

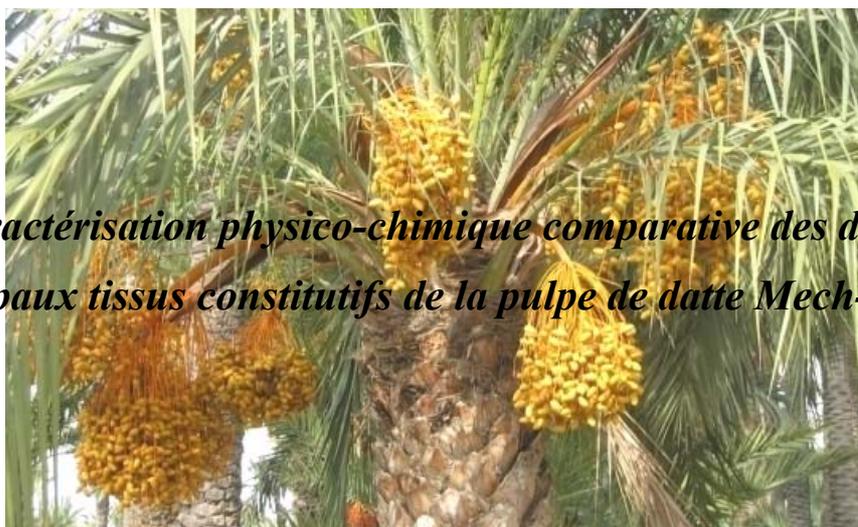
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA-BOUMERDES
Laboratoire de Recherche de Technologie Alimentaire
LRTA



Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département de Technologie Alimentaire

MEMOIRE DE MAGISTER
Option : Technologie Alimentaire

*Caractérisation physico-chimique comparative des deux
principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla*



Réalisé par : Mr NOUI Yassine

Devant le Jury

Mr CHIBANE Mohamed.
Mr NOURI L'Hadi.
Mme AÏCHAOUI Karima.
Mme AMELLAL Hayet.
Mr BENAMARA Salem.

Professeur à l'université de Béjaïa
Maître de conférences UMBB
Chargée de cours UMBB
Chargée de cours UMBB
Maître de conférences UMBB

Président
Examinateur
Examinatrice
Examinateur
Promoteur

Année universitaire : 2006/2007

:

ف

. 57.84 42.16

82.79

-

.³ / 1.23 1.36 :

-

.()

()

pH:

-

4.96

1.41

-

(BHA BTH)

:

Résumé

Dans cette étude, nous avons réalisé une caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Les résultats les plus intéressants obtenus au terme de ce travail sont :

- La pulpe de la datte présente un pourcentage en poids de 82,79 % dans le fruit entier, quant aux deux tissus (brun et blanc), ils représentent respectivement 42,16 et 57,84 % du poids total de la pulpe.

- La masse volumique des deux tissus (brun et blanc) est de 1,36 et 1,23 g/cm³ respectivement. Cette caractéristique peut être exploitée pour la production des poudres (séparation éventuelle de la poudre de datte en deux type de produit : poudre brune et blanche).

- L'analyse physicochimique des deux tissus constitutifs de la pulpe, a démontrée que ces derniers présentent des valeurs très proches de pH, d'acidité titrable, de sucres (saccharose, glucose et fructose), de protéines, de lipides et de cendres. En revanche, les deux tissus manifestent une différence remarquable concernant leurs teneurs en polyphénols totaux. Cette teneur est de 4,96 et 1,41 % respectivement pour le tissu brun et le blanc. En effet, les polyphénols se localisent essentiellement dans les peaux des fruits et des baies, ce qui a été relevé dans plusieurs travaux.

- La datte et les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe possèdent un pouvoir antioxydant intéressant. Celui-ci est comparable à celui des antioxydants synthétiques tels que le BHA et le BHT. La datte constitue une source d'antioxydants naturels (Polyphénols) qui peuvent être utilisés comme additifs dans la formulation des produits alimentaires, pharmaceutiques et cosmétiques.

Mots-clés : Datte, pulpe, tissus, caractérisation physico-chimique, polyphénols, pouvoir antioxydant.

Summary

In this study, we carried out a comparative physicochemical characterization of the two principal constitutive tissues of date pulp Mech-Degla. The most interesting results obtained at the end of this work are:

-The date pulp presents a percentage in weight of 82.79 % in the whole fruit, as for the two tissues (brown and white), they respectively account for 42.16 and 57.84 % of the total pulp weight.

-The density of two tissues (brown and white) is of 1.36 and 1.23 g/cm³ respectively. This characteristic can be exploited for the production of the powders (possible separation of the date powder into two type of product : brown and white powder).

-The physicochemical analysis of the two pulp constitutive tissues of showed that they present very close values of pH, of assayable acidity, sugars (sucrose, glucose and fructose), proteins, lipids and ashes. On the other hand, those two parts express a remarkable difference concerning their polyphenols total contents. This content is 4.96 and 1.41 % for brown tissues and the white one. In effect the polyphenols are located primarily in the skins of fruits and bays, related in several works.

-The date and the two principal pulp constitutive tissues have an interesting antioxidant capacity. This one is comparable with that of synthetic antioxidants such as BHA and BHT. The date constitutes a source of natural antioxidants (Polyphenols) which can be used like additives in the food product, pharmaceutical and cosmetic formulations.

Keywords: Date, pulp, tissues, physicochemical characterization, poly-phenols, antioxidant capacity.

Remerciements

Ce travail a été réalisé au laboratoire de recherche de technologie alimentaire de l'université de boumerdes (LRTA) et au laboratoire des sciences alimentaires de l'université A.Mira de Béjaïa.

Je tiens à remercier en premier lieu Mr Benamara S., Maître de conférences à l'université de Boumerdes (UMBB) pour avoir accepté de m'encadrer et de me diriger, qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Mme Amellaï H., Chargée de cours à l'université de Boumerdes (UMBB) pour l'encadrement et tous ce qu'elle nous a fait.

Mr Chibane M., Professeur à l'université de béjaïa pour l'honneur qu'il ma fait en présidant mon jury et pour son aide précieuse et de nous avoir accueillis au sein de son laboratoire où une bonne partie de notre travail a été faite.

Mr Nouri H., Maître de conférences à l'université de Boumerdes (UMBB) pour avoir honorer en acceptant d'examiner ce travail et pour ses encouragements tout au long de ce travail.

Mme Aïchaoui K., Chargée de cours à l'université de Boumerdes (UMBB) pour avoir accepté de juger ce travail et de faire partie de ce jury.

Je tiens à remercier Mme Gougam H., Chargée de cours à l'université de Boumerdes (UMBB) pour son soutien moral, pour ses conseils et encouragements.

J'exprime ma reconnaissance à Mr Madani K., Maître de conférences à l'université de Béjaïa pour l'aide qu'il nous a apporté pour l'analyse de mes échantillons au niveau de laboratoire *L₃BS*.

Je tiens à remercier Melle Haderbache L., Maître assistante à l'université de Boumerdes (DTA) pour ses critiques et suggestions.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail en particulier, Aït Kaci K.(INA), Hidous K.(LRTA), les laborantins(es) du DTA.

Dédicaces

Je dédie ce travail à :

Mes chers parents pour leur soutien, leur aide, leur
patience et surtout leur amour

Mes frères

Mes sœurs

Mes nièces

Ma tante

Toute la famille

Mme Belekbir Zahra

Mes amis en particulier Djouab Amrane et Mechou
Noureddine

Ma promotion 2006/2007

Sommaire

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

Etude bibliographique

Chapitre I

Le palmier dattier

I. Généralités sur le palmier dattier.....	2
II. Position systématique.....	2
III. Ecologie.....	2
IV. Répartition géographique du palmier dattier.....	3
IV.1. En Algérie.....	3
IV.2. Dans le monde.....	4

Chapitre II

La datte

I. Définition de la datte.....	5
II. Formation et maturation de la datte.....	5
III. Les variétés de dattes.....	7
IV. Classification des dattes.....	8
V. Production des dattes.....	9
V.1. En Algérie.....	9
V.2. Dans le monde.....	10
VI. Composition biochimique de la datte.....	11
VI.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe".....	11
VI.1.1. L'eau.....	11
VI.1.2. Les sucres.....	11
VI.1.3. Les protéines.....	12
VI.1.4. Les lipides.....	13
VI.1.5. Les éléments minéraux.....	14
VI.1.6. Les vitamines.....	15
VI.1.7. Les fibres.....	15
VI.1.8. Les composés phénoliques.....	15
VII. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau".....	16
VIII. Valeur nutritionnelle de la datte.....	17

Chapitre III

Technologie de la datte

I.1. Conditionnement de la datte	18
I.2. Transformation de la datte	18
II.1. Confiserie à base de datte	18
II.1.1. Pâte de datte	18
II.1.2. Farine de datte	18
II.1.3. Sirop, crèmes et confitures de dattes	19
II.2. Mise en valeur des déchets	19
II.2.1. Biomasse et protéines unicellulaires	19
II.2.2. Alcool	19
II.2.3. Vinaigre	19
II.2.4. Aliments de bétail	19
II.2.5. Autres produits	20
III. Importance économique de la transformation de la datte	20

Etude expérimentale

Chapitre I

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal	22
I.1. Description et choix de la variété	22
I.2. Prélèvement des échantillons	22
II. Méthodes d'analyses	22
II.1. Caractérisation physique de la datte entière et des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe	24
II.2. Caractérisation physicochimique de la pulpe, et de ses deux principaux tissus constitutifs	24
II.2.1. Détermination de la teneur en eau	24
II.2.2. Détermination du pH	25
II.2.3. Détermination de l'acidité titrable	26
II.2.4. Détermination de la teneur en sucres par HPLC	27
II.2.5. Détermination de la teneur en protéines	28
II.2.6. Détermination de la teneur en lipides	29

II.2.7. Détermination de la teneur en cendres	30
II.2.8. Analyse des éléments minéraux	31
II.2.9. Détermination de la conductivité électrique.....	31
II.2.10. Détermination de la teneur en pectines sous forme de pectate de calcium	32
II.2.11. Détermination de la teneur en polyphénols.....	33
II.2.11.1. Extraction des polyphénols	33
II.2.11.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux.....	35
II.2.11.3. Détermination de la teneur en flavonoïdes.....	37
III. Détermination de l'activité antioxydante par l'inhibition de l'acide linoléique	38

Chapitre II

Résultats et interprétations

I. Caractérisation physique de la datte et des deux tissus	40
I.1. La datte entière	40
I.2. Les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe (brun et blanc).....	42
I.2.1. Le poids	42
I.2.2. L'épaisseur	44
I.2.3. La masse volumique	44
II. Composition biochimique de la pulpe et de ses deux principaux tissus constitutifs..	45
II.1. Teneur en eau	45
II.2. Le pH.....	45
II.3. L'acidité titrable.....	46
II.4. Les sucres	47
II.5. Les protéines	49
II.6. Les lipides	49
II.7. Les pectines.....	50
II.8. Teneur en cendres.....	51
II.9. Conductivité électrique	51
II.10. Les éléments minéraux.....	52
II.10.1. Les macroéléments.....	52
II.10.2. Les oligoéléments.....	54
II.11. Les polyphénols totaux	56
II.12. Les flavonoïdes	58
III. L'activité antioxydante de la datte	59

Conclusion générale.....	61
Références bibliographiques	
Annexes	

Liste des abréviations

A : Acidité titrable.

