscillent entre 0,27 et 1,01 mg / 100g de MS.

Concernant les éléments toxiques, il ya un seul qui a été analysé pour l'ensemble des cultivars étudiés, c'est le Cadmium (Cd) qui ne présente qu'une

faible teneur (0,14 et < 0,04mg/100g). Généralement, le niveau maximum en Cd admit dans les produits alimentaires est de 1,0 mg / kg [56]. Selon LECHAB [58] et pour la même variété Algérienne Mech Degla, le taux en Cd retrouvé est inférieur à 0,167 mg / 100g de MS.

Cet ordre a été rapporté par plusieurs auteurs, AL-HOOTI [29] qui a trouvé la teneur en potassium la plus élevée (538,5mg / 100g), suivie par le magnésium (132,8mg / 100g), le calcium (155,5mg /100g) et le sodium à la concentration la plus faible (5mg / 100g).

DEVSHONY [8] a obtenu les valeurs moyennes en potassium, magnésium, calcium, sodium, fer et cuivre avec respectivement 27,60%, 8,07%, 1,55%, 0,97%, 0,73% et 0,13%.

Les teneurs en potassium, magnésium et le fer des noyaux étudiés sont supérieures à celles trouvées par BESBES [16] dans des études effectuées sur deux variétés de dattes Tunisiennes (Deglet Nour et Allig) qui sont de 229-293mg / 100g, 51,7-58,4mg / 100g et 2,30-2,21 mg / 100g de MS. En effet, CHAIRA *et al* [48] ont rapporté des valeurs 0,238-0,289 ; 0,048-0,048 ; 1,887-1,763 mg / 100g de MS pour les dattes Tunisiennes (Deglet Nour et Allig).

L'étude de SHURAFI [110] a révélé des teneurs élevées en calcium, fer, zinc et le cuivre avec respectivement 38 mg /100g ; 30mg / 100g ; 29mg / 100g et 8mg / 100g de MS. Cependant, RAHMAN *et al* [56] ont trouvé des valeurs différentes (191,76mg /kg ; 21,33mg /kg ; 1,53mg /kg et 5,33mg /kg de MS).

Comparativement aux d'autres sous produits comme, la paille de maïs, les stipes de bananier ont signalés des taux moins importants en calcium avec respectivement 5,5g/kg MS et 4,5g/kg MS [111].

5.3.13 Le pH

Les résultats obtenus sur le potentiel d'hydrogène (pH) pour les noyaux variétés des variétés de dattes étudiées sont illustrés dans la figure 5.12 et rapportés dans le tableau 5.15 (Appendice C). Des différences hautement significatives ont été observés entre les différentes variétés ($P= 0,0010$).

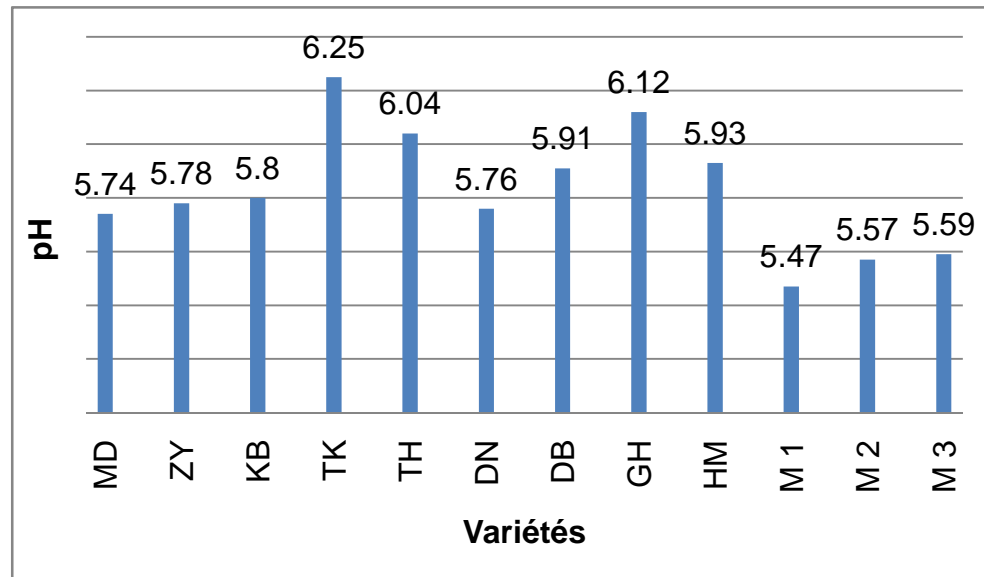


Figure 5.11 : pH des noyaux des variétés de dattes étudiées

Les noyaux de dattes ont un pH relativement acide qui varie de 5,59 à 6,25 pour les noyaux étudiés. La valeur du pH la plus élevée a été enregistrée par le cultivar Takermust (6.25), suivi par Thouri (6,04) et Ghars (6,12), par conséquent ces cultivars forment deux groupes distincts des autres groupes homogènes de moyennes. Un autre groupe des noyaux appartenant aux cultivars Hamraya, Degla Baida, kesba, Ziyéne, Deglet Nour et Mech degla qui ont un pH relativement bas 5,93 ; 5,91 ; 5,80 ; 5,78 ; 5,76 5,74, formant ainsi groupe homogène de moyennes distinct des deux groupes précédents.

Par ailleurs, le groupe de noyaux composé par le M 3 et le M 2 ont un pH qui est de l'ordre 5,59 et 5,57 respectivement. Alors que, le pH le plus bas a été signalé par le M 1 avec 5,47.

5.3.14 Acidité grasse

Les résultats obtenus de l'acidité grasse pour des noyaux étudiés sont illustrés dans la figure 5.14 et rapportés dans le tableau 5.16 (Appendice C). Les différences existant entre les variétés étudiées ne sont pas significatives ($P > 5\%$) (Appendice B).

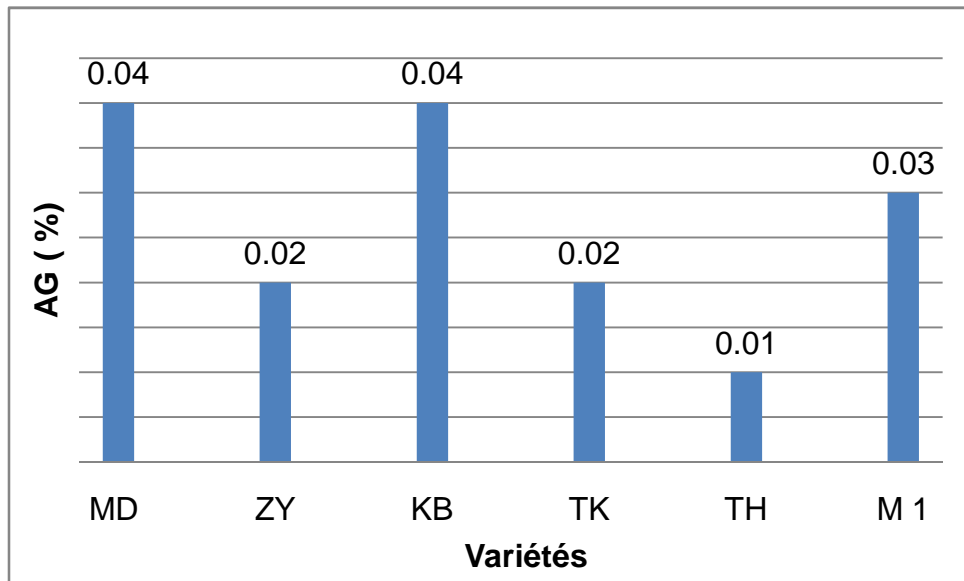


Figure 5.12 : Acidité grasse des noyaux des variétés des dattes étudiées

D'une façon générale, les taux d'acidité grasse pour les noyaux étudiés se rapprochent et ils varient de 0,01 à 0,04%. Comparativement aux farines fabriqués avec des blés sains, peu après leur récolte, elles montrent des acidités faibles, de l'ordre de 0,015%. Les mêmes blés, moulés vers la fin de la campagne, donnent toujours une acidité élevée, mais sans être excessive, atteint 0,040% [114].

5.4 Caractérisation microbiologique

La qualité hygiénique de la farine des noyaux de dattes n'est pas investie, pour cela les analyses microbiologiques ont été effectuées sur la totalité des cultivars des noyaux de dattes(09)

Les résultats obtenus sur le dénombrement des germes mésophiles totaux (GAMT), levures et moisissures pour les noyaux étudiés sont rapportés dans le tableau 5.17.

Tableau 5.17 : Caractérisation microbiologique des noyaux des variétés Algériennes

Variétés	GAMT Germes / g	Moisissures Germes /g	Levures Germes /g
Mech Degla	15833	305	7533
Ziyéne	6750	4500	13640
Kesba	25500	125	12773
Takermust	6600	486	2792
Thouri	1135	455	142
Ghars	9800	3616	7157
Deglet Nour	3772	1010	6454
Degla baida	3749	1635	2000
Hamraya	9866	2959	2700

5.4.1 Résultats dénombrements des GAMT

Les résultats obtenus après ensemencement dans le milieu PCA et incubation à 30°C pendant 72heures ont montré une charge importante en germes mésophiles totaux (GAMT) pour les cultivars Kesba et Mech Degla avec respectivement 25500germes /g ; 15833germes /g. Par contre, des charges moins élevées ont été notées pour le cultivar Takermust, Ziyéne, Deglet Nour, Degla Baida, Hamraya et Ghars avec respectivement 6600germes/g, 3772germes/ g, 3749germes/g, 9866 et 9800germes /g. Toute fois, le cultivar Thouri a enregistré une charge plus faible avec 1135germes/g.

5.4.2. Résultats dénombrements des levures et moisissures

Les résultats obtenus après ensemencement dans le milieu OGA et incubation à 25°C ont montré que la flore composée par les levures et moisissures ont une capacité de développement avec taux moyen allant de 6132germes/g à 1676 germes/g pour l'ensemble des cultivars étudiés.

Des charges plus importante ont été enregistré pour les cultivars Ziyéne, Ghars, Deglet Nour, Degla baida et Hamraya avec respectivement 4500-13640germes/g, 3616-7157germes/g, 1010-6454germes/g, 1635-2000germes/g et 2959-2700germes/g. Toute fois, le cultivar Thouri a une capacité de développement moins importante que les cultivars précédents avec une charge 455-142germes/g.

Des résultats plus élevés ont été retrouvés pour les noyaux de dattes Algériennes avec une moyenne 28925germes / g pour GAMT 13375germes/g pour levures et moisissures [64].

Les résultats obtenus sont conformes aux normes préconisant (pour les produits secs) des taux de moisissures (10^4 moisissures par ml), levures (10^3 levures par ml) [115].

5.5 Caractérisation technologique

Les tests technologiques ont été menés sur le Mélange farine 1 et Mélange farine 2 qui ont été incorporés à la farine boulangère commerciale à quatres taux d'incorporation 5%, 10%, 15% et 20%.

- ✓ Le Mélange farine 1 : composé du Mélange 1 et la farine boulangère ;
- ✓ Le Mélange farine 2 : composé d'un Mélange 3 et farine boulangère
- ✓

Le choix de ces deux mélanges (M 1 et M 3) est justifié par leur composition en noyaux de mêmes variétés dattes (DN, DB, GH et HM) et à des proportions différentes afin de mettre en évidence leur effets sur les paramètres technologiques.

5.5.1 Résultats d'humidité en fonction du taux d'incorporation

Les résultats de l'évolution d'humidité en fonction du taux d'incorporation pour le Mélange farine 1 et le Mélange farine 2 sont illustrés dans la figure 5.1 et rapportés dans le tableau 5.18 (Appendice C).

Des différences observés entre différents taux d'incorporation sont très hautement significatives ($P < 0,05$) (Appendice B) et par conséquent, il a été révélé quatre groupes distincts et cinq groupes distincts des groupes homogènes de moyennes respectivement pour le Mélange farine 1 et le Mélange farine 2.

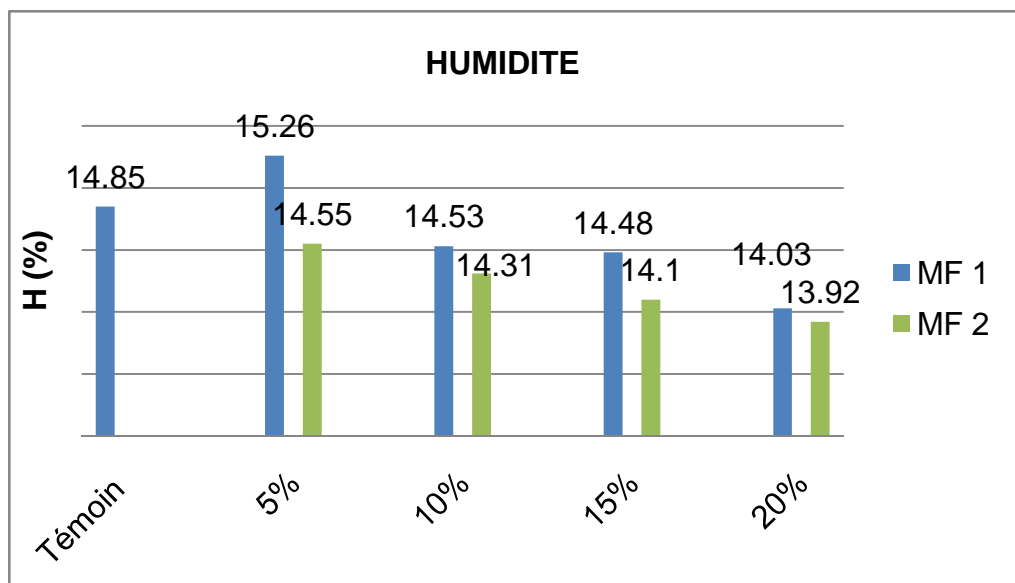


Figure 5.13 : L'humidité pour MF1 et MF2

D'après les résultats obtenus pour le Mélange farine 1, la teneur en eau la plus élevée est à 5% avec 15,26% suivi par le témoin avec 14,85%. Puis il é été signalé des teneurs assez proches avec respectivement 14,53%, 14,53% et 14,03% pour les taux 10%, 15%, et 20%. Pour le Mélange farine 2 la plus grande teneur est enregistrée par le témoin avec 14,85%, suivi par des taux comparables avec respectivement 14,55%, 14,31% et 14,10%.

Cependant, une teneur moins élevée que les précédentes a été enregistré par le taux à 20% avec 13,92%. Comparativement au témoin l'humidité du noyau de dattes est plus faible que celle du témoin.

La diminution d'humidité du noyau de dattes au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation est expliquée par la faiblesse d'humidité du noyau de dattes d'une part et la particularité de la farine du noyau de dattes qui n'est pas hygroscopique d'autre part.

5.5.2 Résultats d'indice de chute

L'indice de chute d'Hagberg permet d'apprécier l'activité amylasique d'une farine qui est exprimé en secondes. Ce paramètre a été analysé sur la farine des noyaux de variétés de dattes dont les résultats sont illustrés dans la figure 5.4 et rapportés dans le tableau 5.19 (Appendice C). Des différences non significatives ont été observées entre différents taux d'incorporation ($P > 0,05$) (Appendice B).