BHA : Butylhydroxyanisole.

BHT : Butylhydroxytoluène.

C ° : Degré Celsius.

Cd : Cendres.

F.A.O : Food and Agriculture Organisation.

F : Test de Fisher (Test de signification : variance ratio)

Fth : Valeur théorique de F.

HPLC : Chromatographie liquide haute pression.

IR : Indice de réfraction.

H : Humidité.

MG : Matière grasse.

MO : Matière organique.

mm : millimètre.

mn : minute.

N : Azote total.

P : Pectines.

G/F : Le rapport glucose/fructose.

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Nombre de palmier dattier en Algérie	p 3
Tableau II.1 : Stades d'évolution de la datte	p 5
Tableau II.2 : Cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de datte dans l'Ancien Monde	p 8
Tableau II.3 : Production des dattes en Algérie	p 9
Tableau II.4 : Production de dattes par pays	p 10
Tableau II.5 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région fliache (Biskra), en %	p 11
Tableau II.6 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans, en % de matière sèche	p 12
Tableau II.7 : Composition en sucres de la datte Mech-Degla	p 12
Tableau II.8 : Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche	p 13
Tableau II.9 : Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, en % de matière grasse	p 14
Tableau II.10 : Composition minérale de quelques variétés de dattes molles algériennes mg/100 g de la partie comestible	p 14
Tableau II.11 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche	p 15
Tableau II.12 : Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes	p 16
Tableau II.13 : Composition biochimique des noyaux des dattes irakiennes	p 16
Tableau IV.1 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux	p 35
Tableau IV.2 : Préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes	p 37
Tableau V.1 : Caractéristiques morphologiques de la datte Mech-Degla	p 40
Tableau V.2 : Poids des deux tissus par rapport à la pulpe entière, en gramme	p 42
Tableau V.3 : Epaisseur moyenne des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe, en mm	p 44
Tableau V.4 : Masse volumique moyenne des deux principaux tissus de la pulpe, en g/cm ³	p 44
Tableau V.5 : Teneur moyenne en eau dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus, en % du poids frais	p 45
Tableau V.6 : Valeur moyenne du pH de la pulpe et ses deux principaux tissus constitutifs	p 46
Tableau V.7 : Valeur moyenne de l'acidité titrable de la pulpe et ses deux principaux tissus constitutifs (gramme d'acide citrique /100 g du poids frais)	p 46
Tableau V.8 : Teneur en sucres totaux dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids sec	p 47
Tableau V.9 : Teneur en saccharose, en glucose et en fructose dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % des sucres totaux	p 47
Tableau V.10 : Teneur en protéines dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en g/100 g du poids frais	p 49

Tableau V.11 : Teneur en lipides dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en g/100 g du poids frais	p 49
Tableau V.12 : Teneur en pectines dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutif, en g/100 g de poids frais	p 50
Tableau V.13 : Teneur en cendres dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids sec	p 51
Tableau V.14 : Valeur moyenne de la conductivité électrique de la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en mS.cm ⁻¹ (par rapport a la matière sèche)	p51
Tableau V.15 : Teneur moyenne en éléments minéraux dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en mg/100 g de matière sèche	p 52
Tableau V.16 : Teneur en polyphénols totaux dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais	p 56
Tableau V.17 : Teneur en flavonoïdes dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en mg/100 g de matière fraîche	p 58
Tableau V.18 : Pourcentage de l'activité antioxydante de la pulpe, de ses deux principaux tissus constitutifs, du BHA et du BHT	p 59

Liste des figures

Fig II.1 : Datte et noyau du palmier dattier	p 6
Fig III.1 : Opérations de la transformation de la datte	p 21
Fig IV.1 : Principales étapes d'extraction des polyphénols	p 34
Fig IV.2 : Organigramme représentant le dosage des polyphénols totaux	p 36
Fig IV.3 : Organigramme représentant du dosage des flavonoïdes dans l'extrait de dattes	p 38
Fig V.1 : Pourcentage de la pulpe et du noyau dans la datte entière	p 41
Fig V.2 : Proportion des deux principaux tissus dans la pulpe	p 43
Fig V.3 : Pourcentage du tissu brun, du tissu blanc et du noyau dans la datte entière	p 43
Fig V.4 : Pourcentage du pouvoir antioxydant de la datte Mech-Degla, des deux tissus et du BHA et du BHT	p 60

Liste des photos

Photo IV.1 : La datte Mech-Degla	p 23
Photo IV.2 : Les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe	p 23

Liste des annexes

Annexe I

Fig I.1 : Chromatogramme du saccharose.

Fig I.2 : Chromatogramme des sucres de la datte Mech-Degla.

Fig I.3 : Chromatogramme des sucres du tissu brun.

Fig I.4 : Chromatogramme des sucres du tissu brun.

Fig I.5 : Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux.

Fig I.6 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes.

Fig I.7 : Courbe d'étalonnage du glucose.

Annexe II

Tableau I.1 : Analyses statistiques des différents paramètres réalisés sur les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe (brun et blanc) au niveau de 5 %.

Introduction

Introduction

Le palmier dattier constitue le pivot de l'écosystème oasien des régions sahariennes et crée un microclimat favorisant le développement des cultures sous-jacentes (Haddouch, 1996).

La palmeraie algérienne héberge un matériel génétique très riche et diversifié, plus de 13 millions de palmiers et 940 cultivars sont recensés (Anonyme, 2002 ; Hannachi, 1998), plaçant ainsi l'Algérie au 7^{ème} rang des pays producteurs de dattes (FAO, 2004).

Les dattes font l'objet d'une activité commerciale importante en particulier la célèbre variété Deglet-Nour. Celle-ci détient le monopole dans les marchés nationaux et internationaux. Par contre les autres variétés dites variétés communes sont peu appréciées et représentent environ 30 % de la production nationale. Elles sont généralement destinées à l'alimentation animale. Leur transformation a peu évolué et ne concerne pratiquement que la pâte de datte, alors qu'il est possible d'obtenir de nombreux dérivés alimentaires et non alimentaires, en recourant à la technologie de transformation et de biotransformation, importés actuellement à coup de devises fortes.

La datte n'est qu'un des produits de l'oasis, mais elle a désormais une place hégémonique et les autres sous produits se trouvent dévalorisés. De même les nouvelles orientations de l'économie dattière donnent une valeur exceptionnelle à une seule variété : la Deglet-Nour. De ce fait les autres variétés se trouvent déclassées ; les oasis qui ne peuvent produire cette variété sont condamnées à se reconvertir ou à décliner.

Dans ce présent travail nous avons essayé de réaliser une caractérisation physico-chimique comparative entre les deux principaux tissus comestibles de la datte Mech-Degla. Nous nous sommes intéressés au dosage de l'humidité, des sucres, des protéines, des lipides, des pectines, des cendres et des polyphénols, pour donner une idée sur l'hétérogénéité de structure et de composition du tissu de datte. Cela peut induire une utilisation rationnelle du matériel végétal.

La mise en évidence de l'activité antioxydante de la datte contribue à mieux la valoriser. En effet, ses produits de transformation tels que les fruits au sirop "autogénéré", le vinaigre biologique, les poudres de fruits ou tout simplement les extraits eau/alcool sont quelques unes des formulations alimentaires pouvant être qualifiées d'aliments fonctionnels et méritant une investigation comme suite à ce présent travail.

P
r
e
m
i
è
r
e

p
a
r
t
i
e

Etude
bibliographique

Chapitre I
Le palmier dattier

Le palmier dattier

I. Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier : *Phoenix dactylifera L.*, provient du mot "*Phœnix* " qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera dérive du terme grec "*dactulos* " signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (**Djerbi, 1994**).

Le dattier est un arbre probablement originaire du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides. C'est une espèce dioïque, monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes (**Mazoyer, 2002 ; Gilles, 2000**).

II. Position systématique

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (**Djerbi, 1994**) :

Groupe : Spadiciflores

Ordre : Palmale

Famille : Palmacées

Sous famille : Coryphoïdées

Tribu : Phœnicées

Genre : *Phoenix*

Espèce : *Dactylifera L.*

Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dactylifera, dont les fruits " dattes " font l'objet d'un commerce international important (**Espiard, 2002**).

III. Ecologie

Le palmier dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi-arides. Cet arbre peut s'adapter à de nombreuses conditions grâce à sa grande variabilité (**Gilles, 2000**).

Le dattier est une espèce thermophile ; il exige un climat chaud, sec et ensoleillé. C'est un arbre qui s'adapte à tous les sols. Il est sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation (**Toutain, 1979 ; Munier, 1973**).

IV. Répartition géographique du palmier dattier

IV.1. En Algérie

Le palmier dattier est cultivé au niveau de 17 wilayas seulement, pour une superficie de 120 830 hectares. Cependant, quatre principales wilayas représentent 83,6 % du patrimoine phoenicicole national : Biskra 23 %, Adrar 22 %, El-Oued 21 % et Ouargla 15 %.

Tableau I.1 : Nombre de palmiers dattiers en Algérie (Anonyme, 2002)

Wilayas	Deglet-Nour (Dattes fines)	Ghars et analogues (Dattes molles)	Degla-Beïda et analogues (Dattes sèches)	Total palmier dattier	Nombre de palmier en rapport
Adrar	0	0	2 150 904	2 904 150	2 860 071
Laghouat	8 470	7 650	11 580	27 700	12 580
Batna	700	3 900	21 270	25 870	25 330
Biskra	1 964 460	436 530	748 200	3 149 190	5 802 012
Bechar	5 650	0	0	770 030	360 150
Tamanrasset	2 940	0	0	417 140	167 760
Tebessa	49 550	49 550	10 650	68 970	25 200
Djelfa	2 610	860	210	3 680	1 610
M'sila	0	0	18 000	18 000	14 000
Ourgla	1 092 330	783 850	193 130	2 310 069	1 130 667
El-Bayadh	0	45 900	0	193 130	22 500
Illizi	2250	16 340	73 030	91 620	49 930
Tindouf	350	24 250	0	24 600	3200
El-Oued	1 884 030	703 330	296 300	2 660 883	2 580 238
Khenchela	21 290	44 800	7370	73 460	51 040
Naama	0	19 600	2600	22 200	15 250
Ghardaia	377 100	154 400	378 900	910 400	631 600
Total	3 559 930	1 660 761	4 048 710	13 505 880	9 300 370

Ce tableau montre que sur un nombre de 13,50 millions de plants cultivés, 69,4 % sont productifs.

IV.2. Dans le monde

Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient.

L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (**Toutain, 1996**).

Au Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^{ème} siècle. Sa culture n'a débutée réellement que vers les années 1900 avec l'importation des variétés irakiennes (**Matallah, 2004 ; Bouguedoura, 1991 ; Hilgeman, 1972**).

Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (**Matallah, 2004**).

Chapitre II

La datte

La datte

I. Définition de la datte

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 **(Espiard, 2002)** :

- 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.

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 ambres, rouges, brunes plus ou moins foncées **(Djerbi, 1994)**.