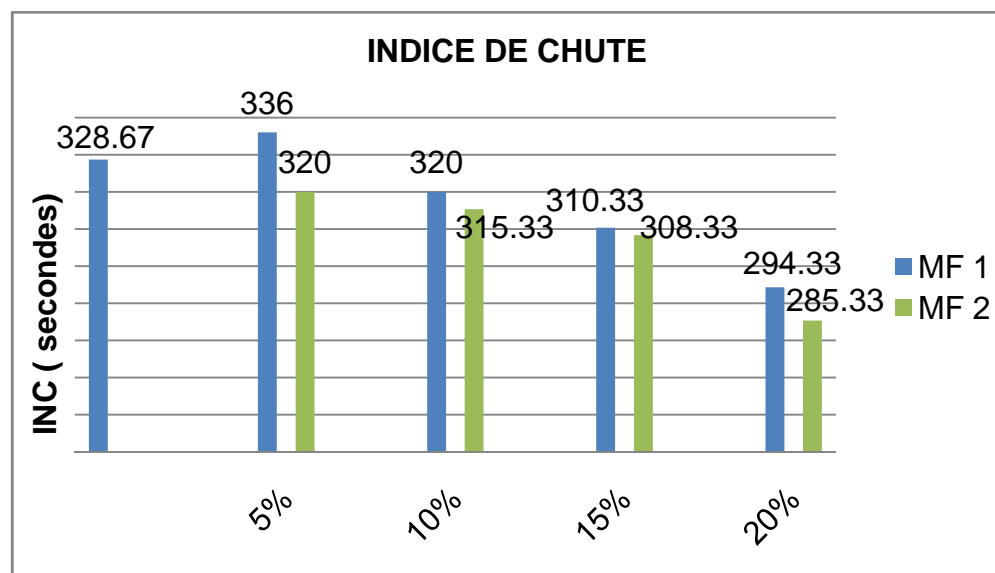


Figure 5.14 : L'indice de chute pour MF 1 et MF2

D'après les résultats obtenus, il y a une diminution de l'indice de chute au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation pour les deux mélanges. Pour le MF1 cette diminution de l'indice varie de 336,00 secondes à 294,33 secondes pour les quatre taux d'incorporation par rapport au témoin qui est de 328,67 secondes. Concernant le MF2 l'indice de chute diminue de 320,00 secondes à 285,33 secondes pour les quatre taux d'incorporation par rapport au même témoin.

Cette diminution est remarquable pour les quatre taux d'incorporation mais elle est plus ou moins importante entre les deux mélanges comme il est bien illustré dans la figure 5.15. La composition en amidon du blé tendre (60-72%) est beaucoup plus supérieure que celle du noyau de dattes (20,6%) [110]. Ceci peut expliquer l'activité amylasique insuffisante pour les noyaux de dattes.

5.5.2.1 Résultats d'indice de chute en fonction des variétés de noyaux de dattes

Les résultats obtenus sur l'indice de chute en fonction des cultivars des noyaux de dattes étudiés sont rapportés dans le tableau 5.20.

Tableau 5.20 : Résultats de l'indice de chute en fonction des cultivars des noyaux de dattes

Variétés	Indice de chute (en secondes)
Deglet Nour	65,00 ± 2,00
Degla baida	67,67 ± 0,81
Mech degla	72,67 ± 18,48
Hamraya	78,50 ± 16,50
Ziyéne	62,00 ± 0,00
Kesba	62,00 ± 0,00

D'une façon générale, les valeurs de l'indice de chute des noyaux de variétés de dattes se rapprochent et restent relativement faibles. Elles s'étendent de 62,00 à 78,50 secondes. Le cultivar Hamraya, a montré la valeur la plus élevée avec 78,50 secondes, suivi par le cultivar Mech Degla avec 72,67 secondes. Pour les cultivars Degla Baida, Deglet Nour, Ziyéne, Kesba, des valeurs très proches ont été enregistrés (67,67 ; 65,00 et 62,00 secondes respectivement).

5.5.3 Résultats du zeleny

Les résultats obtenus sur l'évolution du zeleny en fonction u taux d'incorporation pour le MF1 et le MF2 sont illustrés dans la figure 5.5 et rapportés dans le tableau 5.21 et tableau 5.22 (Appendice C).

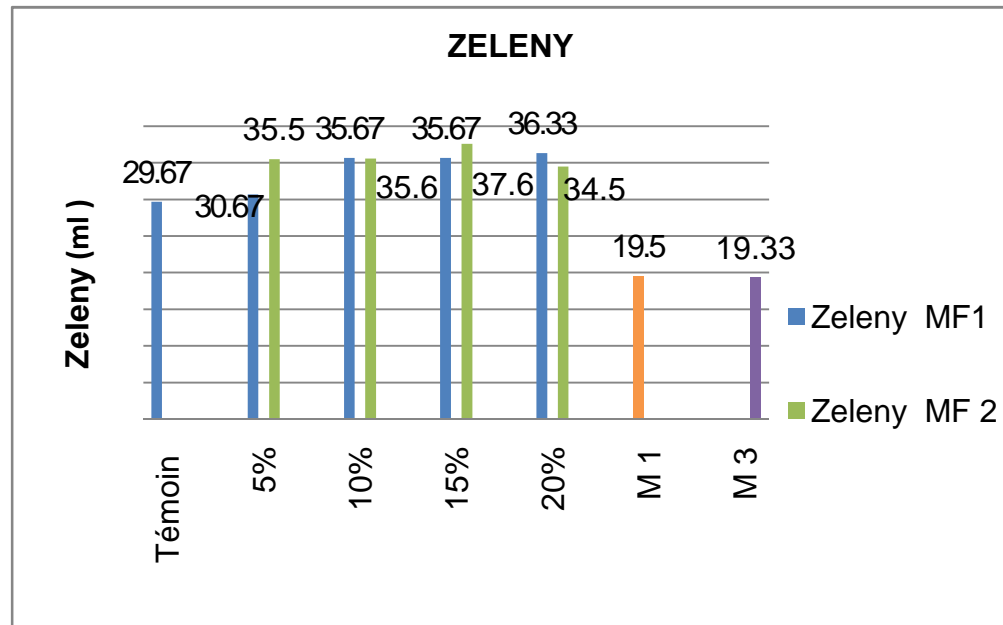


Figure 5.15 : Test Zeleny pour MF 1 et MF 2

Des différences très hautement significatives ont été observées entre les taux d'incorporation ($P < 5\%$) (Appendice C). En effet, il a été révélé deux groupes distincts et trois groupes distincts des groupes homogènes de moyennes respectivement pour le MF1 et MF2.

D'une façon générale, les résultats du test de zeleny pour les quatre taux d'incorporation se rapprochent et ils varient de 30,67ml à 36,33ml pour le MF1 et de 34,50 à 35,67ml pour le MF2. Toutefois, le MF1 et le MF2 qui ont montré une diminution de zeleny avec 19,50 et 19,33 ml par rapport au témoin qui est de 29,67ml. Cela est expliqué par la pauvreté des noyaux de dattes en protéine particulièrement les protéines du gluten et par conséquent une force boulangère insuffisante car selon la norme ISO N°5529, une valeur de moins de 18 ml est considéré comme insuffisante [103].

D'après la figure 5.16 illustrée ci –dessus, le zeleny présente une stabilité après chaque incorporation. Cela veut dire que la qualité du gluten n'est pas influencée par cette incorporation. Mais la farine du noyau de dattes a présenté des valeurs de zeleny remarquablement plus faibles, en effet la farine du noyau de dattes ne renferme pas du gluten.

5.5.4 Résultats du SDS

Les résultats obtenus du test SDS pour les quatres taux d'incorporation et le témoin sont illustrés dans la figure 5.6 et figure 5.7 consignés dans le tableau 5.22 (Appendice C). L'analyse de la variance a montré des différences très hautement significatives et hautement significatives ($P < 0,05$) pour le MF 1 et MF 2 respectivement (Appendice B). En effet, les valeurs du test SDS se rapprochent pour les quatres taux d'incorporation des MF 1 et MF 2 dont le taux moyen est de 46,03 ml et 52,17ml respectivement. Pour ce qui est du MF1, la plus grande valeur en SDS a été enregistrée par les taux 10% et 15% avec respectivement 53,50ml qui forment un groupe distinct des autres groupes homogènes de moyenne.

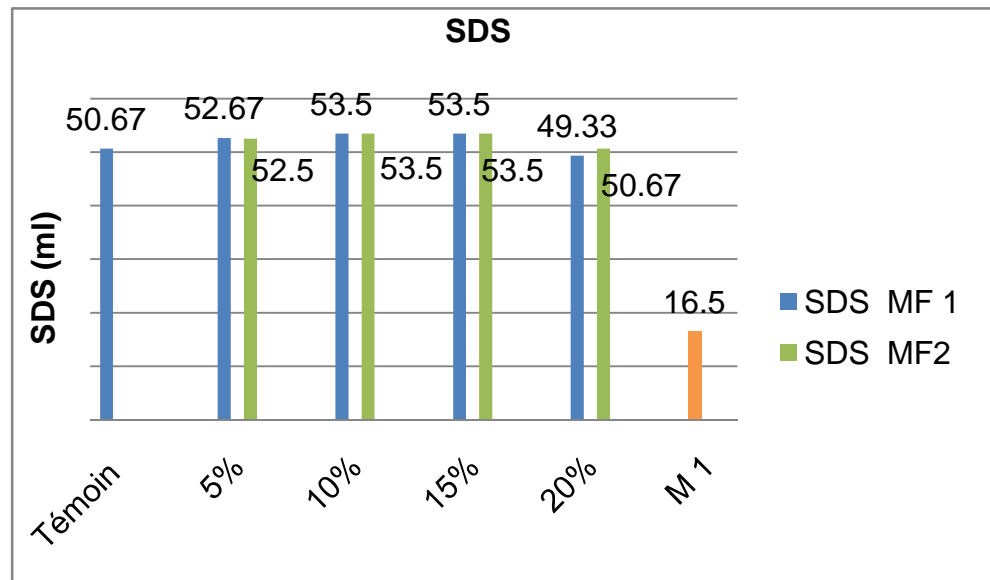


Figure 5.16 : Test SDS pour MF1 et MF 2

Trois groupes composés par le témoin et le taux 5% et 20% ont des valeurs en SDS de 50,67ml, 52,67 ml et 49,33 ml respectivement. La plus faible valeur a

été enregistrée par le M1 (noyaux de datte) et par conséquent un groupe distinct des autres groupes précédents homogènes de moyennes.

Concernant le MF2, la plus grande valeur de SDS a été signalée par les taux 10% et 15% avec respectivement 53,50 ml qui forme un groupe distinct des autres groupes homogènes de moyennes. La plus faible valeur a été par contre signalée pour le témoin et le taux 20% avec respectivement 50,67ml et 49,33ml. Par conséquent, un groupe distinct des groupes précédents. Une valeur intermédiaire a été enregistrée par le taux 5% avec respectivement 52,50 ml formant ainsi un groupe distinct des quatre groupes précédents.

D'après les figures illustrées ci-dessous le test SDS pour les deux mélanges présente une stabilité après chaque incorporation, montrant ainsi que le gluten n'est pas influencé par cette incorporation. Cependant, la farine du noyau de dattes présente une diminution du SDS et cela est dû à la pauvreté de la farine du noyau de dattes en gluten.

5.5.5 Résultats du gluten

La détermination du taux de gluten donne une indication sur les caractéristiques rhéologiques de la pâte d'où la nécessité d'avoir une teneur minimale en gluten sec de 9% en boulangerie [103].

5.5.5.1 Gluten humide

Les résultats du taux de gluten humide des quatre taux d'incorporation pour le MF1 et MF2 sont illustrés dans les figures 5.6 et rapportés dans les tableaux 5.23 (Appendice C).

L'analyse de la variance a révélé des différences très hautement significatives entre les différents taux d'incorporation ($P < 5\%$) (Appendice B).

D'une façon générale, il ya une diminution dans de taux du gluten humide avec l'augmentation du taux d'incorporation pour le MF1 et le MF2 avec des taux moyens qui oscillent entre 19,44% de MS et 21,89% de MS respectivement qui est bien illustré dans la figure 5.21.

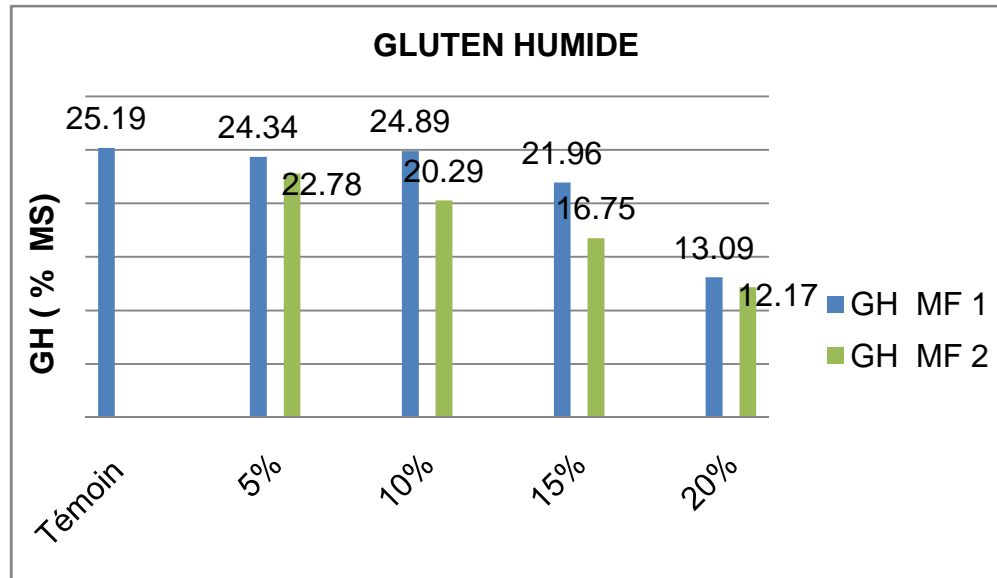


Figure 5.17 : Gluten humide pour MF 1 et MF 2

Pour le MF1, les groupes composés du témoin et des taux 5%, 10% et 15% ont des taux approximativement identiques avec respectivement 25,19 ; 24,34 ; 24,89 et 21,96 % MS formant ainsi un groupe distinct des autres groupes homogènes de moyenne. À l'opposée de ce groupe le taux 20% a enregistré le taux de gluten humide le plus faible avec 13,09% MS.

Concernant le MF2, le plus grand taux a été enregistré par le témoin avec 25,19% de MS, suivi par un groupe distinct des autres groupes homogènes de moyennes. Deux autres groupes se distinguent pour les taux 15% et 10% avec des taux plus faibles de 16,75 et 12,17 % de MS.

5.5.5. 2 Gluten sec

Les résultats du taux de gluten sec des quatre taux d'incorporation pour le MF1 et MF2 sont illustrés dans la figure 5.7 et rapportés dans le tableau 5.24 (Appendice C).

L'analyse de la variance a montré des différences très hautement significatives entre les différents taux d'incorporation ($P < 5\%$) (Appendice B).

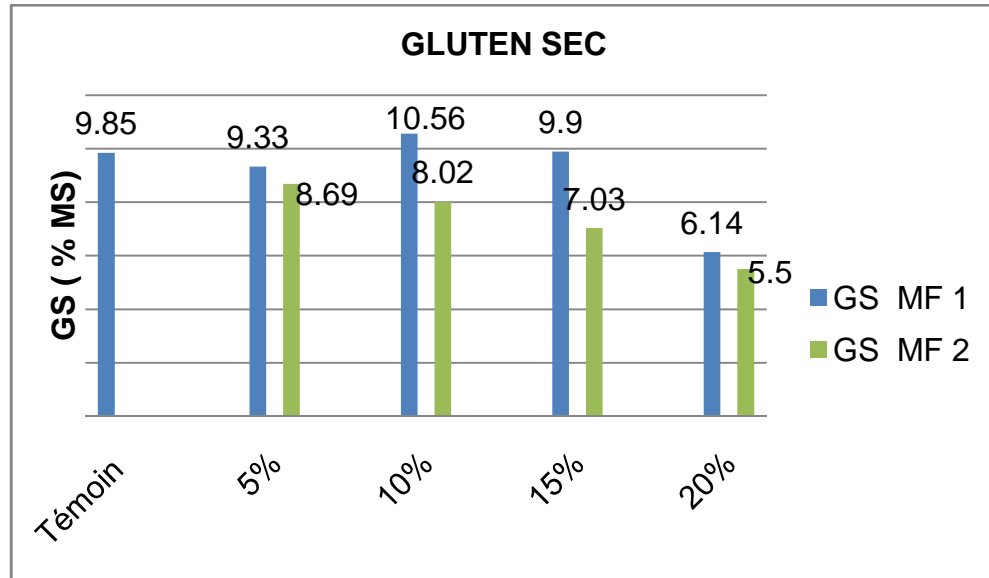


Figure 5.18 : Gluten sec pour MF 1 et MF 2

Les valeurs du gluten sec présentent des taux moyens qui oscillent entre 9,16% de MS et 7,82% de MS respectivement pour le MF1 et MF2. Concernant le MF1, les taux de GS varient de 9,16% et 7,82% MS qui forment un groupe distinct des autres homogènes des moyennes. A l'opposé de ce groupe, les autres taux montrent des valeurs de GS plus faibles avec 6,14% de MS.

Pour le MF2, le taux le plus faible a été enregistré par le témoin avec 9,85% de MS qui forme un groupe homogène distinct des autres groupes homogènes de moyennes. Il est suivi par un autre groupe composé par les taux 5% et 10% avec respectivement 8,69% de MS et 8,02% de MS. Deux groupes distincts des groupes précédents composés par les taux 15% et 20% ont enregistré un faible taux du GS avec respectivement 7,03% de MS et 5,56% MS.

Pour le MF2, le taux le plus faible a été enregistré par le témoin avec 9,85% de MS qui forme un groupe homogène distinct des autres groupes homogènes de moyennes. Il est suivi par un autre groupe composé par les taux 5% et 10% avec respectivement 8,69% de MS et 8,02% de MS. Deux groupes distincts des groupes précédents composés par les taux 15% et 20% ont enregistré un faible taux du GS avec respectivement 7,03% de MS et 5,56% MS.

5.5.5.3 Taux d'hydratation

Il est aussi appelé le coefficient d'hydratation du gluten qui représente la quantité d'eau absorbé par le gluten. Il s'obtient par la différence entre les résultats du gluten humide et gluten sec. Les résultats obtenus pour l'estimation du taux d'hydratation des quatres taux d'incorporation pour le MF1 et MF2 sont rapportés dans le tableau 5.27. Des différences significatives ont été observées entre les différents taux ($P= 0,0265$ et $P= 0,0293$) (Appendice B).

Tableau 5.25 : Résultats du taux d'hydratation pour MF1 et MF2

Taux INC	Taux HD (%) MF1	Taux HD(%) MF2
Témoin	62,54 ^A ± 1,38	62,54 ^A ± 1,38
5%	61,00 ^{AB} ± 3,00	61,52 ^A ± 5,67
10%	56,33 ^{AB} ± 6,51	60,47 ^{AB} ± 0,67
15%	54,50 ^{AB} ± 3,00	57,99 ^{AB} ± 0,05
20%	53,17 ^B ± 1,38	54,76 ^B ± 0,16

Les résultats du taux d'hydratation présentent une légère diminution avec l'augmentation du taux d'incorporation. Pour le MF1, il ya trois groupes distincts des groupes homogènes de moyennes dont des taux d'hydratation oscillent entre 62,54 ; 61,00-54,50 et 53,17%. Concernant le MF2, il a été enregistré trois groupes homogènes de moyennes dont taux d'hydratation oscillent entre 62,54-61,52%, 60,47-57,99% et 54,76% pour les taux de 5 à 20% et le témoin.

5.5.6 Caractéristiques alvéographiques

Les résultats des caractéristiques alvéographiques pour MF1aux quatres taux d'incorporation et le témoin sont illustrés dans la figure 5.8 et rapportés dans le tableau 5.26 (Appendice C).

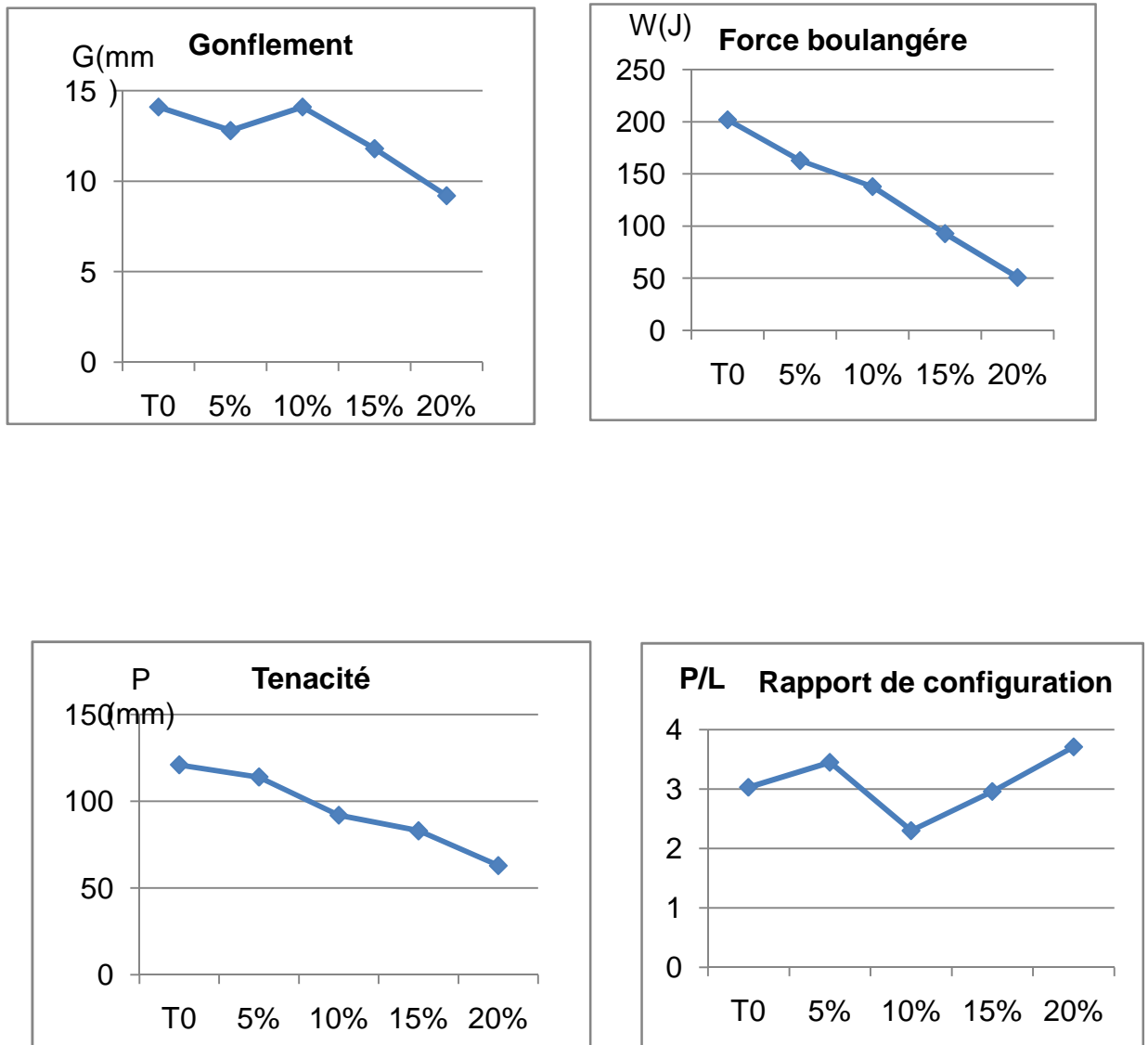


Figure 5.19 : Influence de la farine des noyaux de dattes incorporées à la farine boulangère sur ses caractéristiques alvéographiques

En effet, la tenacité (P) diminue au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation de 5 à 20%. Elle diminue de 114 à 92ml avec les taux 5 à 10% et de 83 à 63ml avec les taux 15 à 20%, alors que le P du témoin est de l'ordre 121ml comme il est montré dans la figure 5.23.

Concernant la force boulangère (W), elle diminue aussi avec l'augmentation du taux d'incorporation de la farine des noyaux de datte. Elle diminue faiblement

avec les taux d'incorporation 5 à 10 % soit 163 à 138 joules et considérablement (de 93 à 51 joules) avec les taux 15 à 20 %, comparativement au témoin, dont le W est de 202 joules.

Le rapport de configuration (P/L), est caractérisé par une irrégularité telle qu'il de 3,45 à 2,30 avec les taux d'incorporation 5 à 10% et de 2,96 à 3,71 aux taux 15 à 20%. Le P/L du témoin est de l'ordre 3,03.

Pour le gonflement(G), il varie de 12,8 à 14,1mm avec les taux 5 à 10% et de 11,8 à 9,2mm aux taux 15 à 20%. La valeur du G témoin étant de 14,1mm.

Enfin, le paramètre L ou longueur de la courbe ou rupture, diminue remarquablement de 114 à 63mm avec les taux 5 à 20%, alors que le L du témoin est de 121mm.

Ces résultats ne sont compatibles aux ceux rapportés par la norme ISO5530/4 [99] concernant le blé de type boulangerie dont le W doit se situés entre 130-180 joules, avec G élevé compris entre 20-23mm et P/L faible qui est de 0,45-0,65. Pour les variétés locales comme Siete-ceros, Florence Aurore et Strampeli, le W est compris entre 244-350 joules et 180 joules; P/L est entre 0,90-1,91 et 1,14 ; G est entre 22,3-19mm et 18,6mm respectivement [116].

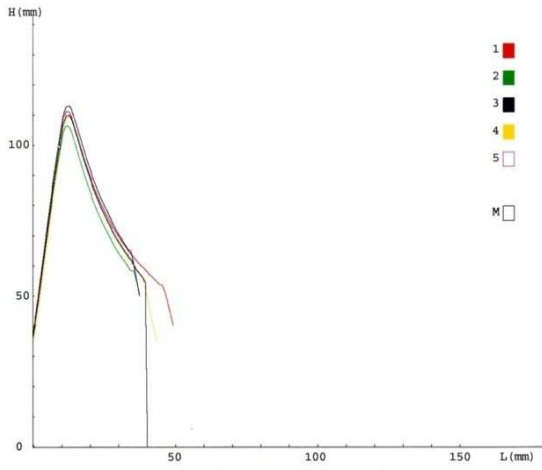


Figure 5.20 a : Alvéogramme du témoin

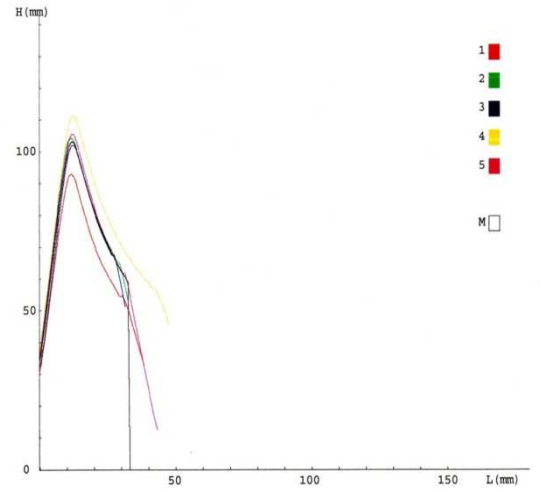


Figure 5.20 b : Alvéogramme à 5%

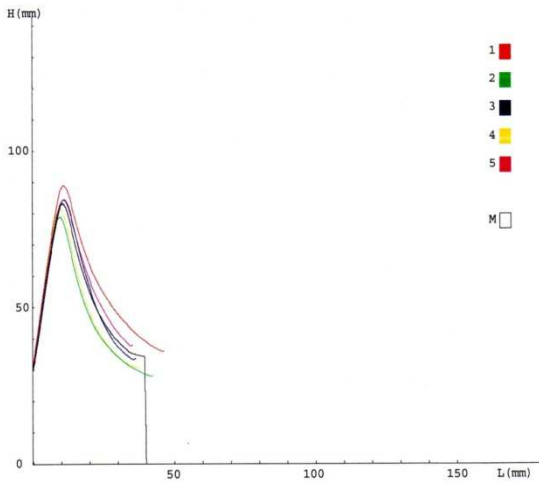


Figure 5.20 c : Alvéogramme à 10%

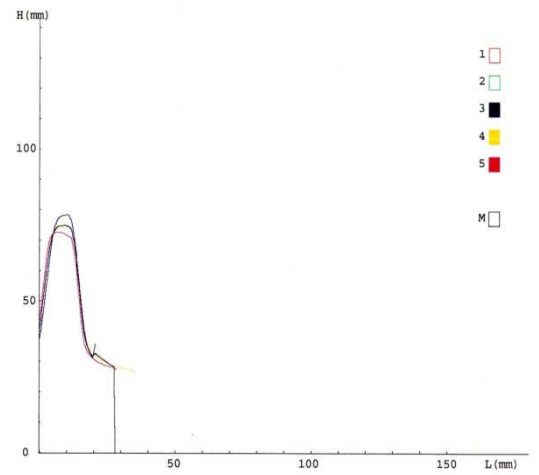


Figure 5.20 d : Alvéogramme à 15%

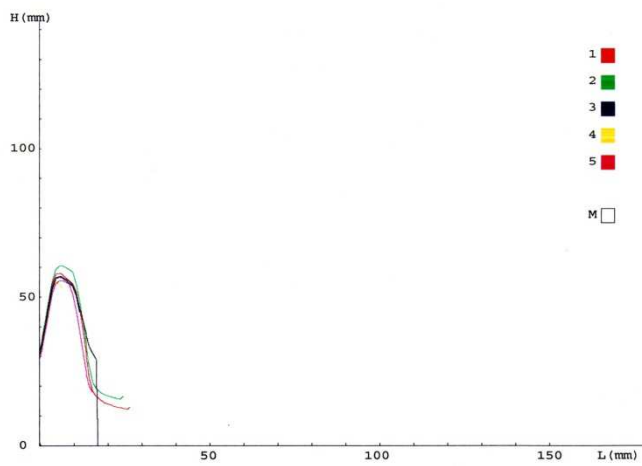


Figure 5.20e : Alvéogramme à 20%

Les paramètres alvéographiques cités changent au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation et par conséquent entraînent un changement de l'allure de l'alvéogramme comparativement au témoin(figure 5.8), cela est due ; soit à la dimension (particules) très grande de la farine des noyaux de datte par rapport à la farine témoin et par conséquent diminution de la cohésion entre particules (pont disulfure) ; soit à la pauvreté de la farine des noyaux de datte en protéines particulièrement le gluten qui est responsable des qualités plastiques de la pâte.