II. Formation et maturation de la datte

Les fleurs fécondées, à la nouaison, donnent un fruit qui évolue en taille, en consistance et en couleur jusqu'à la récolte **(Gilles, 2000)**.

La datte passe par différents stades d'évolution **(Al-Shahib et Marshall, 2002 ; Benchabane et al., 1996 ; Sawaya et al., 1983)**.

Le tableau II.1: illustre les stades d'évolution et les appellations utilisées en Afrique du Nord et en Irak.

Tableau II.1 : Stades d'évolution de la datte (Djerbi, 1994)

Pays	Stades de développement de la datte				
	I	II	III	IV	V
Irak	Hababouk	Kimiri	Khlal	Routab	Tamr
Algérie	Loulou	Khlal	Besr	Martouba	Tamr
Libye	-	Gamag	Bser	Routab	Tamr
Mauritanie	Zeï	Tefejena	Engueï	Blah	Tamr

La figure II.1. montre une coupe de datte et du noyau.

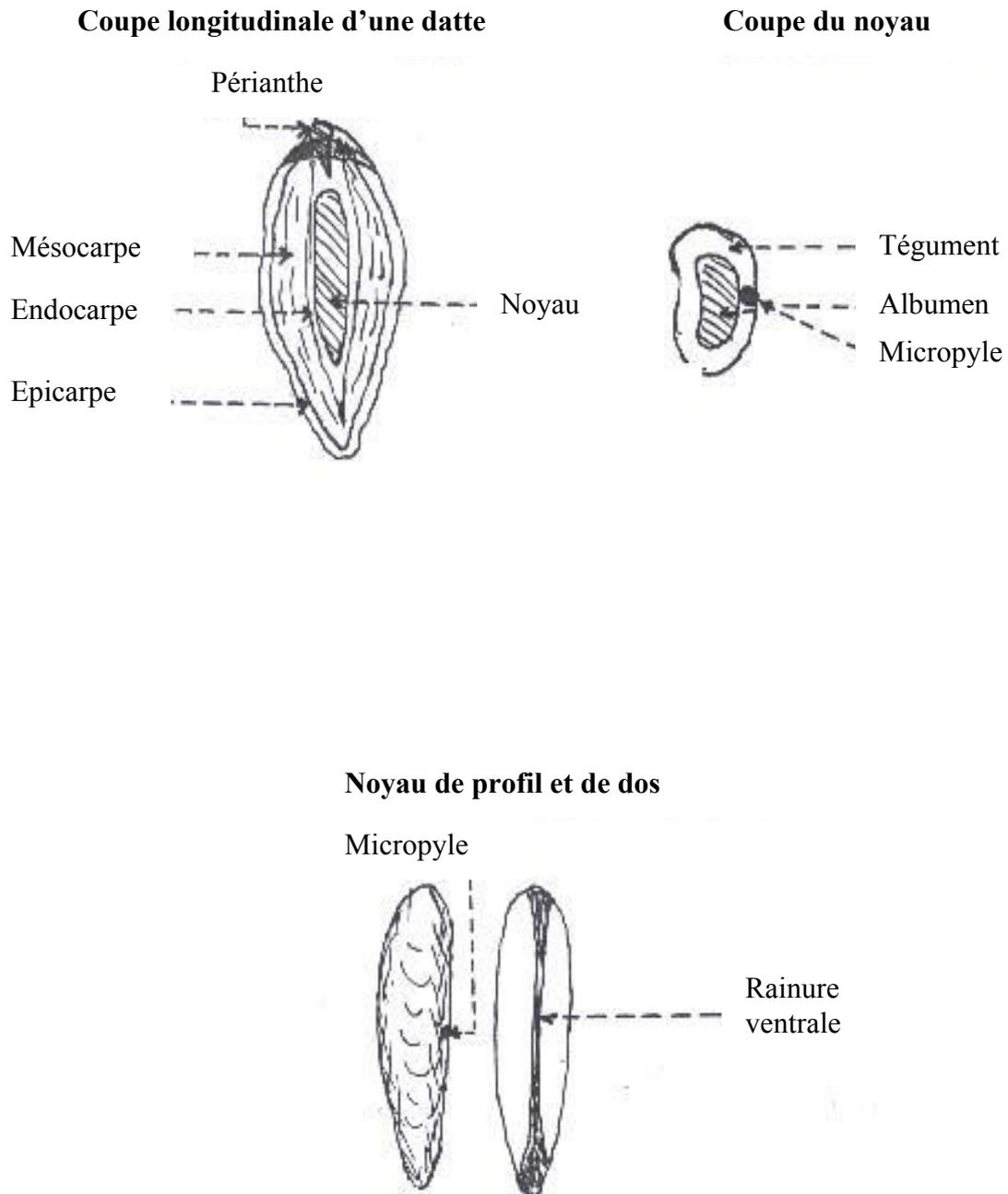


Fig II.1 : Datte et noyau du palmier dattier (Buelguedj, 2001)

De nombreux auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak. Les différents stades peuvent être définis comme suit (**Djerbi, 1994**) :

- **Hababouk** : Ce stade commence juste après la fécondation et dure environ cinq semaines. A ce stade le fruit est entièrement recouvert par le périlanthe et se caractérise par une croissance lente.
- **Kimiri** : Il se caractérise par la couleur verte, un grossissement rapide du fruit, une augmentation de la concentration en tanins et en amidon, une légère augmentation des sucres totaux et de la matière sèche. Ce stade dure neuf à quatorze semaines.
- **Khalal** : Au cours de ce stade, la couleur du fruit passe du vert au jaune clair, puis vire au jaune, au rose ou rouge selon les variétés. Cette phase est marquée par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, de l'acidité active, par contre la teneur en eau diminue. Elle dure trois à cinq semaines.
- **Routab** : La couleur jaune ou rouge du stade khalal passe au foncée ou au noir. Certaines variétés deviennent verdâtres comme la khadraoui (Irak) et la Bouskri (Maroc). Ce stade se caractérise par :
 - La perte de la turgescence du fruit suite à la diminution de la teneur en eau.
 - L'insolubilisation des tanins qui se fixent sous l'épicarpe du fruit.
 - L'augmentation de la teneur des monosaccharides.
- **Tamr** : C'est le stade final de la maturation de la datte. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé.

III. Les variétés de dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (**Buelguedj, 2001 ; Djerbi, 1988**).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (**Hannachi et al., 1998**). Les principales variétés cultivées sont :

- **La Deglet-Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (**Kendri, 1999 ; Boudrar et al., 1997**).

▪ **Les variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (Masmoudi, 2000 ; Kendri, 1999).

Selon Belguedj (2001), une grande de proportion des variétés communes est de consistance molle.

Tableau II.2 : Cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de l'Ancien Monde (Munier, 1973)

Pays	Cultivars	Pays	Cultivars
Algérie	Degla-Beïda, Mech-Degla, Deglet-Nour.	Libye	Bikraari, Khadraï, Tafert.
Arabie - Saoudite	Rouzeiz, Koulass, Kounneizi.	Maroc	Jihel, Bou feggous, Mehjoul.
Egypte	Hayani, Saïdi ou Siwi, Samani.	Mauritanie	Ahmar, Tinterguel, Tidiguert, Sekani, Amsersi.
Irak	Zahidi, Sayir, Hallaoui, Deri, Hadraoui, Hestaoui, Tsiptab, Barhi.	Pakistan	Jawan Sor, Berni, Karoch, Siah, Karba, Kalud, Rabaï, Dandari, Mazawali, Sabzo, Abdandan, Alini, Muzawijat, Kluskeech, Zard Mekrani, Begum, Jangi, Zardan ou Zard Irani.
Iran	Savir, Mouzâfti, Kabkab, Chahani, Mordasang.	Tchad	Martchiano, Zalao, Mektouli, Koudidou.
Tunisie	Dglet-Nour, Allig ou Fitmi.		

IV. Classification des dattes

D'après Espiard (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories :

1-Dattes molles : Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).

2-Dattes demi-molles : Deglet-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie-Saoudite).

3-Dattes sèches de consistance dure : Degla-Beïda et Mech-Degla (Tunisie et Algérie), Amersi (Mauritanie).

V. Production des dattes

V.1. En Algérie

La production réalisée dans la campagne agricole (2000/2001) est de 4.18 millions de quintaux (Anonyme, 2002).

Tableau II.3 : Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000/2001), en quintaux (Anonyme, 2002)

Wilayas	Deglet-Nour	Ghars et analogues (Dattes molles)	Degla-Beïda et analogues (Dattes sèches)	Total
Adrar	0	0	572 000	572 000
Laghouat	350	1990	2070	4 410
Batna	210	1430	4870	6510
Biskra	769 620	134 760	292 280	1 196 660
Bechar	0	0	94 890	94 890
Tamanrasset	0	0	47 930	47 930
Tebessa	4620	4000	1740	10 360
Djelfa	250	100	50	400
M'sila	0	0	2500	2500
Ourgla	434 110	207 760	66740	708 610
El-Bayadh	0	8750	0	8750
Illizi	90	620	8000	8710
Tindouf	0	500	0	500
El-Oued	895 450	234 920	105 820	1 236 190
Khenchela	1610	4880	1480	7970
Naama	0	1690	190	1880
Ghardaia	106 000	38 600	131 400	276 000
Total	2 212 310	640 000	1 331 960	4 184 270

D'après le tableau II.3 : près de 58,14 % de la production nationale de dattes est réalisée par les deux wilayas suivantes : El-Oued (29,54 %) et Biskra (28,6 %).

La variété Deglet-Nour, occupe la première place et représente 52.87 % de la production totale des dattes.

V.2. 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. La production mondiale de dattes réalisée en 2004 est de 6,7 millions de tonnes (FAO, 2004).

Tableau II.4 : Production de dattes par pays, en 2004
(F A O, 2004)

Pays	Production, en tonnes
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
Bahreïn	17 000
Qatar	16 500

Du point de vue quantitatif, la production algérienne représente 7 % de la production mondiale, mais du point de vue qualitatif, elle occupe le premier rang grâce à la variété Deglet-Nour, la plus appréciée mondialement.

VI. Composition biochimique de la datte

VI.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe "

VI.1.1. L'eau

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

Tableau II.5 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région

Fliache (Biskra), en % (Kenfhar, 2004)

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

VI.1.2. Les sucres

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélée essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (**Acourene et Tama, 1997 ; Estanove, 1990 ; Matallah, 1970**). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (**Bouddrar et al., 1997 ; Siboukeur, 1997 ; Favier et al., 1993**).

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

Tableau II.6 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zibans, en % de matière sèche (Acourene et Tama, 1997)

Variétés	Consistance	Sucres totaux	Saccharose	Sucres réducteurs
Chars	Molle	87,42	5,00	82,12
Tantboucht		79,80	0,90	78,80
Deglet-Ziane		84,00	2,45	81,45
Ltima	Demi-molle	78,51	4,29	73,40
Safraia		79,00	1,31	77,61
El-Ghazi		94,90	0,80	94,00
Mech-Degla	Sèche	75,10	52,40	20,00
Kenta		72,30	40,55	36,80
Horra		82,46	50,00	29,86

Ce tableau montre la teneur en sucres dans les dattes, signalons une grande variabilité des teneurs pour le saccharose et les sucres réducteurs. La teneur en saccharose varie entre 0,8 et 52,4 %, celle des sucres réducteurs est de 20 à 94 % de matière sèche.