5.5.7 Résultats d'essai de panification

D'après les résultats obtenus sur les caractéristiques alvéographiques pour le MF1, il a été choisi pour l'essai de panification en incorporant celui-ci à la farine boulangère à quatre taux d'incorporation 5%, 10%, 15% et 20%.

5.5.7.1 Résultats du taux d'hydratation nécessaire à la panification

Les résultats obtenus pour le calcul du taux d'hydratation nécessaire à la panification pour les quatre taux d'incorporation, plus le témoin sont illustrés dans la figure 5.26 et rapportés dans le tableau 5.27 (Appendice C).

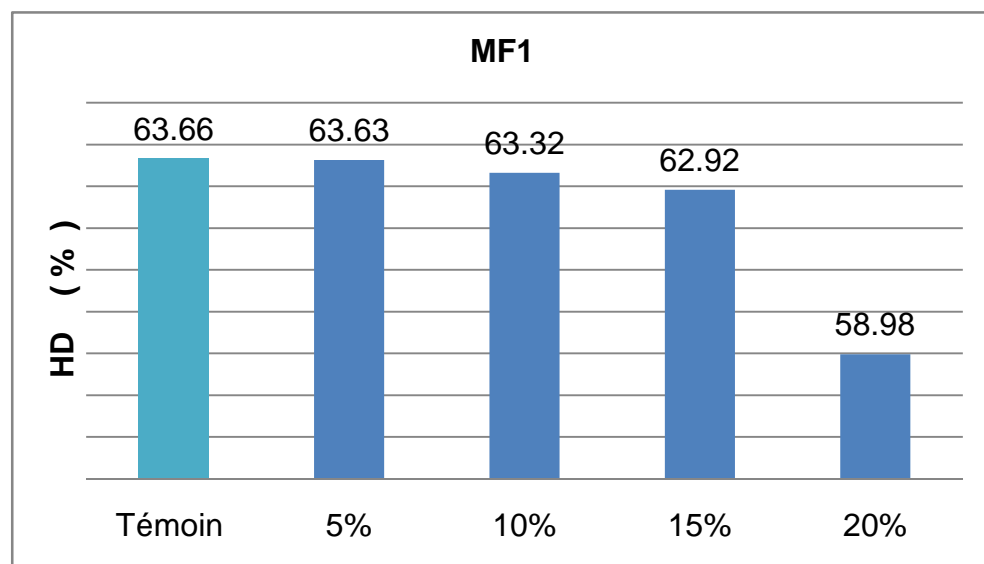


Figure 5.21 : Taux d'hydratation (panification)

D'après les résultats obtenus il a été observé une légère diminution du taux d'hydratation avec l'augmentation du taux d'incorporation à 5%, 10%, 15% 20%. Comparativement au témoin qui a un taux d'hydratation de 63,66%, il ya une diminution remarquable qui a été signalé au taux d'incorporation 20% qui est de 58,98% et par conséquent la modification des caractéristiques rhéologique et l'aspect extérieur de la pâte (couleur, les coups de lame, finesse de la croûte). En effet, le taux d'hydratation oscille autour du 60% ce qui correspond à une pâte batarde [114]. Ce taux apprécié lors du pétrissage, est proche du taux d'hydratation calculé précédemment (taux d'hydratation théorique).

5.5.7.2 Résultats des essais de panification avant cuisson

Les résultats de la panification, pâte du témoin et les pâtes à quatre taux d'incorporation sont présentés dans le tableau 5.28.

Tableau 5.28 : Résultats des essais de panification avant cuisson

Taux d'INC	Pâte			
	Pétrissage	Pointage	Façonnage	Apprêt
Témoin	Très élastique	Très rond	Très extensible	Très rond
5%	Elastique	Rond	Extensible	Rond
10%	Peu élastique	Rond	Peu extensible	Rond
15%	Peu élastique	Rond	Peu extensible	Rond
20%	Relâchant	Plat poreux	Cassant	Plat poreux

D'après les résultats obtenus la pâte perd son élasticité et son extensibilité au fur et à mesure de l'augmentation du taux d'incorporation notamment la pâte au taux 20% (figure 5.27).

La farine des noyaux de dattes non seulement est pauvre en gluten mais elle diminue la force boulangère de la farine de blé tendre en diminuant la force du gluten de celui-ci. Dans le cas du pain au son, il a été remarqué que le gluten ne pourrait pas suffisamment pour se développer de façon optimale à un niveau normale parce qu'il entré en compétition avec le son (absorption d'eau est importante [130]).



Figure 5.22. a : Pâte à 20% (Pointage)



Figure 5.22. b : Pâton à 20% (Façonnage)



Figure 5.22. c : Pâton à 20% (Apprêt)

5.5.7.3 Résultats des essais de panification après cuisson

Les résultats des essais de panification du pain témoin et pains à quatre taux d'incorporation 5%, 10%, 15% et 20% sont rapportés dans le tableau 5.29.

Tableau 5.29 : Résultats des essais de panification après cuisson

Taux d'INC	Aspect extérieur				Mie	
	section	croûte	Coups de lame	Couleur	Couleur	Texture
Témoin	Normale	Croustillante	Bien jetés	Rouge	Très Blanche	Bien alvéolée
5%	Normale	Croustillante	Bien jetés	Rouge	Blanche	Aéré-régulière
10%	Normale	Croustillante	Bien jetés	Terne	Marron clair	Aéré-régulière
15%	Normale	Normale	peu jetés	Terne	Marron clair foncée	serré et régulière
20%	Plate	molle	pas jetés	Marron et terne	marron très foncée	Très serrée

Les pains à 5% et 10% sont caractérisés par une section normale, une croûte croustillante, les coups de lame bien jetés. Cependant, ils sont caractérisés par une mie marron clair et peu alvéolée par rapport au témoin comme il est montré dans les figures (5.28, 5.29 et 5.30).

Concernant, les pains à 15% et 20% sont complètement différents par rapport au témoin, cela est dû à la quantité de la farine des noyaux ajoutés. La section normale, les coups de lame peu jetés, couleur marron foncée et mie serré celui des pains à 15%. Les pains à 20% sont caractérisés par une section plate, coups pas jetés, mie très foncée et très serré comme il est illustré dans les figures (5.31 et 5.32).



Figure 5.23 : Aspect extérieur et mie du pain témoin



Figure 5.24 a : Aspect extérieur du pain à 5%



Figure 5.24. b : : Aspect extérieur et mie du pain à 5%



Figure 5.25. a : Aspect extérieur du pain à 10%



Figure 5.25. b : Mie du pain à 10%



Figure 5.26. a : Aspect extérieur du pain à 15%



Figure 5.26. b : Mie du pain à 15%



Figure 5.27 : Aspect extérieur et mie du pain à 20%

Ces résultats se rapprochent de ceux rapportés par MOHAMED ALI BOUAZIZ [117], qui ont incorporé la farine des noyaux de dattes dégraissés à la farine de blé tendre avec des taux 1 à 3%, et dont les résultats ont révélé une diminution du volume du pain, un changement de la couleur de la mie, une légère augmentation de la texture du pain (les fines particules des noyaux de dattes) et une diminution significative du volume et de la texture du pain (particules grossières des noyaux de dattes).

5.5.7.4 Résultats de la masse des pains après cuisson

Les résultats obtenus de la détermination de la masse des pains des quatre taux d'incorporation et le témoin sont illustrés la figure 5.21 et rapportés dans le tableau 5.30 (Appendice C). Des différences non significatives ont été observées entre les pains à quatre taux d'incorporation et le pain témoin ($P= 0,0715$) (Appendice B).

Tableau 5.30 : Valeurs moyennes de la masse des pains après cuisson

Taux d'INC (%)	Masse (g)
Témoin	300,13 ± 7,94
5%	280,50 ± 34,27
10%	286,63 ± 41,31
15%	312,25 ± 2,60
20%	274,88 ± 31,05

5.5.8 Résultats de l'analyse sensorielle

Les pains sont tous dans l'ensemble acceptables pour la totalité des membres de dégustation en terme de saveur et de texture notamment le pain à 10%.

Le goût et la flaveur des pains incorporés à la farine du noyau de dattes sont améliorés en donnant un goût typique du noyau de dattes. Cependant, les pains à

20% d'incorporation ont été moins appréciés par leur couleur, goût et texture qui pourrait être due à la teneur élevée en noyaux.

En considérant, la couleur, goût, flaveur et texture attribués au taux d'incorporation des noyaux de dattes pourrait être supposé comme l'optimum à 10%. Donc, les pains sont acceptables en termes de qualité. Ils pourraient être utilisés dans les formulations des pains et autres produits alimentaires à taux d'incorporation à 10%.

En considérant, la couleur, goût, flaveur et texture attribués au taux d'incorporation des noyaux de dattes pourrait être supposé comme l'optimum à 10%. Donc, les pains sont acceptables en termes de qualité. Ils pourraient être utilisés dans les formulations des pains et autres produits alimentaires à taux d'incorporation à 10%.

CONCLUSION

Au terme de notre étude, les principales conclusions suivantes peuvent être tirées :

Le rendement d'extraction des farines des noyaux de datte est intéressant (66% en moyenne. Les noyaux de la variété Deglet Nour ont permis d'obtenir le taux d'extraction le plus élevé avec 76%.

Le paramètre d'humidité a été inférieur à 10% pour les cultivars Ziyéne, Kesba, Mech Degla et Mélange 2, ce qui facilite leur conservation.

La matière sèche est essentiellement constituée de glucides, de matières grasses, de protéines et de cendres dont les teneurs moyennes sont respectivement 66,33% MS, 10,14% MS, 7% MS et 1% MS. Donc, la farine de noyaux de dattes pouvant entrer dans la formulation de plusieurs régimes alimentaires et couvrir les différents besoins nutritionnels et métaboliques de l'homme.

Le profil en acides gras des noyaux de datte a montré une dominance de l'acide oléique (41,58% dans Mech Degla) et l'acide laurique (49,89% pour Kesba), suivi par les acides myristique, palmitique et linoléique, classant ainsi l'huile des noyaux de dattes comme une huile oléique-laurique. Cette huile est relativement stable du point de vue composition en acides gras saturés, mono insaturés et polyinsaturés, ce qui représente un avantage pour l'alimentation humaine.

Les éléments minéraux les plus abondants dans les noyaux de dattes sont le potassium (295,471mg /100g en moyenne) et le sodium (448,145mg/100g). Les farines des noyaux de dattes constituent ainsi un excellent moyen d'apport de potassium pour l'organisme.

Sur le plan microbiologique, par leur faible charge microbienne, les farines des noyaux de dattes présentent une très bonne qualité hygiénique et ne semblent pas nécessiter un traitement de stockage ou semblent pas nécessiter un traitement de stockage ou de conditionnement spécifique.

Les essais d'incorporation de la farine du noyau de dattes dans la farine boulangère ont démontré une activité amylasique insuffisante, une pauvreté en gluten et une faible force boulangère. Ainsi, les indicateurs technologiques chutent fortement tels que l'indice de chute qui diminue aux divers taux d'incorporation (de 320 à 285 s) ; le test de Zeleny qui diminue également aux taux d'incorporation (de 35,5 à 34,5ml) ainsi que le SDS (de 50,67 à 49,3ml).

Les pains fabriqués à partir de la farine du noyau de dattes incorporée dans la farine boulangère aux taux d'incorporation 5%, 10%, 15% et 20% sont tous dans l'ensemble acceptables en terme saveur et de couleur, particulièrement le pain au taux de 10%.

La composition chimique du noyau de dattes montre que sous produits pourra être valorisés par fractionnement de ces composants majeurs notamment la fraction lipidique et les fibres qui peuvent utilisés comme ingrédients dans les aliments.

Il est important d'introduire la farine (pauvre en gluten) des noyaux de dattes dans la formulation des aliments de régimes comme ceux des maladies de cœliaque. D'autres paramètres comme la fraction stérolique et l'étude de l'aspect toxicologique et l'identification des Polyphénols, l'activité antioxydante et fibres alimentaires méritent d'être investis.

APPENDICE A (1)

LES COURBES D'ETALONNAGES

Tableau 1 : Courbes d'étalonnage des sucres totaux hydrosolubles

µg	0	30	60	90	120
ABS	0	0,243	0,425	0,611	0,774

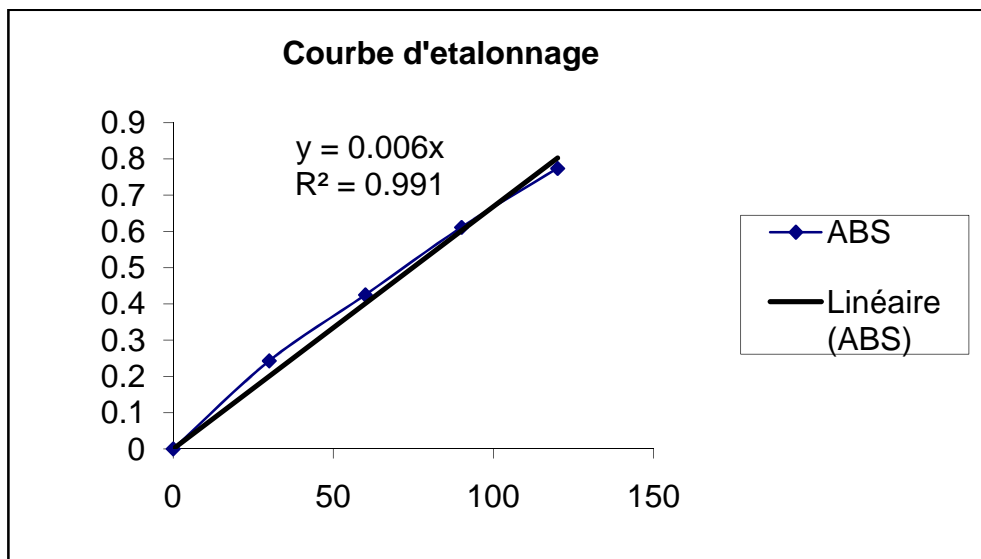


Figure 1 : courbe d'étalonnage de sucres totaux hydrosolubles

APPENDICE A

LES COURBES D'ETALONNAGES (2)

Tableau 2 : Courbe d'étalonnage du zinc

mg/l	1	2	5	10
D.O	0,046	0,092	0,229	0,421

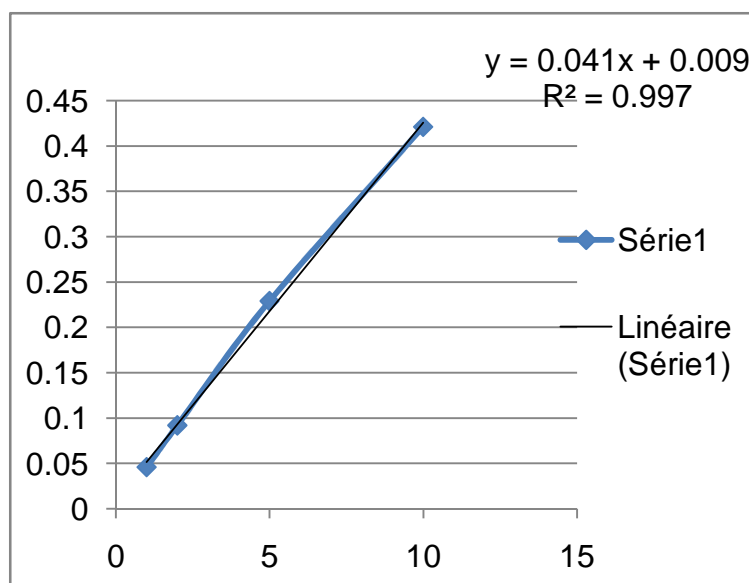


Figure 2 : Courbe d'étalonnage de zinc

Tableau3 : courbe d'étalonnage du cuivre

mg/l	0,5	1	2,5	5
D.O	0,012	0,027	0,066	0,139

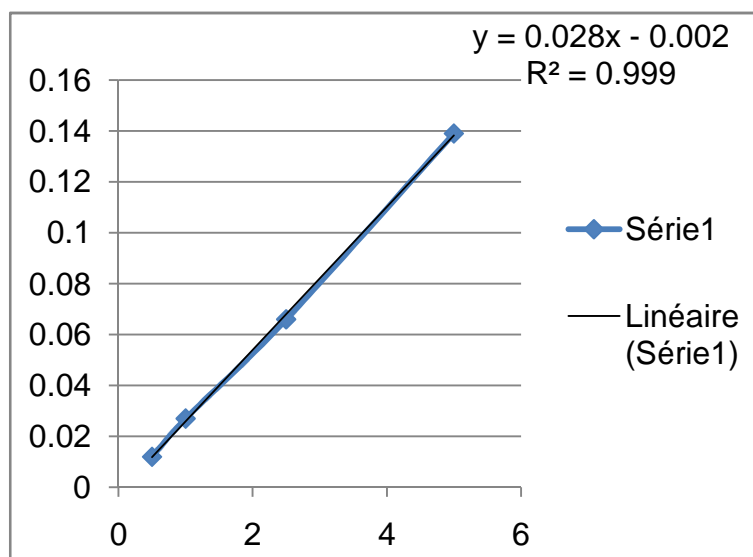


Figure 3 : Courbe d'étalonnage de cuivre

APPENDICE A

LES COURBES D'ETALONNAGES (3)

Tableau4 : courbe d'étalonnage du fer

mg/l	1	2	5	10
D.O	0,008	0,010	0,019	0,033

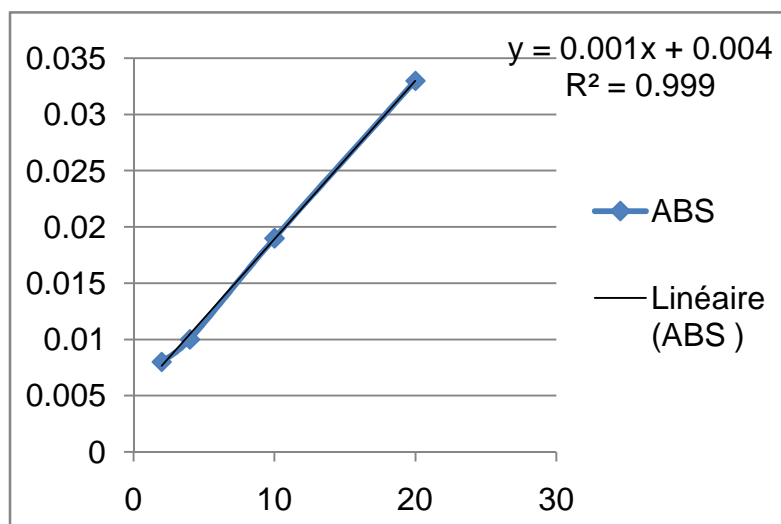
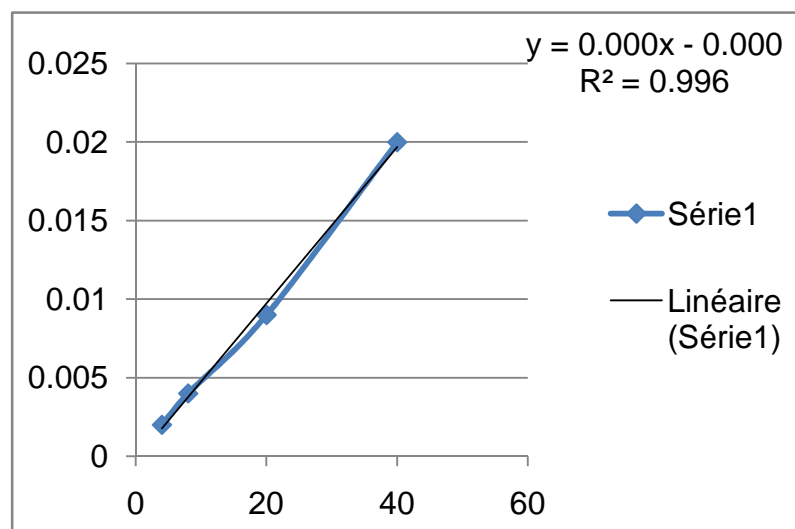


Figure 4 : Courbe d'étalonnage de fer

Tableau 5 : courbe d'étalonnage de calcium

mg/l	4	8	20	40
D.O	0,002	0,004	0,009	0,02



APPENDICE A

LES COURBES D'ETALONNAGES (4)

Tableau 6 : courbe d'étalonnage de magnésium

mg/l	0,1	0,2	0,5	1
D.O	0,062	0,090	0,143	0,251

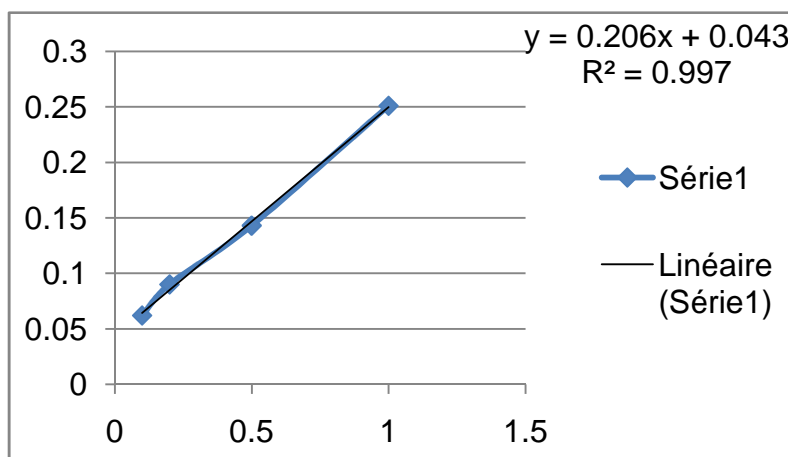


Figure 6 : Courbe d'étalonnage de Magnésium

Tableau 7 : courbe d'étalonnage de cadmium

mg/l	1	2	5	10
D.O	0,157	0,189	0,401	0,755

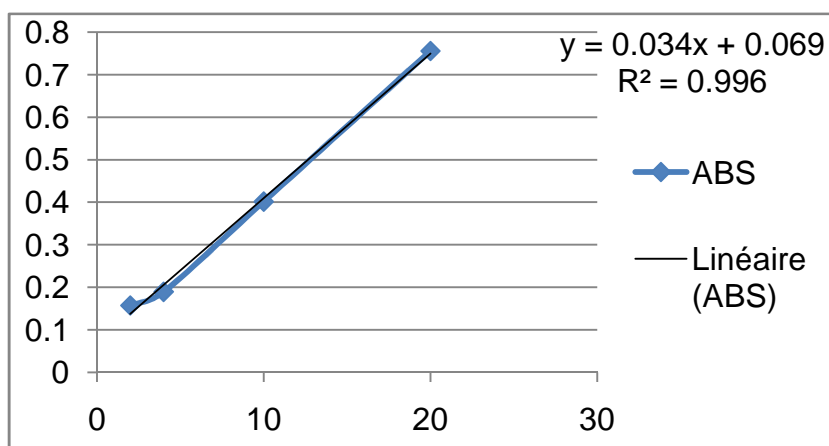


Figure 7 : Courbe d'étalonnage de Cadmium

APPENDICE B

L'analyse de la variance (1)

Tableau.1 : Analyse de la variance pour le facteur grosseur du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	2,23	179	0,01				
Var facteur	0,99	8	0,12	16,91	0,0000		
Var résiduelle	1,25	171	0,01			0,09	21,9%

Tableau 2 : Analyse de la variance pour le facteur longueur du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	16,27	179	0,09				
Var facteur	15,16	8	1,89	291,48	0,0000		
Var résiduelle	1,11	171	0,01			0,08	3,4%

Tableau 4 : Analyse de la variance pour le facteur poids du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	6,05	89	0,07				
Var facteur	3,55	8	0,44	14,41	0,0000		
Var résiduelle	2,50	81	0,03			0,18	15,3%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (2)

Tableau 5 : Analyse de la variance pour le facteur poids des 20 noyaux d dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	466,46	26	17,94				
Var facteur	456,49	8	57,06	102,92	0,0000		
Var résiduelle	9,98	18	0,55			0,74	3,5%

Tableau 6 : Analyse de la variance pour le facteur d'humidité du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	196,38	35	5,61				
Var facteur	195,98	11	17,82	1078,78	0,0000		
Var résiduelle	0,40	24	0,02			0,13	1,4%

Tableau 7 : Analyse de la variance pour le facteur matière sèche du noyau

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	16,17	17	0,99				
Var facteur	16,58	5	3,32	211,43	0,0000		
Var résiduelle	0,19	17	0,02			0,13	0,1%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (3)

Tableau 8 : Analyse de la variance pour le facteur taux cendres du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	18,60	35	0,53				
Var facteur	18,55	11	1,69	861,47	0,0000		
Var résiduelle	0,05	24	0,00			0,04	3,7%

Tableau 9 : Analyse de la variance pour le facteur de la matière organique du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	18,62	35	0,53				
Var facteur	18,57	11	1,69	858,78	0,0000		
Var résiduelle	0,05	24	0,00			0,04	0,0%

Tableau 10 : Analyse de la variance pour le facteur taux des protéines brutes du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	78,09	35	2,23				
Var facteur	73,76	11	6,71	37,11	0,0000		
Var résiduelle	4,34	24	0,18			0,43	6,1%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (4)

Tableau 11 : Analyse de la variance pour le facteur taux de cellulose brute du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	183,75	35	5,25				
Var facteur	140,84	11	12,80	7,16	0,0000		
Var résiduelle	42,92	24	1,79			1,34	8,8%

Tableau 13 : Analyse de la variance pour le facteur matière grasse du noyau des

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	71,85	35	2,05				
Var facteur	66,30	11	6,03	26,10	0,0000		
Var résiduelle	5,54	24	0,23			0,48	9,0%

Tableau 13 : Analyse de la variance pour le facteur matière grasse

APPENDICE B

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	58,18	14	4,16				
Var facteur	22,19	4	5,55	1,54	0,2632		
Var résiduelle	36,00	10	3,60			1,90	18,0%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (5)

Tableau 14 : Analyse de la variance pour le facteur pH du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	2,62	35	0,07				
Var facteur	1,77	11	0,16	4,54	0,0010		
Var résiduelle	0,85	24	0,04			0,19	3,2%

Tableau 15 : Analyse de la variance pour le facteur acidité grasse du noyau des dattes

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	0,00	17	0,00				
Var facteur	0,00	5	0,00	1,54	0,2489		
Var résiduelle	0,00	12	0,00			0,01	46,8%

Tableau 16 : Analyse de la variance pour le facteur humidité pour MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	3,45	14	0,25				
Var facteur	2,51	4	0,63	6,65	0,0073		
Var résiduelle	0,94	10	0,09			0,31	2,1%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (6)

Tableau 17 : Analyse de la variance pour le facteur humidité pour MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	1,65	14	0,12				
Var facteur	1,61	4	0,40	110,50	0,0000		
Var résiduelle	0,04	10	0,00			0,06	0,4%

Tableau 18 : Analyse de la variance pour le facteur indice de chute pour MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	3329,73	14	237,84				
Var facteur	3181,73	4	795,43	53,75	0,0000		
Var résiduelle	148,00	10	14,80			3,85	1,2%

Tableau 19 : Analyse de la variance pour le facteur indice de chute pour MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	3919,73	14	279,98				
Var facteur	3229,07	4	807,27	11,69	0,0010		
Var résiduelle	690,67	10	69,07			8,31	2,7%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (7)

Tableau 20: Analyse de la variance pour le facteur indice de chute en fonction

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	2142,29	20	107,11	1,16	0,3800		
Var facteur	711,79	6	118,63				
Var résiduelle	1430,50	14	102,18			10,11	15,0%

des variétés

Tableau 21 : Analyse de la variance pour le facteur zeleny pour MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	656,57	17	38,62				
Var facteur	652,74	5	130,55	408,67	0,0000		
Var résiduelle	3,83	12	0,32			0,57	1,8%

Tableau 22 : Analyse de la variance pour le facteur zeleny MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	582,50	17	34,26				
Var facteur	579,17	5	115,83	417,00	0,0000		
Var résiduelle	3,33	12	0,28			0,53	1,7%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (8)

Tableau 23 : Analyse de la variance pour le facteur SDS MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	3195,74	17	187,98				
Var facteur	3180,24	5	636,05	492,42	0,0000		
Var résiduelle	15,50	12	1,29			1,14	2,5%

Tableau 24 : Analyse de la variance pour le facteur SDS MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	31,33	14	2,24				
Var facteur	24,50	4	6,13	8,96	0,0026		
Var résiduelle	6,83	10	0,68			0,83	1,6%

Tableau 25 : Analyse de la variance pour le facteur gluten humide MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	341.23	14	24.37				
Var facteur	309.94	4	77.48	24.76	0.0001		
Var résiduelle	31.30	10	3.13			1.77	8.1%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (9)

Tableau 26 : Analyse de la variance pour le facteur gluten humide MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	331,80	14	23,70				
Var facteur	315,64	4	78,91	48,84	0,0000		
Var résiduelle	16,16	10	1,62			1,27	6,5%

Tableau 27 : Analyse de la variance pour le facteur gluten sec MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	42,13	14	3,01				
Var facteur	36,44	4	9,11	16,02	0,0003		
Var résiduelle	5,69	10	0,57			0,75	8,2%

Tableau 28 : Analyse de la variance pour le facteur gluten sec MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	34,97	14	2,50				
Var facteur	32,74	4	8,18	36,63	0,0000		
Var résiduelle	2,23	10	0,22			0,47	6,0%

APPENDICE B

L'analyse de la variance (10)

Tableau 29: Analyse de la variance pour le facteur taux d'hydratation pour MF1

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	314,49	14	22,46				
Var facteur	200,37	4	50,09	4,39	0,0265		
Var résiduelle	114,12	10	11,14			3,38	5,9%

Tableau 30: Analyse de la variance pour le facteur taux d'hydratation pour MF2

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	186,04	14	13,29				
Var facteur	117,00	4	29,25	4,24	0,0293		
Var résiduelle	69,03	10	6,90			2,63	4,4%

Tableau 31: Analyse de la variance pour le facteur masse des pains

	S.C.E	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba	E.T	C.V
Var totale	34800,37	39	892,32				
Var facteur	7393,25	4	1848,31	2,36	0,0715		
Var résiduelle	27407,13	35	783,06			27,98	9,6%

APPENDICE C(1)

Tableaux des résultats

Tableau 4.1 : Rampe de programmation de la CPG

Conditions	Rampe	Température (°C)	Temps / mn
Initial	-	45	3 .00
Rampe	20	190	30

Tableau 4.2 : Masse de farine nécessaire à l'essai en fonction de la teneur en ea

* : celui témoin et 5% ; ** : celui de 10% ; *** : celui de 15% ; **** : celui de 20%.