Les proportions des différents sucres dans la datte, varient en fonction de la variété et des stades de maturation (Djerbi, 1994).

Tableau II.7 : Composition en sucres de la datte Mech-Degla (Aït Aneur, 2001)

Sucres	Teneur en g/100 g du poids sec
Sucres totaux	80,77
Saccharose	51,79
Glucose	14,91
Fructose	14,07

VI.1.3. Les protéines

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines. Elle varie entre 0,38 et 2,5 % du poids sec (Razi, 1993). Malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement (Kendri, 1999 ; Yahiaoui, 1998).

Tableau II.8 : Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche

(Favier et al., 1993)

Acides aminés	Teneur de la pulpe, en mg/100 g
Isoleucine	64
Leucine	103
Lysine	72
Méthionine	25
Cystine	51
Phénylalanine	70
Tyrosine	26
Thréonine	69
Tryptophane	66
Valine	88
Arginine	68
Histidine	36
Alanine	130
Acide aspartique	174
Acide glutamique	258
Glycocolle	130
Proline	144
Sérine	88

Selon **Al-Shahib et Marshall (2003)**, les protéines de la datte contiennent 23 acides aminés dont certains ne sont pas présent dans certains fruits comme la banane, la pomme et l'orange.

VI.1.4. Les lipides

La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais (**Matallah, 1970**). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation.

Selon **Yahiaoui (1998)**, la teneur en lipides passe de 1,25 % au stade Hababouk à 6,33 % au stade Kimiri. Cette teneur diminue progressivement au stade Routab pour atteindre une valeur de 1,97 % de matière sèche au stade Tamar.

Tableau II.9 : Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, en % de matière grasse (Yahiaoui, 1998)

Acides gras	Teneur en % de matière grasse
Acide linoléique (C ₁₈ : 3)	12,30
Acide linoléique (C ₁₈ : 2)	11,47
Acide oléique (C ₁₈ : 1)	10,74
Acide stéarique (C ₁₈ : 0)	10,47
Acide palmitique (C ₁₆ : 0)	7,89
Acide myristique (C ₁₄ : 0)	8,66

VI.1.5. Les éléments minéraux

L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Zibans faite par **Acourene et al., (2001)**, montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec. La datte est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

Le tableau ci-dessous, donne la teneur en éléments minéraux de quelques variétés de dattes molles algériennes.

Tableau II.10 : Composition minérale de quelques variétés de dattes molles algériennes, en mg/100 g de la partie comestible (Siboukeur, 1997)

Eléments minéraux	Variétés		
	Ghars	Tanslit	Litm
Potassium (K)	664	435	452
Chlore (Cl)	256	176	157
Calcium (Ca)	80,50	60,10	61,20
Magnésium (Mg)	17,38	20,61	20,20
Fer (Fe)	2,03	0,83	1,30
Sodium (Na)	2,03	0,83	1,30
Cuivre (Cu)	1,92	0,99	1,10
Manganèse (Mn)	2,10	1,20	1,50

VI.1.6. Les vitamines

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables des vitamines du groupe B. Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial (**Vilkas, 1993**).

Tableau II.11 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche
(Favier et al., 1995)

Vitamines	Teneur moyenne pour 100 g
Vitamine C	2,00 mg
Thiamine (B ₁)	0,06 mg
Riboflavine (B ₂)	0,10 mg
Niacine (B ₃)	1,70 mg
Acide pantothénique (B ₅)	0,80 mg
Vitamine (B ₆)	0,15 mg
Folates (B ₉)	28,00 µg

VI.1.7. Les fibres

La datte est riche en fibres, elle en apporte 8,1 à 12,7 % du poids sec (**Al-Shahib et Marshall, 2002**). Selon **Benchabane (1996)**, les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Ils ont également un effet hypocholestérolémiant (**Jaccot et Campillo, 2003 ; Albert, 1998**).

VI.1.8. Les composés phénoliques

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques (**Benazzouk et al., 1999 ; Yahiaoui, 1998 ; Barreveled, 1993**).

Tableau II.12 : Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes (Mansouri et al., 2005)

Variétés	Teneur en mg / 100 g du poids frais
Tazizaout	2,49
Ougherouss	2,84
Akerbouche	3,55
Tazarzait	3,91
Tafiziouine	4,59
Deglet -Nour	6,73
Tantbouchte	8,36

L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélée la présence des acides cinnamiques, des flavones, des flavanones et des flavonols (Mansouri et al., 2005).

L'oxydation enzymatique des polyphénols de la datte est à l'origine d'un brunissement plus ou moins intense (Matallah, 2004 ; Jarrah et al., 1972). Un certain degré de brunissement est en effet recherché lors de la maturation des dattes (Cheftel et Cheftel, 1977).

Selon Henk et al.,(2003), les polyphénols jouent un rôle important dans le corps : elles ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissant la tension artérielle et renforçant le système immunitaire.

VII. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau "

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (Espiard, 2002).

Tableau II.13 : Composition biochimique des noyaux des dattes irakiennes (Munier, 1973)

Constituants	Teneur en %
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1,12

Selon **Djerbi (1994)**, les noyaux constituent un sous produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge.

VIII. Valeur nutritionnelle de la datte

La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (**Gilles, 2000 ; Toutain, 1979**) :

- La forte teneur en sucres confère à ces fruits une grande valeur énergétique.
- Une teneur intéressante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme.
- Les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement, mais en faible quantité.
- Un apport important en éléments minéraux. Les dattes sont riches en minéraux plastiques : Ca, Mg, P, S et en minéraux catalytiques : Fe, Mn (**Matallah, 1970**). Elles sont reminéralisantes et renforcent notablement le système immunitaire (**Albert, 1998**).
- Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (**Tortora et al., 1987**).

Chapitre III
Technologie de la datte

Technologie de la datte

La technologie de la datte recouvre toutes les opérations qui, de la récolte à la consommation, ont pour objet de préserver toutes les qualités des fruits et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommables à l'état, en divers produits, bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (**Estanove, 1990**).

I. Conditionnement de la datte

L'industrie de conditionnement joue un rôle primordial dans la préservation, l'amélioration de la qualité et l'augmentation de la valeur marchande des fruits, surtout celles qui sont destinées à l'exportation.

Le conditionnement des dattes, concerne l'ensemble des opérations effectuées après la cueillette et destinées à présenter un produit fini prêt à être consommé. Ces opérations sont : la désinsectisation, le triage et le lavage éventuel, l'humidification et / ou le séchage, l'enrobage éventuel par le sirop, la mise en caisse ou en boîte et l'entreposage frigorifique (**Abdelfateh, 1989**).

Les conditionnements sont très personnalisés dans chaque entreprise et selon la clientèle destinataire (**Espiard, 2002**).

II. Transformation de la datte

II.1. Confiserie à base de datte

II.1.1. Pâte de datte

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de datte. La fabrication est faite mécaniquement. Lorsque le produit est trop humide il est possible d'ajouter la pulpe de noix de coco ou la farine d'amande douce. La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (**Espiard, 2002 ; Kendri, 1999**).

II.1.2. Farine de datte

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants (**Aït-Ameur, 2001 ; Kendri, 1999**) et yaourt (**Benamara et al., 2004**).

II.1.3. Sirop, crèmes et confitures de dattes

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

Selon **Espiard (2002)**, cette gamme de produit est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte. Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité.

II.2. Mise en valeur des déchets

Les dattes abîmées et de faible valeur marchande peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucre pour la production de :

II.2.1. Biomasse et protéines unicellulaires

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes ont été réalisés. Selon (**Kendri, 1999**), l'analyse des biomasses produites montre leur richesse en protéines à raison de 32 à 40 % de poids sec.

II.2.2. Alcool

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. Selon **Touzi (1997)**, l'alcool éthylique a été produit au laboratoire avec un rendement de 87 %.

II.2.3. Vinaigre

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre (**Ould El Hadj et al., 2001**). Ce dernier a été produit par culture de la levure *Saccharomyces uvarum* sur un extrait de datte (**Boughnou, 1988**).

II.2.4. Aliments de bétail

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous produits intéressants pour l'alimentation du bétail.

La farine des noyaux de dattes peut être incorporé avec un taux de 10 % dans l'alimentation des poulets sans influencer négativement leurs performances (**Gualtieri et Rappaccini, 1990**).

II.2.5. Autres produits

La datte constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que : le vin (**Espiard, 2002**) et le jus de datte (**Siboukeur, 1997**).

La figure III.1 illustre les différentes opérations de transformation de la datte et le noyau.

III. Importance économique de la transformation de la datte

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-développés, comme c'est le cas pour d'autres produits agricoles (tomates, agrumes, olives,...etc).

La datte, fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour. Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois et la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile. Ainsi les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs (**Touzi, 1996**).

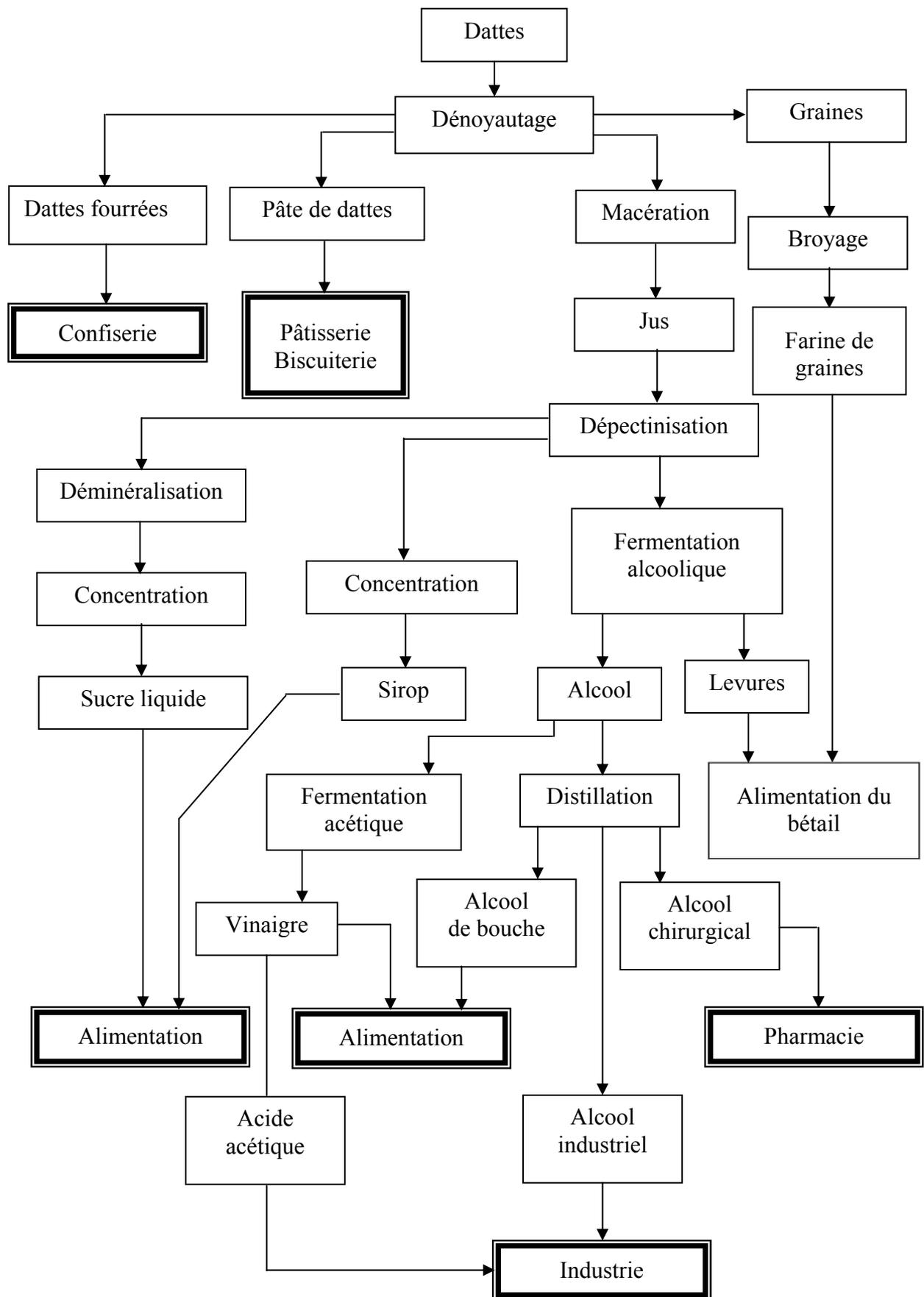


Fig III.1 : Opérations de transformation de la datte (Estanove, 1990)