Teneur en eau (%)	Masse de farine	Teneur en eau (%)	Masse de farine	Teneur en eau (%)	Masse de farine
11,0	1 933	13,0	1 977	15,0	2024
11,1	1 935	13,1	1 979	15,1	2026
11,2	1 937	13,2****	1 982	15,2	2028
11,3	1 939	13,3***	1 984	15,3	2031
11,4	1 941	13,4	1,986	15,4	2033
11,5	1 944	13,5	1 988	15,5	2036
11,6	1 946	13,6**	1 991	15,6	2038
11,7	1 948	13,7	1 993	15,7	2040
11,8	1 950	13,8	1 995	15,8	2043
11,9	1 952	13,9	1 998	15,9	2045
12,0	1 955	14,0	2000	16,0	2048
12,1	1 957	14,1	2002	16,1	2050
12,2	1 959	14,2	2005	16,2	2053
12,3	1 961	14,3	2007	16,3	2055
12,4	1 963	14,4*	2009	16,4	2067
12,5	1 966	14,5	2012	16,5	2060
12,6	1 968	14,6	2014	16,6	2062
12,7	1 970	14,7	2016	16,7	2065
12,8	1 972	14,8	2019	16,8	2067
12,9	1 975	14,9	2021	16,9	2070

APPENDICE C(2)

Tableaux des résultats

Tableau 5.3 : valeurs moyennes d'humidité des noyaux des cultivars de dattes étudiés

Variétés	Humidité (%)
Mech degla	$9,38^E \pm 0,01$
Ziyéne	$6,76^G \pm 0,02$
Kesba	$6,95^G \pm 0,06$
Takermust	$12,75^A \pm 0,02$
Thouri	$11,36^D \pm 0,07$
Deglet Nour	$8,08^F \pm 0,09$
Degla Baida	$6,37^H \pm 0,04$
Ghars	$12,42^B \pm 0,37$
Hamraya	$6,79^G \pm 0,02$
Mélange 1	$11,17^D \pm 0,01$
Mélange 2	$8,08^F \pm 0,08$
Mélange 3	$11,78^C \pm 0,19$

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres sont significativement différents ($P < 5\%$).

APPENDICE C(3)

Tableaux des résultats

Tableau 5.4 : Valeurs moyennes en matière sèche des noyaux de variétés de dattes étudiés

Variétés	Matière sèche (%)
Mech degla	89,82 ^A ± 0,17
Ziyéne	89,14 ^C ± 0,09
Kesba	87,09 ^F ± 0,07
Takermust	87,88 ^E ± 0,09
Thouri	88,38 ^D ± 0,03
Deglet Nour	91,92 ^C ± 0,09
Degla Baida	93,63 ^A ± 0,04
Ghars	87,58 ^G ± 0,37
Hamraya	93,21 ^B ± 0,02
Mélange 1	89,56 ^B ± 0,21
Mélange 2	91,92 ^C ± 0,08
Mélange 3	88,31 ^F ± 0,11

Les moyennes des trois déterminations avec les lettres ont significativement différents (P<5%).

APPENDICE C(4)

Tableaux des résultats

Tableau 5.5 : Valeurs moyennes des teneurs en cendres des noyaux des variétés des dattes étudiées.

Variétés	Cendres (%MS)
Mech Degla	1,08 ^{BC} ± 0,01
Ziyéne	0,88 ^D ± 0,04
Kesba	1,12 ^B ± 0,01
Takermust	0,99 ^C ± 0,01
Thouri	1,03 ^{BC} ± 0,00
Deglet Nour	1,08 ^{BC} ± 0,00
Degla Baida	1,01 ^C ± 0,05
Ghars	0,80 ^D ± 0,00
Hamraya	0,85 ^D ± 0,01
Mélange 1	0,88 ^D ± 0,01
Mélange 2	1,01 ^C ± 0,02
Mélange 3	3,55 ^A ± 0,14

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres significativement différents (P<0,05).

APPENDICE C(5)

Tableaux des résultats

Tableau 5.6 : Valeurs moyennes de la matière organique des noyaux des variétés de dattes étudiées.

Variétés	Matière organique (%MS)
Mech Degla	98,92 ^{BC} ± 0,01
Ziyéne	99,12 ^A ± 0,03
Kesba	98,88 ^C ± 0,01
Takermust	99,00 ^B ± 0,03
Thouri	98,97 ^{BC} ± 0,01
Deglet Nour	98,92 ^{BC} ± 0,01
Degla Baida	98,99 ^B ± 0,05
Ghars	99,21 ^A ± 0,00
Hamraya	99,15 ^A ± 0,01
Mélange 1	99,12 ^B ± 0,01
Mélange 2	99,00 ^B ± 0,01
Mélange 3	96,45 ^D ± 0,14

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres (A, B, C et BC) sont significativement différents ($P < 0,05$).

APPENDICE C(6)

Tableaux des résultats

Tableau 5.7 : Valeurs moyennes en protéines brutes des noyaux de variétés de dattes étudiées.

Variétés	Protéines brutes (% MS)
Mech Degla	4,88 ^F ± 0,16
Ziyéne	7,78 ^B ± 0,11
Kesba	8,04 ^B ± 1,12
Takermust	6,95 ^C ± 0,19
Thouri	5,85 ^{DE} ± 0,05
Deglet Nour	8,59 ^B ± 0,68
Degla Baida	6,61 ^{CD} ± 0,17
Ghars	6,51 ^{CD} ± 0,11
Hamraya	6,72 ^{CD} ± 0,29
Mélange 1	6,71 ^{CD} ± 0,12
Mélange 2	5,31 ^{EF} ± 0,21
Mélange 3	10,34 ^A ± 0,45

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres (A, B, C, F, CD, DE et EF) sont significativement différents (P<0,05).

APPENDICE C(7)

Tableaux des résultats

Tableau 5.8 : Valeurs moyennes en cellulose brute des noyaux des variétés de dattes étudiées.

Variétés	Cellulose brute (% MS)
Mech Degla	$17,05^B \pm 1,77$
Ziyéne	$11,69^C \pm 0,88$
Kesba	$14,93^{BC} \pm 0,51$
Takermust	$20,07^A \pm 1,63$
Thouri	$14,93^{BC} \pm 1,32$
Deglet Nour	$13,54^{BC} \pm 1,17$
Degla Baida	$16,27^B \pm 1,39$
Ghars	$14,78^{BC} \pm 0,60$
Hamraya	$13,94^{BC} \pm 0,31$
Mélange 1	$14,67^{BC} \pm 0,64$
Mélange 2	$14,14^{BC} \pm 2,95$
Mélange 3	$15,76^B \pm 0,05$

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres (A, B, C et BC) sont significativement différents ($P < 0,05$).

APPENDICE C(8)

Tableaux des résultats

Tableau 5.9 : Valeurs moyennes en sucres totaux hydrosolubles des noyaux des variétés de dattes étudiées

Variétés	Sucres totaux hydrosolubles (% MS)
Mech Degla	4,69 ^D ± 0,15
Ziyéne	2,68 ^E ± 0,10
Kesba	4,65 ^D ± 0,42
Takermust	4,49 ^D ± 0,26
Thouri	4,34 ^D ± 0,03
Deglet Nour	6,02 ^{BC} ± 1,24
Degla Baida	7,09 ^{AB} ± 0,74
Ghars	7,08 ^{AB} ± 0,03
Hamraya	7,41 ^A ± 0,29
Mélange 1	4,34 ^D ± 0,24
Mélange 2	6,07 ^{BC} ± 0,18
Mélange 3	5,15 ^{CD} ± 0,51

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres (A, AB, C, E, CD, D et BC) sont significativement différents (P<0,05).

APPENDICE C(9)

Tableaux des résultats

Tableau 5.10 : Valeurs moyennes en matière grasse des noyaux des variétés de dattes étudiées

Variétés	Matière grasse (% MS)
Mech Degla	6,2
Ziyéne	10,61
Kesba	8,22
Takermust	11,38
Thouri	11,08
Deglet Nour	9,81 ± 1,78
Degla Baida	8,72 ± 1,02
Ghars	11,70 ± 1,76
Hamraya	10,39 ± 3,21
Mélange 1	11,67
Mélange 2	9,97
Mélange 3	12,02 ± 0.67

Les moyennes de trois déterminations sont non significativement différents (P>0,05).

APPENDICE C(10)

Tableaux des résultats

Tableau 5.15 : les valeurs moyennes du pH des noyaux des variétés de dattes étudiées

Variétés	pH
Mech Degla	$5,74^{ABC} \pm 0,19$
Ziyéne	$5,78^{BC} \pm 0,10$
Kesba	$5,80^{ABC} \pm 0,13$
Takermust	$6,25^A \pm 0,23$
Thouri	$6,04^{AB} \pm 0,04$
Deglet Nour	$5,76^{ABC} \pm 0,07$
Degla Baida	$5,91^{ABC} \pm 0,19$
Ghars	$6,12^A \pm 0,09$
Hamraya	$5,93^{ABC} \pm 0,13$
Mélange 1	$5,47^C \pm 0,47$
Mélange 2	$5,57^{BC} \pm 0,03$
Mélange 3	$5,59^{BC} \pm 0,15$

Les moyennes de trois déterminations avec les lettres (A, AB, ABC, BC et C) sont significativement différents ($P < 0,05$).

APPENDICE C(11)

Tableaux des résultats

Tableau 5.16 : les valeurs moyennes de l'acidité grasse des noyaux des variétés de dattes étudiées

Variétés	Acidité grasse (%)
Mech Degla	0,04 ± 0,00
Ziyéne	0,02 ± 0,01
Kesba	0,04 ± 0,02
Takermust	0,02 ± 0,00
Thouri	0,01 ± 0,02
Deglet Nour	0,03 ± 0,01
Degla Baida	/
Ghars	/
Hamraya	/
Mélange 1	/
Mélange 2	/
Mélange 3	/

APPENDICE C12)

Tableaux des résultats

Tableau 5.18 : L'humidité pour MF 1 et MF 2.

Taux INC	H%(MF1)	H%(MF2)
Témoïn	14,85 ^{AB} ± 0,11	14,85 ^A ± 0,11
5%	15,26 ^A ± 0,68	14,55 ^B ± 0,03
10%	14,53 ^{BC} ± 0,03	14,31 ^C ± 0,04
15%	14,48 ^{BC} ± 0,02	14,10 ^D ± 0,05
20%	14,03 ^C ± 0,03	13,92 ^E ± 0,04

Tableau 5.19 : L'indice de chute pour MF 1 et MF 2.

Taux INC	INC (en secondes) MF1	INC (en secondes) MF2
Témoïn	328,67 ^B ± 1,53	328,67 ^A ± 1,53
5%	336,00 ^A ± 5,00	320,00 ^A ± 10,00
10%	320,00 ^C ± 4,00	315,33 ^A ± 2,52
15%	310,33 ^D ± 0,58	308,33 ^A ± 13,50
20%	294,33 ^E ± 5,51	285,33 ^B ± 7,37

APPENDICE C(13)

Tableaux des résultats

Tableau 5.21 : Résultats du zeleny pour MF1 et MF2

Taux INC	Zeleny (en ml) MF1	Zeleny (en ml) MF2
Témoin	29,67 ^B ± 0,58	29,67±0,58
5%	30,67 ^B ± 1,15	35,50±0,50
10%	35,67 ^A ± 0,58	35,67±0,58
15%	35,67 ^A ± 0,58	37,67±0,58
20%	36,33 ^A ± 0,58	34,50±0,50
Mélange 3	19,50 ^C ± 0,50	/
Mélange 1		19,33±1,15

APPENDICE C(13)

Tableaux des résultats

Tableau 5.22 : Résultats du SDS pour MF1 et MF2

Taux INC	SDS (en ml) MF1	SDS (en ml) MF2
Témoin	50,67 ^{BC} ± 1,53	50,67 ^B ± 1,53
5%	52,67 ^{AB} ± 0,58	52,50 ^{AB} ± 0,50
10%	53,50 ^A ± 0,50	53,50 ^A ± 0,50
15%	53,50 ^A ± 0,50	53,50 ^A ± 0,50
20%	49,33 ^C ± 2,08	50,67 ^B ± 0,58
Mélange 3	/	/
Mélange 1	16,50 ^D ± 0,50	/

Tableau 5.23 : Résultats du gluten humide pour MF1 et MF2

Taux INC	GH (en %) MF1	GH (en %) MF2
Témoin	25,19 ^A ± 1,84	25,19 ^A ± 1,84
5%	24,34 ^A ± 0,90	22,78 ^B ± 1,35
10%	24,89 ^A ± 1,69	20,29 ^C ± 0,76
15%	21,96 ^A ± 2,92	16,75 ^D ± 0,01
20%	13,09 ^B ± 0,33	12,17 ^E ± 1,52

APPENDICE C(14)

Tableaux des résultats

Tableau 5.24 : Résultats de gluten sec pour MF1 et MF2

Taux INC	GS (%) MF1	GS(%) MF2
Témoin	9,85 ^A ± 0,00	9,85 ^A ± 0,00
5%	9,33 ^A ± 0,35	8,69 ^B ± 0,77
10%	10,56 ^A ± 0,83	8,02 ^B ± 0,17
15%	9,90 ^A ± 1,43	7,03 ^C ± 0,01
20%	6,14 ^B ± 0,04	5,50 ^D ± 0,70

Tableau 5.26 : Résultats des caractéristiques alvéographiques pour MF1

Taux d'INC Paramètres	T0	5%	10%	15%	20%
P	121	114	92	83	63
L	40	33	40	28	17
G	14,1	12,8	14,1	11,8	9,2
W	202	163	138	93	51
P/L	3,03	3,45	2,30	2,96	3,71

APPENDICE C(15)

Tableaux des résultats

Tableau 5.27 : Résultats du taux d'hydratation de la farine témoin et les quatre taux d'incorporation (panification)

Taux d'hydratation	(%)
Témoin	63,66
5%	63,63
10%	63,32
15%	62,92
20%	58,98

APPENDICE C(16)

Tableaux des résultats

HUILE

Method Name : HUILE ISOTHERME

Method File : C:\HUILE d'olive CPG\Port d'Alger\HUILE ISOTHERME.mth

Chromatogram : **Standard**

Operator ID : A F Company Name : LABORATOIRE ALG

Analysed : 08/08/2011 11:46 Printed : 04/10/2011 10:38

Sample ID : Standard Channel : (FID)

Analysis Type : UnkNown (Area) Calc. Method : Area %

Warning Chromatogram has been subjected to manual integration.