D
e
u
x
i
è
m
e

p
a
r
t
i
e

Etude
expérimentale

Chapitre IV
Matériel et méthodes

Matériel et méthodes

I. Matériel végétal

I.1. Description et choix de la variété

La variété de datte retenue dans cette étude est très répandue dans les palmeraies de la région Sud-Est. C'est la variété : Mech-Degla (voir Photo IV.1).

La datte Mech-Degla est de forme sub-cylindrique, légèrement rétrécie à son extrémité. A maturité, la datte est plutôt beige clair teinté d'un marron peu prononcé. L'épicarpe est ridé, peu brillant et cassant. Le mésocarpe est peu charnu de consistance sèche et de texture fibreuse **(Buelguedj, 1996)**.

Le choix de cette variété se justifie par sa qualité gustative, son abondance au niveau national et sa facilité de conservation (datte sèche).

I.2. Prélèvement des échantillons

La datte étudiée provient des palmeraies de la région M'chouneche, de la wilaya de Biskra. La méthode d'échantillonnage suivie est celle préconisée par : **Acourene et Tama (1997)** ; **Girard (1965)**. Nous avons subdivisé la palmeraie en différentes parcelles. Dans chaque parcelle, la récolte est réalisée sur quatre à cinq palmiers homogènes. Les fruits sont prélevés au hasard sur plusieurs régimes à diverses hauteurs et orientations.

Les dattes sont récoltées à pleine maturité et conservées à 4°C.

II. Méthodes d'analyses

Les termes (datte entière et datte) utilisés dans l'ensemble de notre travail signifient :

- Datte entière : Pulpe + noyau.
- Datte : Pulpe ou chair.

La partie expérimentale est réalisée en 3 étapes :

- 1- Caractérisation physique de la datte entière et des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe.
- 2- Analyse physico-chimique de la pulpe, et des deux tissus constituants de la chair de datte (brun et blanc).

3-Détermination de l'activité antioxydante de la pulpe et de ses deux principales parties (brune et blanche).



Photo IV : Datte Mech-Degla entière et en coupe

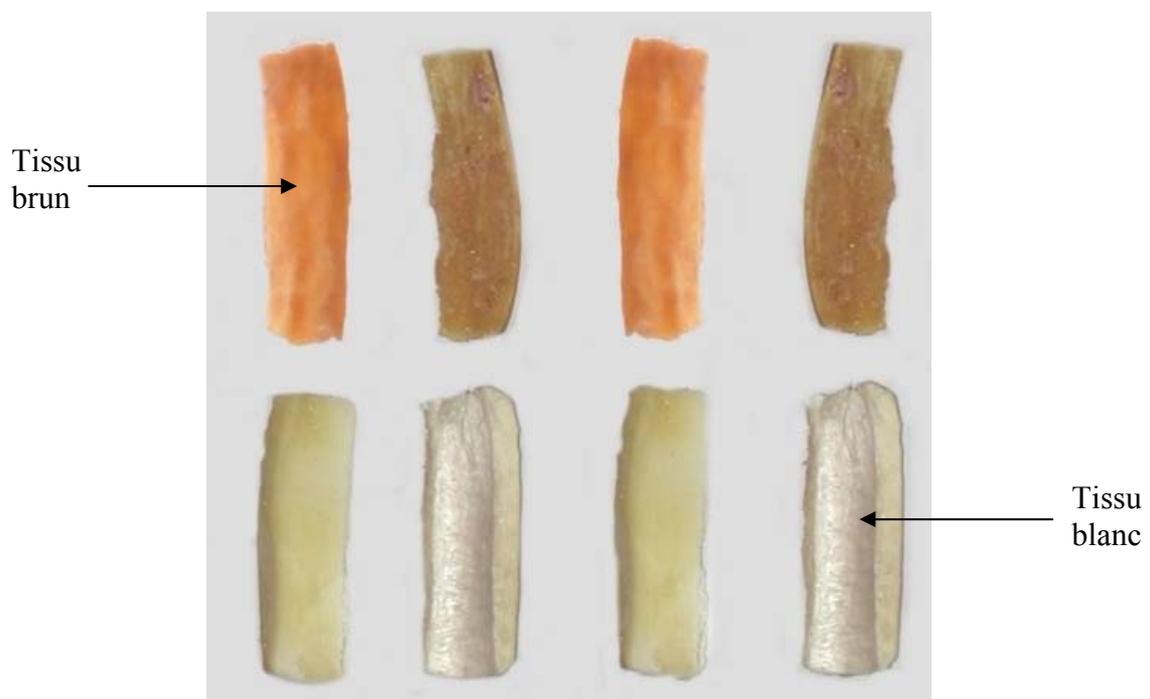


Photo IV.2 : Les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe

II.1. Caractérisation physique de la datte entière et des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe

Les caractéristiques physiques sont réalisées sur 10 fruits prélevés au hasard, sur lesquels sont déterminés :

1-Les dimensions du fruit entier et de son noyau (longueur et largeur) au moyen d'un pied à coulisse.

2-Le poids de la datte entière, de la pulpe, des deux principaux tissus constituant la pulpe ainsi que le noyau au moyen d'une balance analytique à la précision de $\pm 0,001$.

3-La masse volumique des deux tissus de la pulpe : les dattes sont coupées en petits morceaux de formes régulières et de différentes dimensions. Nous obtenons des parallélépipèdes sur lesquels nous mesurons la longueur (L) et la largeur (l). Les deux tissus sont séparés avec précaution, ensuite nous déterminons leurs poids (M) et leurs épaisseurs (E).

Le volume (V) est calculé selon la formule :

$$V (\text{cm}^3) = \text{Longueur } (L) \times \text{Largeur } (l) \times \text{Épaisseur } (E).$$

La masse volumique (ρ) est déterminée comme suit :

$$\rho = \frac{M}{V} \text{ g/cm}^3 \quad (1)$$

Soit :

M : Masse (g).

V : Volume (cm^3).

II.2. Caractérisation physico-chimique de la pulpe, et de ses deux principaux tissus constitutifs

II.2.1. Détermination de la teneur en eau

□ Principe

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 1 g d'échantillon étalé dans une capsule en porcelaine puis séché dans une étuve, à la pression atmosphérique, à une température de 103 ± 2 °C.

- **Mode opératoire**

- Sécher des capsules vides à l'étuve durant 15 mn à 103 ± 2 °C ;
- Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser dans chaque capsule 1 g d'échantillon à une précision de $\pm 0,001$ g, et les placer dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C pendant 3 heures ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur, et après refroidissement, les peser. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 mn).

- **Expression des résultats**

La teneur en eau est déterminée selon la formule suivante :

$$H \% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \cdot 100 \quad (2)$$

Soit :

H % : Humidité.

M_1 : Masse de la capsule + matière fraîche avant étuvage.

M_2 : Masse de l'ensemble après étuvage.

P : Masse de la prise d'essai.

$Matière sèche \% = 100 - H \%$

II.2.2. Détermination du pH (NF V 05-108, 1970)

- **Principe**

Détermination en unité pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de la pulpe de datte broyée.

- **Mode opératoire**

- Couper en petits morceaux une partie de l'échantillon, éliminer les noyaux et les loges carpel-laires ;
- Placer le produit dans un bécher et y ajouter au moins deux ou 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 ;

-Broyer ensuite le mélange obtenu dans un mortier et procéder à la détermination en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

II.2.3. Détermination de l'acidité titrable (NF V 05-101, 1974)

□ Principe

Titration de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénolphthaléine comme indicateur.

• Mode opératoire

-Peser à 0,01 g près au moins 25 g de l'échantillon à analyser ;

-Placer l'échantillon dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie et refroidie, puis mélanger jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène ;

-Adapter un réfrigérant à reflux à la fiole conique puis chauffer le contenu au bain-marie pendant 30 mn ;

-Refroidir, transvaser quantitativement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie, bien mélanger puis filtrer ;

-Prélever à la pipette 25 ml du filtrat et les verser dans un bêcher ;

-Ajouter 0,25 à 0,5 ml de phénolphthaléine et tout en agitant, titrer avec de la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

➤ Expression des résultats

L'acidité titrable est exprimée en grammes d'acide citrique pour 100 g de produit :

$$A\% = \frac{(250 \cdot V_1 \cdot 100)}{(V_0 \cdot M \cdot 10)} \cdot 0,07 \quad (3)$$

Soit :

M : La masse, en grammes de produit prélevé.

V_0 : Le volume en millilitres de la prise d'essai.

V_1 : Le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (0,1 N).

0,07 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

II.2.4. Détermination de la teneur en sucres par HPLC

□ Principe

L'analyse des sucres par HPLC a fait l'objet de plusieurs travaux (**Multon, 1991 ; Mathlouthi et Reiser, 1995**). Il s'agit d'une méthode de séparation des constituants d'un mélange. Le mélange est injecté à l'entrée de la colonne chromatographique. Le fluide parcourant la colonne, appelé phase mobile entraîne les solutés qui seront inégalement retenus lors de la traversée. A la sortie de la colonne le liquide passe dans un dispositif de détection (IR), lui-même relié à un ensemble électronique capable d'amplifier, d'enregistrer et d'intégrer les signaux.