Peak Number #	Area %	Ret.Time	Area	BC
Peak 1	9.6104	1.10	10241710	RS
C16	24.9138	12.88	26550320	mi
C18 1	9.7636	16.34	10404920	mi
C18 2	55.7122	16.98	59371680	mi

APPENDICE D
APPAREILLAGE (1)

1. Appareillage (humidité)

- ❖ Balance analytique de type Précisa 100A-300M. ;
- ❖ Etuve isotherme, à chauffage électrique, réglé à 130°C ±1,0 de type Chopin ;
- ❖ Déssicateur de type Mit-418 ;
- ❖ Thermomètre gradué ;
- ❖ Capsules métallique à couvercle.

2. Appareillage (cendres)

- ❖ Balance analytique de type précisa 100A-300M ;
- ❖ Déssicateur de type Mit-418 ;
- ❖ Four à moufle de type Buhler réglé à 900°C ;
- ❖ Capsules en porcelaine (Avicnon).

3. Appareillage (pH)

- ❖ Bain marie de type Hair –HRCU 420 ;
- ❖ pH mètre de type Mettler AE200 ;
- ❖ Balance analytique de type Précisa 100A-300M.

4. Appareillage (acidité grasse)

- ❖ Balance analytique de type précisa 100A-300M.
- ❖ Centrifugeuse de type

5. Appareillage (matière grasse)

- ❖ Balance analytique de type précisa 100A-300M,
- ❖ Etuve de type Kottermann 2712,
- ❖ Soxhlet à 6 poste de type Gerhardt,
- ❖ Rotavapor de type : 2108- Rotadest

APPENDICE D
APPAREILLAGE (2)

6. Appareillage (sucres totaux hydrosolubles)

- ❖ Agitateur Vortex,
- ❖ Bain marie de type Hair –HRCU 420,
- ❖ Spectrophotomètre UV-Visible de type SHIMADZU.

7. Appareillage : (cellulose brute)

Le dispositif d'hydrolyse de type HEIDELBERG –U2 / 500 ml composé de :

- ❖ Chauffe ballon,
- ❖ Ballon de 500 ml,
- ❖ Réfrigérant vertical,
- ❖ Creuset filtrant de porosité 2,
- ❖ Centrifugeuse de type NF 400,
- ❖ Etuve de type Etuve de type Kottermann 2712,
- ❖ Four à moufle de type HERAEUS- 2110.

8. Appareillage : (protéine brute)

- ❖ Appareil de minéralisation de type 1007digester- TECATOR,
- ❖ Matras KJELDAHL,
- ❖ Appareil de distillation de l'azote de type BUCHI,
- ❖ Hotte ventilée.

APPENDICE D
APPAREILLAGE (3))

9. Appareillage : (éléments minéraux)

- ❖ Etuve de type Kottermann réglée à 105°C
- ❖ Four à moufle de type Buhler réglée à 800°C,
- ❖ plaque chauffante,
- ❖ Creusets en silice,
- ❖ Verre de montre de diamètre approprié,
- ❖ Verre de montre de diamètre approprié,
- ❖ Appareil à absorption atomique de flamme de type PYE UNICAM SP9 (atomic absorption spectrophotometer). ;
- ❖ Spectrophotomètre à flamme de type Corning.
- ❖ 10. Appareillage : (indice de chute)
- ❖ L'appareil mesurant l'indice de chute est de type FALLING Number 1400, est composé de :
- ❖ Un bain marie, équipé d'un couvercle muni d'un support de tubes viscométriques et d'un réfrigérant pour réduire l'échappement de la vapeur d'eau,
- ❖ Un compteur automatique de type FALING 1400,
- ❖ Un agitateur viscométrique métallique,
- ❖ Des tubes viscométriques de précision.

11. Appareillage (gluten)

- ❖ Balance analytique de type Précisa 100A-300M, Tamis ordinaire, Réservoir d'écoulement réglable pour la solution de chlorure de sodium,
- ❖ Essorage par centrifugation,
- ❖ Etuve

APPENDICE D
APPAREILLAGE (4)

12. Appareillage : (test SDS)

- ❖ Eprouvette graduée à fond plat avec bouchon (diamètre intérieur de 1,60 mm),
- ❖ Chronomètre.

13. Appareillage : (test zeleny)

- ❖ Eprouvette de 100 ml à fond plat avec bouchon,
- ❖ Agitateur de cylindre munie d'une muniterie, permettant la fréquence de 40 agitations par minute de type Geräete –Nr –Banjahr,
- ❖ Balance analytique de type Précisa 100A-300M.

14. Appareillage : (alvéographe)

- ❖ Alvéographe de type Chopin avec régulateur de température,
- ❖ Burette à robinet, capacité 160 en pourcentage de la teneur en eau de 11,6 à 17,8 % (précision 0,1 %),
- ❖ Chronomètre,
- ❖ Planimètre.

15. Appareillage : (cuisson)

- ❖ Pétrin ;
- ❖ Chambre de fermentation ;
- ❖ Cuve de fermentation ;
- ❖ Four ;
- ❖ Balance, précision 1g.

APPENDICE D
APPAREILLAGE (5)



Appareil chromatographique de type Finnigan



Agitateur avec chronomètre

APPENDICE E (1)
LISTE DES ABREVIATION

PF : poids du fruit

PG : poids de la graine

L : longueur du fruit

D : diamètre du fruit

SAFA : acide gras saturé

MUFA : acide gras mono insaturé

PUFA : acide gras polyinsaturé

GA : acide gallique

TE : d'équivalent de Trolox

GMQ : gain moyen

LOND : longueur du noyau de datte ;

LAND : largeur du noyau de datte ;

PND : poids du noyau de datte ;

P20ND : poids des 20 noyaux de datte.

DB : Degla Baida

DN : Deglet Nour

GH : Ghars

APPENDICE E (2)
LISTE DES ABREVIATIONS

HM : Hamraya

MD : Mech Degla

ZY : Ziyéne

KB : Kesba

TK : Takermust

TH : Thouri

M1 : Mélange 1 (50%DN, 20%DB, 20%GH et 10%HM)

M2 : Mélange 2 (50%DN, 20%DB, 20%MD et 10HM)

M3 : Mélange 3 (25% chacun DN, DB, GH et HM)

H : humidité

C : cendre

MO : matière organique

S : matière sèche

PB : protéine brute

CP : cellulose brute

GL : glucides

APPENDICE E (3)

LISTE DES ABREVIATIONS

ST : sucres totaux

MG : matière grasse

AG : acidité grasse

MF1 : mélange 1 et farine boulangère

MF2 : mélange 3 et farine boulangère

G : gonflement ;

W : force boulangère ;

P : tenacité

P/L : rapport de configuration ;

L : longueur de la courbe ou rupture

HD : hydratation

GH : gluten humide

GS : gluten sec

SDS : sodium –dodecyl sulfate

C₈: acide caprylique

C₁₀ acide caprique

APPENDICE E (4)

LISTE DES ABREVIATIONS

C₁₂ : acide laurique

C₁₄ : acide myristique

C₁₆ : acide palmitique

C₁₈ : acide stéarique

C₁₈ : 1 acide oléique

C₁₈ : 2 acides linoléiques

AGS : acide gras saturé

AGI : acide gras insaturé.

Taux d'INC : taux d'incorporation

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Besbes S., Hentati B., Blecker C., Deroanne C. et Attia H., "Voies de valorisation des écarts de triage de dattes : valorisation des noyaux". Microbio. Hyg. Alim, Vol 17, N° 50, (Décembre 2005), 3 - 11.
2. Munier P., "Le palmier dattier", G-P, Maisonneuve et la rose, Paris. ISBN 2-7068-0563-3, (1973), 141-150.
3. Baliga M S., Baliga B V., Kandathil S M., Bhat H P., Vayalil P K., "A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera L.*)". Food Chemistry International, FRIN -03245, (6 July, 2010), 11 p.
4. FAOSTAT., "Bases de données statistiques de la FAO". Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
5. Boudechiche L., Araba A., Tahar A., Quzrout R., "Etude de la composition chimique des noyaux de dattes en vue d'une incorporation en alimentation animale". Livestockresearch for rural development, vol 21, N° 5 (2009), 1-11.
6. Abou-Zied A A., Baghlef A.O., "Utilisation of date seeds and cheese whey in production of citric acid by *Candida lipolytica*". Agricultural wastes, vol 8, (1983), 131-142.
7. Sekirifa M L., Hadj-mahammed M., "Etude comparative de la capacité adsorbante d'un charbon actif issu de noyaux de dattes et un charbon actif commercial". Sciences et technologie B-N° 23, (juin, 2005), pp. 55-59.
8. Devshony S., Eteshola, A., and Shani, A., "Characterisation and some potential application of date palm (*Phoenixdactylifera L.*) seeds and seeds oil". J.Am. Oil Chem.Soc., 69, (1992), 595- 597.

9. Salim S., Ahmed, A., "Protein and amino acid contents of some Saudi Arabian date palm seeds (*Phoenixdactylifera L.*)". Arab Gulf J.Scient.Res., 10, (1992), 1-9.
- 10.Hamada J.S., Hashim I. B., Sharif A.F., "Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods". Food Chem., 76, (2002), 135- 137.
- 11.Aldhaheri A., Alhadrami G., Aboalnaga N., Wasfi I., Elridi M., "Chemical composition of date pits and reproductive hormonal status of rats fed date pits".Food Chem., 86, (2004), 93- 97.
- 12.Djerbi M., "Biotechnologie du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) : voies de propagation des clones résistants au bayoud et de haute qualité nattière". Options Méditerranéennes-série séminaires-N° 14 (1991), 31-38.
- 13.Brac P., Robert Ali, "Le palmier-dattier". Editions de la Méditerranée -Tunis, ISBN 9973-22-016-1 (1995), 45 pages.
- 14.Benoît L., "les palmiers dattiers menacés par la mondialisation commerciale". L'état de la planète, N°9, (mai – juin, 2003).
- 15.Kwassi A A A., "(Date palms". Encyclopedia of food sciences and nutrition (second edition), (2003), 1730- 1740 pages.
- 16.Philippe L., Cheikh T., Fatoumata SD., Imédia, Dakar, Sénégal, "Mémento de l'agronome". Editions du GRET (groupe de recherche et d'échanges technologiques), Editions du CIRAD (centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement, Ministère français des affaires étrangères. ISBN : 2-86844-129-7, 2-87614-522-7, (décembre, 2002), 1700 pages.
- 17.Jean-Louis M., Raymond P., "Dictionnaire raisonné de biologie". Frisson – roche –Paris, ISBN : 2-87671, 300-4-12, (2003), 1222 pages.

18. عاطف محمد إبراهيم ، محمد نظيف حجاج خليف ، " نخلة التمر زراعتها، رعايتها وإنتاجها .
في الوطن العربي". مصدر دار نشر المعارف ، (1997)، ص 4-111
19. Belguedj M., Tirichine A., Guerrada M., " La culture du palmier dattier dans les oasis d Ghardaia (Algérie)". Institut national de la recherche agronomique d'Algérie, ISBN/ 978-9961-9703-2-4., (2008), 94 pages.
20. Boudries H., Panagiotis K., Dàmaso HM., "Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera* L.) at different maturation stages". Food chemistry, vol 101, (2007), 1372- 1377.
21. Chibane H., " Aptitudes technologiques de quelques variétés communes de datte : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé". Thèse de doctorat, de la faculté des sciences de l'ingénieur – Laboratoire de recherche de technologie alimentaire (L R T A), (2008), 1- 203 pages.
22. Djerbi M., " Précis de phoeniciculture". FAO, (1994), 192 pages.
23. Barreveld W. H., " Date palm products". FAO, Agricultural services, Bulletin, Food and agriculture organization of the United Nations –Rome, N° 101, (1993), 211 pages.
24. Sawaya W W., Safi WM., Al-shalhat and Mohammad H., "Fruit growth and composition of Khudari, Sillaj and Sifri date cultivars grown in Saudi Arabia". 1st sym, on the date palm, (1983), 202-210.
25. Hussein F., "Fruit growth and composition of two dry date cultivars grown at Asswan". Trop.agric.trin. 47: 2, (1970), 157-162.
26. Ashmawi H., Hussein A., and Aref H., "Compositional changes in Zaghloul dates throughout the different stages of maturity". J.sci.fd.agric 7, (1956), 625.

27. Ragab M H., Shchata A M E., and Edky A., "Studies on Egyptian dates II chemical changes during development and ripening of six varieties". Food technol, 10, (1956), 407-410.
28. Al- Farsi M., Alasalvar C., Al- Abid M., Al-Shoaily K., Al-Amry M., and Al-Rawahy F., "Compositional characteristics of date, syrups and their by-products". Food chemistry, vol: 104, (2007), 943-947.
29. Al-hooti S., Jiuan S., and Quabazard H., "Studies on the physico-chemical characteristics of date fruits of five UAE cultivars at different stages of maturity". Arab Gulf journal of scientific research, vol: 13, (1995), 553-569.
30. Al-Shahib W., and Marshall R.J., "Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera* L". International journal of food science and technology, vol: 37, 719-721.
31. Abou-Zied A.A, Nabeh A. and Behalf, "The formation of oxytetracycline in date coat medium". Bioresource technology, vol: 37, (1991), 179-184.
32. Boudries H., Kefalas P., Hornero- Méndez D., "Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different maturation stages". Food chemistry, vol 101, (2007), 1372- 1377.
33. Shenasi M., Aidoo K E., Candlish A A G., "Microflora of date fruits and production of aflatoxins at various stages of maturation". International journal of food microbiology, vol 79, Issue 1-2, (15 November 2002), 113- 119.
34. Al- Shaickly M A S., Al- Rubaie I A., Dulaimi A A., "Types and extent of microbial contamination on fresh Iraqi date during maturation". Date palm J., vol : 4, (1986), 205-220.
35. Ahmed I A., Ahmed A K., Robinson R K., " Susceptibility of date fruits (*Phoenix dactylifera* L.) to aflatoxin production". J.sci.food agric., vol: 74, (1997), 64-68.

36. Espiard E., " Introduction à la transformation industrielle des fruits ". Ed .tec et doc – LAVOISIER, (2002), pp : 147-155.
37. Belguedj M., " Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du sud-est Algérien". Unité de recherche Biskra / INRAA, N°1 (2002), 289 pages.
38. Djidel A., " Production d'acide lactique par *Lactobacillus casei subsp. rhamnos* sur jus de datte : cinétique et optimisation en cultures discontinues, semi-continues et continues". Thèse du doctorat de l'institut National polytechnique de LORRAINE, (2007), 1- 217 pages.
39. Noui Y., "Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech Degla". Mémoire de Magister, spécialité génie alimentaire université de Boumerdes, 62p.
40. Anonyme, statistiques agricoles- superficies et productions –série B- 2004-2005.
41. Catherine B., Pierre- François P., " Le palmier du Borkou, végétal social total". Journal des africanistes, vol : 63, (1993), 5-20.
42. Abd El-Mohsen M M N D., Azza K D A H., " Study on the preparation of date seeds for animal feeding". Food technology. Research Institute, agri. RES. Center, Giza, Egypt, (1999).
43. Acourene S., Tama M., "Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans". Recherche agronomique, n°1 .éd. INRAA, (1997), pp : 59-66.
44. Hashem A S., " Date- palm fruit spoilage and seed-borne fungi of Saudi Arabia". Research journal of microbiology, vol : 4(5), (2009), 208-213.
45. Bokhary H A., " Seed –borne fungi of date –palm, *Phoenix dactylifera* L. from Saudi Arabia". Saudi journal of biological sciences, vol: 17, (2010), 327-329.

46. Al-Farsi M A., Lee C Y., " Nutritional and functional properties of dates: a review ". *Critical reviews in food science and nutrition*, vol : 48, (2008), 878-887.
47. Hussein F., El-Zeid A A., " Chemical composition of " Khalas" dates grown in Saudi Arabia ". *Egypt .J.Hort .*, vol, 2, (1975), N° 2, 209-214.
48. Chaira N., Ferchichi A., Mrabet A., and Sghairoun M., " Chemical composition of the flesh and pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts". *Pakistan journal of biological sciences*, 10(13), (2007), 2202-2207.
49. Ibrahim A F., Attala A. M., El-kobbia A M., and Mostaffa LY., "Phsico-chemical characteristics of fruits and pits of some date palm cultivars as affected by cultivars and seasons". University of Alexandria, Egypt, (1997-1998).
50. Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N.E., Attia H., "Date seeds chemical composition and characteristic profils of the lipid fraction". *Food chem.*, vol 84, (2004a), 577- 584.
51. Bouanani S., Zeggar M., Aouadi S., " Valorisation des noyaux de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) variété Degla baida par fractionnement des polysaccharides". *Revue des régions arides (Tunis)*, ISSN/ ISBN : 0330-7956, HS1 (2007), 40-45.
52. Al-Bouaziz M., Besbes S., Blecker C., Bernard W., Deroane C., Attia H., "Protein and amino acid profiles Tunisian Deglet Nour and Allig date palm fruits seeds". (2008).
53. Abd El-Mohsen M M N D., Azza K D A H., " Study on the preparation of date seeds for animal feeding". *Food technology. Research Institute, agri. RES. Center, Giza, Egypt*, (1999).
54. Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Bahloul N., Lognay G., Drira N-E, Attia H., "Date seeds oil : phenolics, tocopherol and sterol profiles". *J.Food lipids*, vol 11, (2004c), 251- 265.

55. Emna B S., Mahertrigui, Raoufthabet, Hammami M., Achourlotfi, " Chemical composition of pulp and pits". International journal of food science and technology, vol 43, issue 11, (2008), 2033-2037.
56. Rahman M.S, Kasapis S., Al-kharusi NSZ., Al-Marhubi I.M., Khan A.J., "Composition characterization and thermal transition of date pits powders", Journal of food engineering vol: 80, (2007), 1-10.
57. Salvador M D., Aranda F., Gomez –Alonso S., Fregapane G, "Cornicabra virgin olive oil a study of five crop seasons : composition, quality and oxidative stability". Food chemistry, vol : 74, 274-276.
58. Lecheb F., "Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes : essai d'incorporation dans une crème cosmétique". Mémoire de magister spécialité génie alimentaire, (2010).
59. Al-Farsi M A., Lee CY.,". Optimisation of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds". Food chemistry vol : 108, (2008), 977-985.
60. Shams Ardekani M R., Khanai M., Hajimahmoodi M., Jahangiri M., and Hadjiakhoondi A., "Comparison of antioxidant activity and total phenol contents of some date seed varieties from Iran". Iranian journal of pharmaceutical, 9(1), (2010), 141-146.
61. Abou-Ela S., El-Hendawy M., Sherif SY., Tewfik ES, Attia AI, " CIHEAM-Options Méditerranéennes". (1995), 57-61.
62. Qarawi A A., Abdel-Rahman, Ali B H., Moussa S A., El-mougy, " The ameliorative effect of dates (*Phoenix dactylifera* L.) on ethanol-induced gastric ulcer in rats". Journal of ethno pharmacology, vol 98, (2005), 313-317.
63. Hussein A S., Alhadrami G A., Khalil Y H. " The use of dates and date pits in broiler starter and finisher diets", Bioresource technology, vol 66, (1998), 219-223.
64. Ibrahim E H., Belal. M A. Al-Owafeir. " Incorporation date pits (*Phoenix dactylifera* L.) and their sprouts in semi-purified diets for *Nile Tilapia*

oreochromis (L)". Journal of the world aquaculture society, vol : 35, issue4, (2009), pages : 452-459.

65. Salah A., Al-Maiman. " Effect of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) seed fibers on plasma lipids in rats", J.king Saud univ., agric.sci. (2), (1425H /2005), 117-123 pages.
66. Elleuch M., Besbes S., Oliver R., Blecker C., Deroanne C., " Date flesh: chemical composition and characteristics of the dietary fibre". Food chemistry , vol : 111, (2008), 676-682.
67. Estanove P., "Note technique : valorisation de la datte". CIHEAM (centre international des hautes études agronomiques Méditerranéennes. Paris. Options Méditerranéennes, Ser. A / 11, 302-318.
68. Boukhiar A., " Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation ". Mémoire de magister, laboratoire de recherche technologie LRTA- faculté des sciences de l'ingénieur (BOUMERDES), (1/7/2009).
69. Aït Aneur., " Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech Degla / jus de citron". Mémoire de magister, spécialité technologie alimentaire, Boumerdes, 80p.
70. Benamara S, Chibane H, Boukhlifa M., " essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes ". Revue industrie agricole et alimentaire. Actualités techniques et scientifiques, N° ½ mensuel, pp 11-14.
71. Besbes S., Drira L., Blecker C., Deroanne C., Attia H., " Adding value to hard date (*Phoenix dactylifera* L.): compositional, functional and sensory characteristics of date jam". Food chemistry, vol 112, (2009), 406-411.

72. Dhaïa J H., et Passat J., " Production de sirop de datte (Debs). Projet régional de recherche sur les palmiers dattiers et les dattes dans le Proche-Orient et L'Afrique du Nord". F.A.O. Bagdad (1979), 2-8.
73. Ali B H., Bashir A K., Alhadrami G., " Reproductive hormonal status of rats treated with date pits ". Food chem., vol: 66, (1999), 437-441.
74. El-Hag H., Al-Khanjari K., " Date and sardines as potential animal feed resources". Revue mondiale de zootechnie, vol : 73, (1992), 15-23.
75. Ould El-Hadj M., Bitour Z., Siboukeur O., " Etude de la production de levure boulangère (*Saccharomyces cerevisiae*) cultivé sur mout de rebuts de dattes". Laboratoire protection des écosystèmes en zones Arides et semi- Arides., Université Kasdi Merbah- Ouargla (Algérie), N°7, (décembre 2006), pages : 13-18.
76. Bessah R., et Touzi A., " Production de protéines d'organismes unicellulaires (P.O.U) à partir des déchets de dattes". Rev.Energ.Ren : production et valorisation - biomasse, (2001), pp : 37-40.
77. Kaidi F., et Touzi A., " production de bio alcool à partir des déchets de dattes". Rev.Energ.Ren : production et valorisation – biomasse, (2001), 75-78.
78. Ould-El-Hadji M D., Sebihi A H., et Sioukeur O., "Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla". Rev .Energ. Ren : production et valorisation –biomasse, (2001), 87-92.
79. Abou-Zied A A., Bacskin N.A, et Baghalh. " Utilisation of date products in production of oxytetracycline by *streptomyces rimosus*". Journal of chemical technology and biotechnology, (1993), vol : 58, 77-79.
80. Ilbert H., " Produits de terroirs méditerranées", Ed. Masson - Paris, 696 pages.

81. Touzi A., "Valorisation des produits et sous-produits de la datte par les procédés biotechnologiques", Département de Biotechnologie, 2 Bvd Franz Fanon, B.P. 1017 Alger –gare.
82. Khiyami M., Aboseide B., Pometto A., "Influence of complex sources: dates syrup and dates pits on *Lactococcus lactis* growth and nisin production". Abstracts –journal of biotechnology 136S, S717-S742.
83. Nacib N., Nacib A., Bourdant J., "Use of waste products in the fermentative of baker's yeast biomass by *Saccharomyces Cervisiae*". Biores. Technol., (1997), vol : 60, 67-71.
84. Nacib N., Nacib A., Mostefa G., Larbi, Adimi L., Remmal M., Bourdant J., "Use of date products in production of thermophilic dairy starters strain *Streptococcus thermophilus*". Biores .Technol. vol : 67, (1999), 291-295.
85. Wasif M M., "Date kernels wheat flour supplement". Bull nutr. Inst, vol : 16, (1996), 132-147.
86. Amer W., "History of botany part 1: the date palm in ancient history ". Egypt, (2002).
87. Almana. H.A., Mahmoud. R.M., "palm date seeds as an alternative source of dietary fiber in Saudi Arabia". Eco. Food. Nutr., 32, (1994), 261-270.
88. Al-Omari S A B." Experimental investigation on combustion and heat transfer characteristics in a furnace fueled with unconventional biomass fuels (dates stones and palm stalks)". Energy conversion and management, 47, (6), (2006), 778-790.
89. Omari S A B." Evaluation of the biomass "date stones" as a fuel in furnaces: A comparison with coal combustion ". International communications in heat and mass transfer. 36, (2009), 956-961.

90. Banat F., Al-Asheh S., and Al-Makhadmen L., " Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbent for dye containing waters". *Process. Biochem.*, 39, 5 (2003), 193-202.
91. Girgis B S., El-Hendawy An A., " Porosity development in activated carbons obtained from date pits under chemical activation with phosphoric acid". *Micoporous and Mesoporous Materials*, 52, (2002), 105-117.
92. Hazourli S., Ziati M., Hazourli, Cherif M., " Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif –exemple des noyaux de dattes'. *Revue des énergies renouvelables ICRSD-07. Tlemcen*, (2007), 187-192.
93. Dammak I., Benabdallah F., Boudaya S., Besbes S., Keskes L., Elgaid A., Turki H., Hammadi A., Hentati B., "Date seed oil limit oxidative injuries induced by hydrogen peroxide in human skin organ culture". *Journal biofactors*, ISSN : 0951-6433, 1872-8081, vol 29, N° 2-3, (2007), 137-154.
94. Bouriach k. " Elaboration d'une crème de soin de jour cosmétique à base d'huiles d'argan et de noyaux de dattes", mémoire de fin d'études, (24/06/2008).
95. Copley M., Pamelaj R., Alan C., David N., Edwards, Mark C., Horton, Richard P., "Detection of palm fruit lipids in archeological pottery from Qaslbrim, Egyptian Nubia".
96. Briones R., Luis S., BenYounes R., Mondragon I., labidi J., "Polyol production by chemical modification of date seeds ". *Industrial crops and Product. N* (2011), pages 6.
97. Belal I EH., Al-Jassar M S., Mustafa I A., Al-Dosari M.n., " evaluation of date – feed ingredient mixes". *Anim. Feedsci.Techn.*, (1999), 81, 291-298.
98. Abou-Ela S., EH-Hendawy M., Sherif S Y., Tewfik E S., Attia Al. *CIHEAM-options Méditerranéennes*, (1995).

99. Sharof M., " The future of animal wealth in Arab world". The Arab writer house for printing and publication, (1968).
100. Hussein.A.S.,Alhadrami. G.A., Khalil.Y.H. " The use of dates and date pits in broiler and starter and finisher diets ". Biores. technol., 66, (1998), 219-223.
101. Elgasim E A., Alyousef YA., Humeida A M. " Possible hormonal activity of date pits and flesh fed to meat animals". Food chem. 52, (1995), 149-152.
102. Besbes S., Blecker C., Deroanne C., Drira N. E., Attia H., "Quality characteristics and oxidative stability of date seed oil during storage". Food sci. Tech. Int., vol 10, (2004b), 333- 338.
103. Association Française de Normalisation (AFNOR). " recueil de normes françaises des céréales et produits céréaliers". 1^{re} édition (1982).
104. Association Française de Normalisation (AFNOR). , " recueil de normes françaises: produits dérivés des fruits et légumes jus de fruits", 1^{re} édition (1982).
105. AOAC, " Official methods of analyses", Washington, DC: Association of official analytical chemist.
106. Egan H., Kirk R S., et Sawyer R., " Pearson's chemical analysis of foods ". (éd. 8). Edinburgh, London, Melbourne and New York : Churchill Livingstone, (1981).
107. OTTAWA, "Préparation d'échantillons par calcination en vue de doser différents éléments par spectroscopie d'absorption atomique de flamme". Direction générale de la protection de la santé ". Bureau des sciences de la nutrition, LPFC, (avril 1985), 1-9.
108. L'arrêté interministériel du 27 mai 1998 PARU, le journal officiel de la RADP 35N.

109. Matallah S., "Contribution à la valorisation de la datte algérienne". Institut National Agronomique (El- Harrach), (5 juin 1970), 113 p.
110. El- Shurafa M Y., Ahmed. H.S., et Abou-Naji S E., " Organic and inorganic constituent of dates palm pits (seeds)". J.date palm, 2, (1982), 275-284.
111. Tisserand Jean- Louis. "Les ressources alimentaires pour le bétail". CIHEAM- options Méditerranéennes., Ser. A /n° 11, les systèmes agricoles oasiens, (1990).
112. Al-Showiman S S., " Chemical composition of date palm seeds (*Phoenix dactylifera* L.) in Saudi Arabia". J.chem.Soc., (1990), 12, 15-24.
113. Dowson V H., et Aten A., " dates-handling, processing and packing". FAO agricultural development paper N°72, food and agriculture organization of the United Nations, Rome, (1962).
114. Raymond C., "La boulangerie moderne ", éditions Eyrolles, 1980.
115. Messaid H., " Optimisation du processus d'immersion –Réhydratation du système dattes sèches-jus d'orange". Mémoire de magister. Option génie alimentaire, (2008).
116. Groupement de recherche en industries agro-alimentaires, "Pain de qualité". Commission Nutrition de la Forum. Office des publications universitaires.
117. Ali Bouziz M., Ben Amara W., Attia H., Blecker C., Besbes S., " Effect of the addition of defatted date seeds on wheat dough performance and bread quality". Journal of texture studies, volume 41, (August 2010), pages 511-5131.