• Mode opératoire (Godon et Loisel, 1984)

➤ Extraction

- Peser 2,5 g d'échantillon dans une fiole de 250 ml ;
- Ajouter 40 ml d'éthanol à 80 % et porter la fiole adaptée au réfrigérant et munie d'un agitateur en verre à palette, à l'ébullition douce dans un bain-marie pendant 30 mn ;
- Agiter de temps en temps pour éviter la formation d'agglomérats ;
- Refroidir et centrifuger pendant 10 mn à 3500-4000 tours/mn ;
- Décanté le surnageant dans une fiole de 250 ml ;
- Recommencer l'extraction à chaud sur le résidu avec 40 ml d'éthanol à 80 % ;
- Après, laver deux fois le résidu avec 20 ml d'éthanol à 80 % à température ambiante ;
- Centrifuger, décanté et conserver la solution ethanologique à 4 °C.

➤ Purification

- Evaporer la solution ethanologique au rotavapor et reprendre le résidu d'évaporation par l'eau distillée dans une fiole de 50 ml ;
- Ajouter 1 ml de solution de carrez I, agiter, puis 1ml de la solution carrez II (pour précipiter les protéines) ;
- Ajuster à 50 ml avec de l'eau distillée ;
- Agiter et filtrer sur papier filtre Wattman ;
- Cette solution concentrée et purifiée doit être conservée au congélateur, au cas où les différentes déterminations ne peuvent être réalisées le jour même.

➤ **Conditions d'injection (JAOAC, 1992)**

- Colonne : C₁₈, type alkyl-amine (μBondapack NH₂) ;
- Phase mobile : Acétonitrile/eau (80/20) ;
- Détecteur : Réfractomètre ;
- Boucle d'injection : 2 μl ;
- Débit : 3,5 ml/mn ;
- Température : 25 °C.

II.2.5. Détermination de la teneur en protéines (Méthode de kjeldhal)

□ Principe

Le principe de la méthode est basé sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur, et dosé après déplacement en milieu alcalin et distillation sous forme d'ammonium (**Lecoq, 1965**).

• Mode opératoire

- Introduire dans un matras de minéralisation 1 g d'échantillon, ajouter une pincé de catalyseur (sulfate de cuivre et de potassium) ;
- Ajouter 15 ml d'acide sulfurique pur ;
- Utiliser un chauffage progressif ; d'abord une attaque à froid pendant 15 mn jusqu'à l'apparition de vapeur blanche d'anhydride sulfurique, puis le chauffage est rendu plus énergique, attaque à chaud pendant 4 à 5 heures ;
- Quand la solution devient limpide, elle est refroidie et complétée à 100 ml avec de l'eau distillée ;
- La distillation se fait dans un distillateur automatique (VELP) où l'ajout de 20 ml de lessive de soude à 35 % dans le matras et 25 % d'acide borique dans une fiole de 250 ml est réalisée;
- Le dégagement d'ammoniac est récupéré dans une solution d'acide borique contenant l'indicateur coloré (mélange de bleu de méthylène et rouge de méthyl). L'excès d'ammoniac est alors dosé par l'acide sulfurique 0,05 N dans un titrateur automatique.

NB : Un témoin est réalisé dans les mêmes conditions sans échantillon.

➤ Expression des résultats

La teneur en azote total est déterminée par la formule suivante :

$$N \% = \frac{\frac{V}{V'} \times (N - N') \cdot 0.05 \cdot 1.4}{P} \quad (4)$$

Soit :

V : Solution minéralisée et complétée à 100 ml ;

V' : Solution de la soude ajoutée 20 ml ;

N : La quantité d'acide sulfurique lue après titration ;

0,05 : Normalité d'acide sulfurique ;

P : Masse de la prise d'essai 1 g.

II.2.6. Détermination de la teneur en lipides (NF EN ISO 734-1, 2000)

□ Principe

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

• Mode opératoire

- Sécher le ballon de 500 ml à l'étuve à 105 °C pendant une heure;
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn ;
- Peser le ballon à la précision de 0,001g ;
- Broyer 25 g d'échantillon dans un mortier ;
- Peser 20 g environ de broyat ;
- Introduire le broyat dans la cartouche en papier filtre ;
- 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 le chauffe ballon pendant 4 heures (20 siphonages par heure) jusqu'à 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 déterminée selon la formule suivante :

$$MG \% = \frac{(P_2 - P_1)}{P_3} \cdot 100 \quad (5)$$

Soit :

P_2 : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

P_1 : Poids du ballon vide (g).

P_3 : Masse de la prise d'essai (g).

II.2.7. Détermination de la teneur en cendres

□ Principe

La pulpe de datte est calcinée à 550 °C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant.

• Mode opératoire (NF V05-113, 1972)

-Dans des capsules en porcelaine, peser 2 g d'échantillon broyé ;

-Placer les capsules dans un four réglé à 550 ± 15 °C durant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre.

-Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

➤ Expression des résultats

$$MO \% = \frac{(M_1 - M_2)}{P} \cdot 100 \quad (6)$$

Soit :

MO % : Matière organique.

M_1 : Masse de la capsule + prise d'essai

M_2 : Masse de la capsule + cendres.

P : Masse de la prise d'essai.

La teneur en cendres (Cd) est calculée comme suit :

$Cd = 100 - MO \%$

II.2.8. Analyse des éléments minéraux

Les éléments minéraux sont dosés par Spectrophotométrie d'Absorption Atomique.

□ Principe

En absorption atomique la concentration est déduite de la mesure de l'absorption de la lumière par les atomes de l'élément restés à l'état fondamental lorsqu'ils sont éclairés par une source lumineuse convenable (**Franciss et Annick, 1992**). La mesure de l'intensité lumineuse est faite à une longueur d'onde spécifique de l'élément à doser.

• Mode opératoire (NF V 05-113, 1972)

- Dissoudre les cendres obtenues dans 1 ml d'acide chlorhydrique, puis ajouter avec précaution 10 ml d'eau distillée ;
- Chauffer quelques minutes au bain-marie bouillant jusqu'à dissolution complète des cendres ;
- Verser quantitativement la solution dans une fiole jaugée de 100 ml, puis compléter à 100 ml avec de l'eau distillée ;

A partir de cette solution nous avons effectué le dosage des éléments minéraux suivants : Le potassium, le calcium, le sodium, le magnésium, le zinc, le fer, le cuivre et le manganèse.

II.2.9. Détermination de la conductivité électrique

□ Principe

La conductivité électrique d'une eau est la conductance des colonnes d'eau comprises entre deux électrodes métalliques de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm (**Rodier, 1997**).

• Mode opératoire

- Préparer une solution à 20 % de matière sèche ;
- Rincer plusieurs fois la cellule à conductivité avec de l'eau distillée ;
- Agiter la solution à examiner afin que la concentration ionique entre les deux électrodes soit identique à celle du liquide ambiant, et éliminer les bulles d'air sur l'électrode ;
- Plonger l'électrode dans un récipient contenant l'échantillon en prenant soin que les électrodes en platine soient complètement immergées.

II.2.10. Détermination de la teneur en pectine sous forme de pectate de calcium

□ Principe

Les pectines sont dosées sous forme de pectate de calcium, après extraction à l'eau chaude, puis saponification par NaOH et précipitation par CaCl₂ en milieu acétique (Multon, 1991 ; Markh et al., 1989).

• Mode opératoire

- Peser 2,5 g d'échantillon;
- L'introduire dans une fiole conique à col rodée de 100 ml ;
- Ajouter 500 ml d'acide chlorhydrique 1/30 N ;
- Boucher la fiole par un tube réfrigérant ;
- Porter dans un bain-marie bouillon pendant 30 mn ;
- Filtrer et laver le précipité à l'eau chaude (1^{er} Filtrat) ;
- Faire passer le papier filtre dans une fiole conique ;
- Ajouter 50 ml de l'acide oxalique et adapter la fiole à un tube réfrigérant ;
- Porter au bain-marie à 100 °C pendant 20 mn ;
- Filtrer et laver le précipité à l'eau chaude (2^{ème} Filtrat) ;
- Introduire les deux filtrats dans une fiole jaugée de 200 ml, neutraliser avec la soude caustique à 15 % en présence de phénolphtaléine ;
- Compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge ;
- Pipeter 50 ml du filtrat obtenu dans une fiole de 50 ml ;
- Ajouter 50 ml de la soude caustique à 0,4 % ;
- Laisser reposer pour faire passer la saponification des liaisons complexes ;
- Après saponification, ajouter 50 ml de l'acide acétique 1 N et 50 ml de la solution de chlorure de calcium à 11,1 % ;
- Laisser réagir 30 mn ;
- Faire passer le précipité sur un papier filtre préalablement séché et taré, puis laver par la solution de chlorure de calcium à 0,5 %, ensuite à l'eau distillée froide. En fin, laver à l'eau chaude jusqu'à élimination complète des ions de chlore ;
- Sécher le papier filtre avec le précipité jusqu'au poids constant dans une étuve réglée à 100-105 °C, puis peser.

➤ **Expression des résultats :**

La teneur en pectine est exprimée en pourcentage de matière sèche par la formule suivante :

$$P \% = \frac{A \times 200 \times 0.9235}{50 \times a} \quad (7)$$

Soit :

A : Masse du précipité (g);

200 : Volume du filtrat (ml);

0,9235 : Coefficient de transformation du pectate de calcium en pectines;

a : Masse du filtrat (g);

50 : Volume du filtrat pris pour la précipitation (ml).

II.2.11. Détermination de la teneur en polyphénols

II.2.11.1 Extraction des polyphénols

Plusieurs solvants organiques peuvent être utilisés pour l'extraction des composés phénoliques (**Owen et Johns, 1999**). Le méthanol pur est l'un des solvants qui donne le meilleur rendement d'extraction (**Diallo et al., 2004 ; Ribéreau-Gayon, 1968**). Le procédé d'extraction est réalisé comme le montre la figure IV.1.

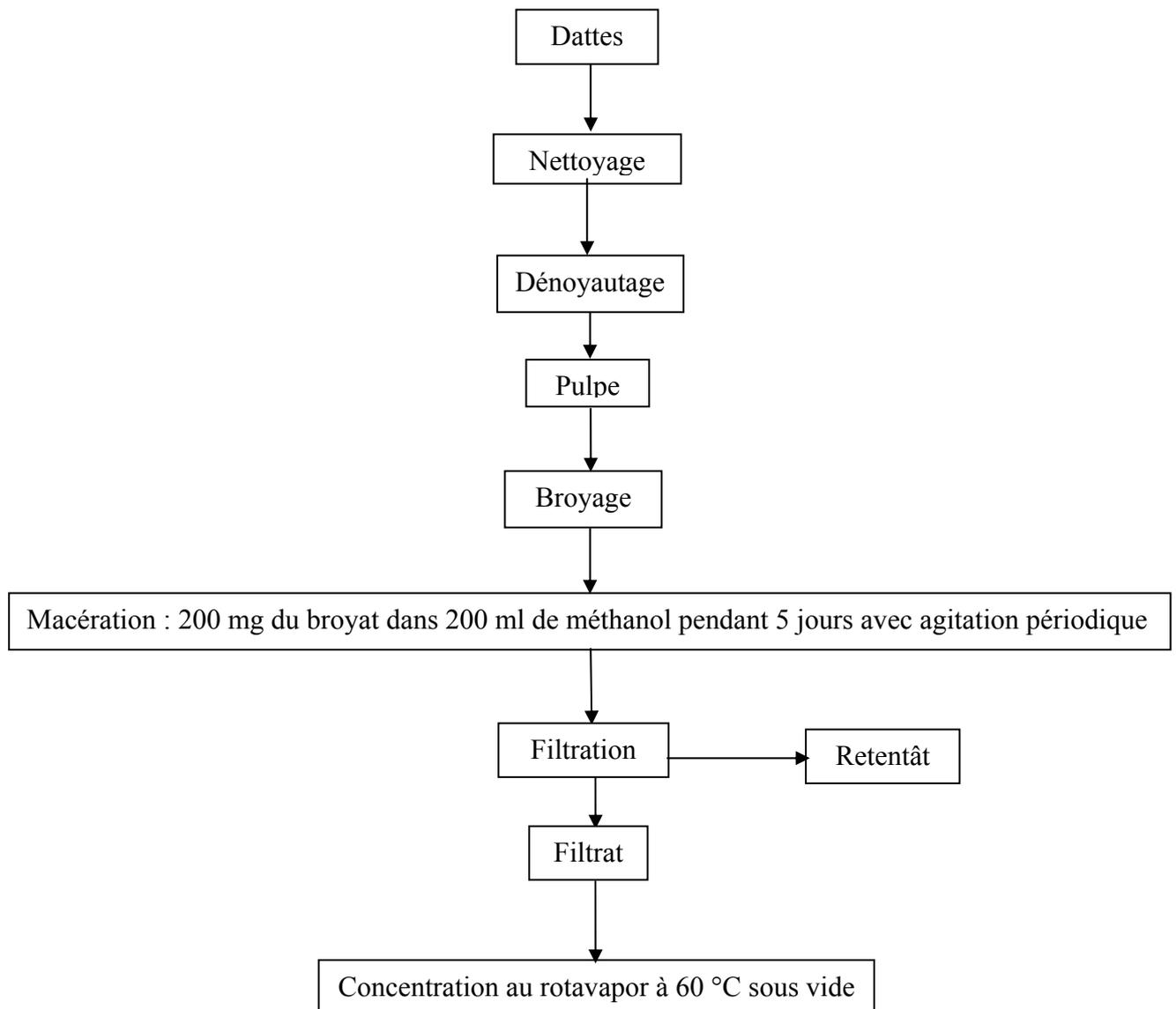


Fig IV.1 : Principales étapes d'extraction des polyphénols (Owen et Johns, 1999)

II.2.11.2. Détermination de la teneur en polyphénols totaux

□ Principe

En présence de phénols, le mélange d'acide phosphotungstique ($H_3PW_{12}O_{40}$) et phosphomolibdique ($H_3PMo_{12}O_{40}$) est réduit en oxydes bleus de tungstène (W_8O_{23}) et de molybdène (Mo_8O_{23}), que l'on détermine par colorimétrie.

• Mode opératoire

Le dosage des polyphénols totaux est réalisé par la méthode décrite par **Juntachote et al., (2006)**.

A) Préparation de la gamme d'étalonnage

-Peser 200 mg d'acide gallique ;

-Les dissoudre dans 100 ml d'éthanol, soit une solution (S_1) avec une concentration de 2 mg/ml ;

-Diluer la solution mère comme suit :

* Prélever 5 ml de la solution mère puis ajouter 5 ml d'eau distillée et l'en obtient la dilution S/2;

* Prélever 5 ml de la solution S/2 puis rajouter 5 ml d'eau distillée et l'en obtient la dilution S/4;

* Refaire la même procédure pour les autres dilutions.

B) Dosage proprement dit

-Prélever 0,5 ml de chaque dilution d'échantillon dans des tubes à essais ;

-Ajouter 5 ml d'eau distillée dans chaque tube ;

-Ajouter 0,5 ml de réactif de Folin-Ciocalteu's ;

-Après 3 mn, ajouter 0,5 ml de carbonate de sodium à 20 % ;

-Laisser incuber pendant une heure à température ambiante et à l'abri de la lumière.

Tableau IV.1 : Préparation des dilutions de l'acide gallique pour la réalisation de la courbe standard des polyphénols totaux

Dilutions	S	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32	S/64	S/128	S/256	S/512
Concentrations (mg/ml)	200	100	50	25	12,5	6,25	3,13	1,56	0,78	0,39

Le blanc est représenté par 5 ml d'eau distillée, additionnée de 0,5 ml de Folin-Ciocalteu's et 0,5 ml de carbonate de sodium à 20 %.

La lecture des absorbances est faite à 760 nm, après agitation et repos d'une heure. La concentration en composés phénoliques totaux est déterminée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant l'acide gallique comme standard d'étalonnage (voir Annexe I).

Le dosage des polyphénols totaux dans l'extrait de dattes est représenté par l'organigramme de la figure IV.2.

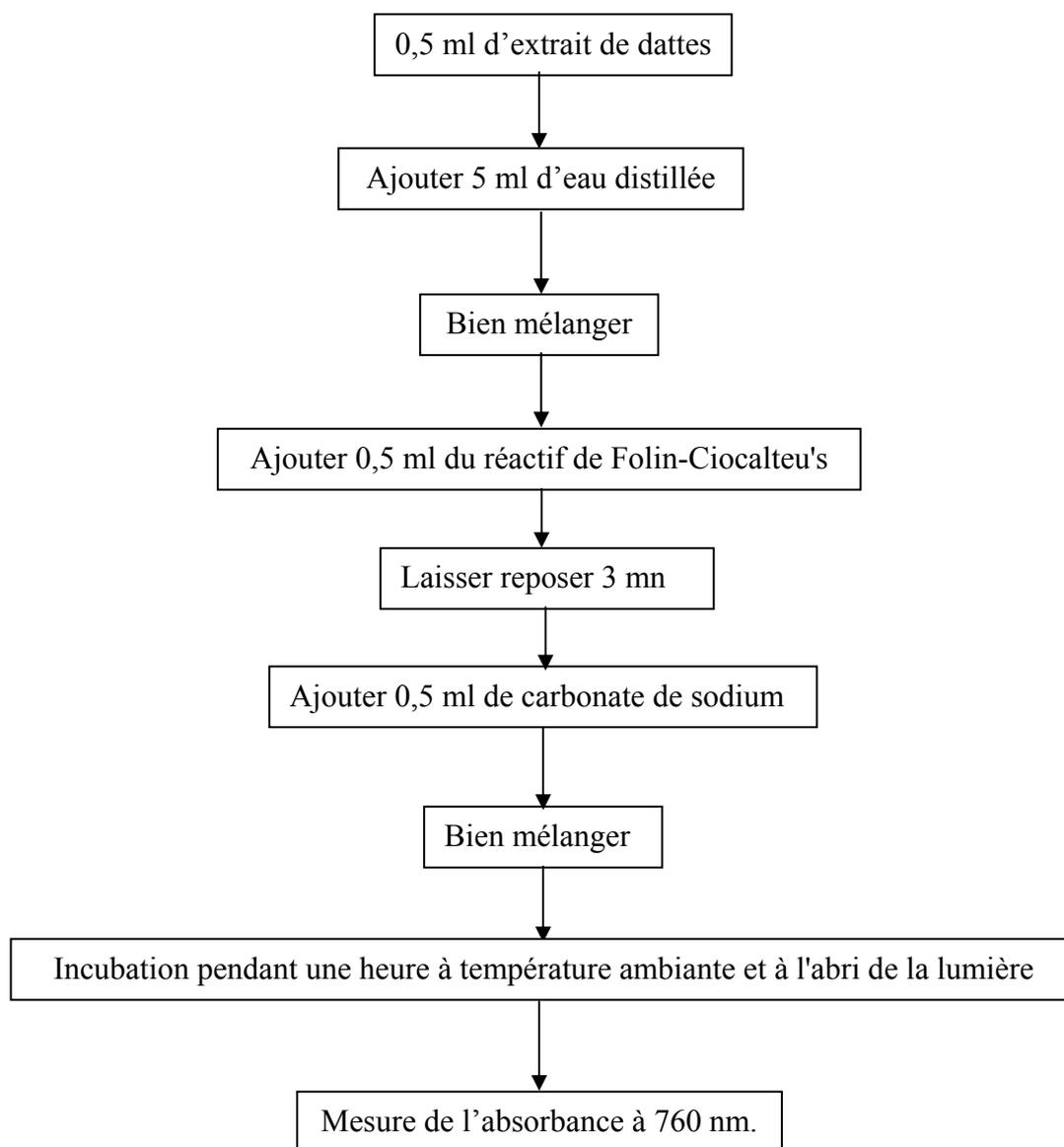


Fig IV.2 : Organigramme représentant le dosage des polyphénols totaux (Juntachote et al., 2006)

II.2.11.3. Détermination de la teneur en flavonoïdes

□ Principe

L'estimation de la teneur en flavonoïdes totaux contenus dans les extraits de dattes est réalisée par la méthode de **Bahorun et al., (1996)**.

Les flavonoïdes possèdent un groupement hydroxyl (OH) libre, en position 5 qui est susceptible de donner avec le groupement CO, un complexe coloré avec le chlorure d'aluminium (**Boulekbache, 2005**). Les flavonoïdes forment des complexes jaunâtres par chélation des métaux (fer et aluminium). Ceci traduit le fait que le métal (Al) perd deux électrons pour s'unir à deux atomes d'oxygène de la molécule phénolique agissant comme donneur d'électrons (**Ribéreau-Gayon, 1968**).

• Mode opératoire

- Mettre 1 ml d'extrait de dattes dans un tube à essai ;
- Ajouter 1 ml de solution méthanolique de chlorure d'aluminium à 2 % ;
- Après 10 mn, l'absorbance est lue à 430 nm.

La préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes est illustrée dans le tableau suivant :

Tableau IV.2 : Préparation de la courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Dilutions	S/2	S/4	S/8	S/16	S/32	S/64
Concentrations (µg/ml)	25,00	16,67	10,00	5,00	2,50	0,50

La concentration des flavonoïdes contenus dans les extraits de dattes est calculée en se référant à la courbe d'étalonnage obtenue en utilisant la quercétine comme standard (voir Annexe I). Le dosage des flavonoïdes dans l'extrait de dattes est représenté par l'organigramme de la figure IV.3.

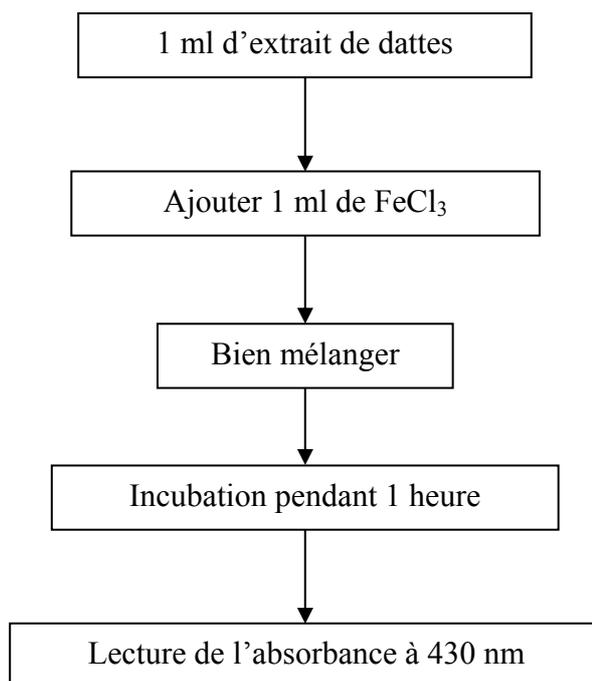


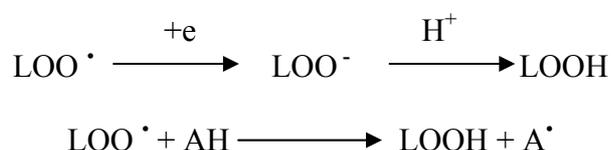
Fig IV.3 : Organigramme représentant le dosage des flavonoïdes dans l'extrait de dattes
(Bahorun et al., 1996)

III. Détermination de l'activité antioxydante par l'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique

□ Principe

La mesure de l'inhibition du degré d'oxydation de l'acide linoléique est l'une des méthodes les plus utilisées pour la détermination de l'activité antioxydante (Wang et al., 2003).

La peroxydation des lipides est une réaction en chaîne qui conduit à la dégradation des lipides via la formation des radicaux libres. Au stade initial de cette peroxydation et à pression en oxygène normale (pression atmosphérique), le radical lipidique majeur est le radical peroxy LOO^\bullet . Ce radical est un agent oxydant qui peut être réduit en anion LOO^- et de là, il sera convertit en hydroperoxyde par un donneur d'électrons ou il peut être converti directement en hydroperoxyde par un donneur d'hydrogène AH.



La présence d'antioxydants va donc inhiber l'oxydation des lipides par la réduction des radicaux libres (**Gordon, 1990**).

Dans le test utilisé dans la présente étude, le taux d'oxydation est estimé par la méthode colorimétrique au thiocyanate ferrique (FTC) qui permet d'évaluer le taux des peroxydes présents dans le milieu réactionnel. Une absorbance élevée traduit une oxydation importante et par conséquent une absorbance faible signifie une activité antioxydante élevée.

• Mode opératoire

L'activité antioxydante est mesurée selon la méthode rapportée par **Hashimoto et al., (2003)** :

- Mélanger dans des tubes à essais : 5 ml d'extrait de dattes, 0,5 ml d'acide linoléique (2,52 %) dans de l'éthanol à 99,5 %, 1 ml de tampon phosphate (0.05 M, pH 7) et 0,5ml d'eau distillée ;
- Incuber à 40 °C et à l'abri de la lumière ;
- Transférer toutes les 24 heures, un aliquote (100 µl) dans un tube à essai additionné de 3 ml d'éthanol à 75 % et de 100 µl de thiocyanate d'ammonium à 30 % ;
- Ajouter au mélange réactionnel 100 µl de chlorure ferreux (0,02 M), préparé dans de l'acide chlorhydrique 3,5 % ;
- Mesurer après 3 mn, l'absorbance de la coloration rouge à 482 nm ;
- Répéter la mesure jusqu'à obtention d'une absorbance maximale du témoin.

NB : Mener les mêmes opérations pour le témoin et les standards en remplaçant l'extrait de dattes respectivement par du méthanol à 80 % et des solutions de BHA et de BHT à 0,01 mg/ml dans du méthanol.

➤ Expression des résultats

L'inhibition de l'oxydation des lipides par les antioxydants présents dans les extraits de dattes et par le BHA et BHT est exprimée en pourcentage selon l'équation suivante :

$$\% \text{ d'inhibition de l'oxydation de l'acide linoléique} = 100 - \left[\frac{A_{I(t=96h)}}{A_{0(t=96h)}} \right] \times 100 \quad (8)$$

Soit :

A_0 : L'absorbance du témoin ;

A_I : L'absorbance de l'échantillon à tester après 96 heures d'incubation à 40°C.

Chapitre V
Résultats et interprétations

Résultats et interprétations

I. Caractéristiques physiques de la datte entière et des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe

I.1. La datte entière

Les caractéristiques morphologiques de la datte étudiée sont données dans le tableau suivant :

Tableau V.1 : Caractéristiques morphologiques de la datte Mech-Degla

Paramètres	Valeur moyenne
Poids de la datte	6,16 ± 0,89 g
Poids de la pulpe	5,10 ± 0,81 g
Poids du noyau	1,06 ± 0,10 g
Longueur de la datte	3,59 ± 0,20 cm
Largeur de la datte	1,91 ± 0,26 cm
Longueur du noyau	2,49 ± 0,12 cm
Largeur du noyau	0,81 ± 0,02 cm

Les résultats concernant tous les indices sont légèrement supérieurs à ceux trouvés par **Khenfar (2004)** ; **Acourene et Tama (1997)**. Ce qui peut s'expliquer par les conditions dans lesquelles sont réalisées les mesures sachant l'instabilité de la teneur en eau du produit et donc de sa structure.

Une datte est dite de qualité physique acceptable quand elle présente (**Acourene et al., 2001** ; **Mohammed et al., 1982** ; **Meligi et al., 1982**) :

- Un poids supérieur ou égal à 6 g ;
- Le poids de la pulpe supérieur ou égal à 5 g ;
- Une longueur supérieure ou égale à 3,5 cm ;
- Un diamètre supérieur ou égal à 1,5 cm.

Selon ces critères, la datte "Mech-Degla" présente une qualité physique acceptable.

La teneur en pulpe, exprimée en pourcentage pondéral (Poids de la pulpe/Poids du fruit frais), indique que la dattes Mech-Degla présente un pourcentage de 82,79 %. Cette valeur est en accord avec celle trouvée par **Acourene et Tama (1997)**, qui donnent une valeur de 82,45 % pour la même variété. La teneur en pulpe de la dattes étudiée est légèrement supérieure à celles des variétés Degla-Beïda et Kenta (dattes sèches), qui représentent respectivement un rapport de 80,78 et 80,8 % (**Acourene et Tama, 1997**).

Quant aux dattes molles suivantes : Tanslit, Itma et Ghars, elles représentent des teneurs en pulpe de 90,86, 88,5 et 90,1 % respectivement (**Siboukeur, 1997**). Le rapport en pulpe varie selon les variétés de dattes. La proportion du noyau par rapport à la dattes constitue une caractéristique variétale : une donnée d'appréciation des qualités commerciales et un critère de sélection pour les prospecteurs (**Gilles, 2000**).

Le rapport Pulpe/Noyau de la dattes étudiée est de 4.81. Ce rapport est légèrement supérieur à celui de la dattes tunisienne Kentichi (variété sèche), qui présente un rapport de 4,3 (**Reynes et al., 1994**).

La figure V.1 illustre les pourcentages de la pulpe et du noyau dans la dattes entière.

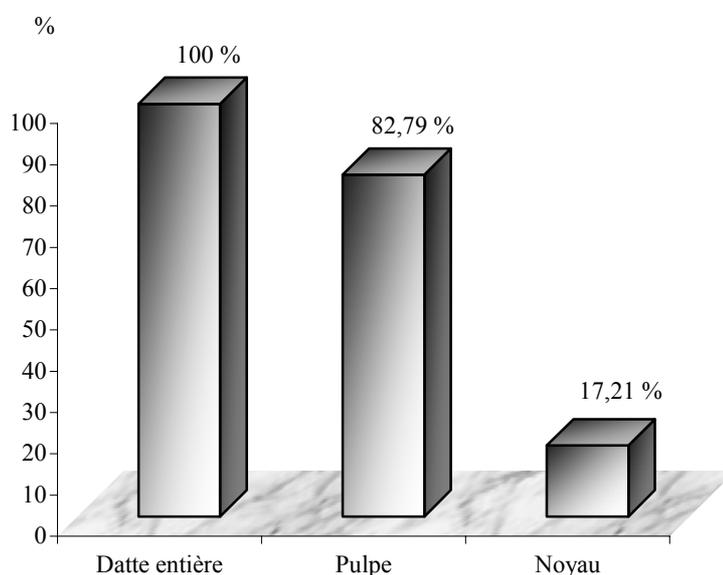


Fig V.1 : Pourcentage de la pulpe et du noyau dans la dattes entière

I.2. Les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe (brun et blanc)

I.2.1. Le poids

Le poids frais moyen en gramme des deux tissus dans une datte est de 2,15 g pour le tissu brun et 2,95 g pour le tissu blanc. Nous pouvons conclure que le tissu blanc est la partie qui prédomine dans la pulpe de la datte avec un pourcentage de 57,84 % comparativement à la partie brune avec un taux de 42,16 % (voir Tableau V.2, Fig V.2 et V.3).

La valeur calculée du test F est égale à 16,14 ($>F_{th} = 4,41$). De ces résultats, nous pouvons dire que la différence observée entre les poids des deux tissus (brun et blanc) dans une datte est statistiquement significative au niveau de 5 % (voir Annexe II).

Tableau V.2 : Poids des deux tissus par rapport à la pulpe entière, en gramme

Echantillons	Poids de la pulpe	Poids du tissu brun	Poids du tissu blanc
Datte 1	4,86	2,26	2,60
Datte 2	6,10	2,48	3,62
Datte 3	5,41	2,12	3,29
Datte 4	4,60	2,23	2,37
Datte 5	5,45	2,42	3,03
Datte 6	4,19	1,70	2,49
Datte 7	6,30	2,59	3,71
Datte 8	5,67	2,17	3,50
Datte 9	3,90	1,61	2,29
Datte 10	4,52	1,87	2,65
Moyenne	5,10 ± 0,81	2,15 ± 0,33	2,95 ± 0,54

Cette hétérogénéité de structure peut être un facteur de qualité caractéristique du fruit, dans le cas où cette hétérogénéité se répercute sur le plan composition physico-chimique d'un produit dérivé.

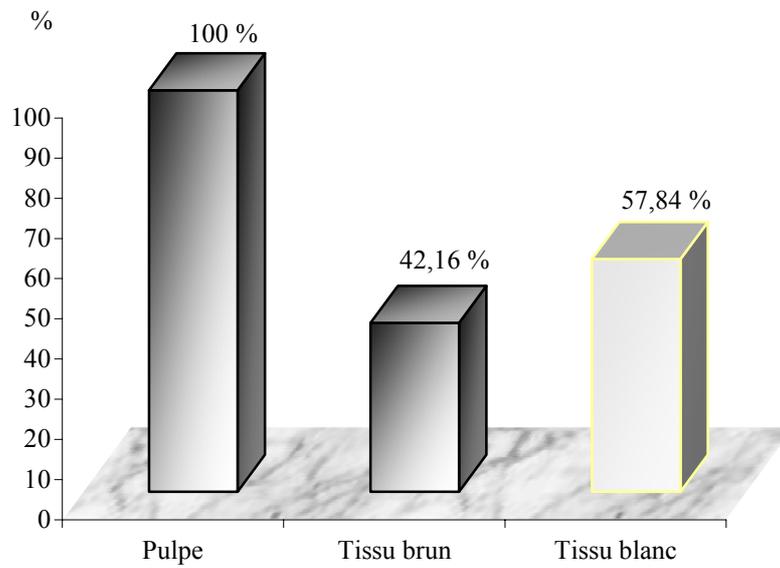


Fig V.2 : Proportion des deux principaux tissus dans la pulpe

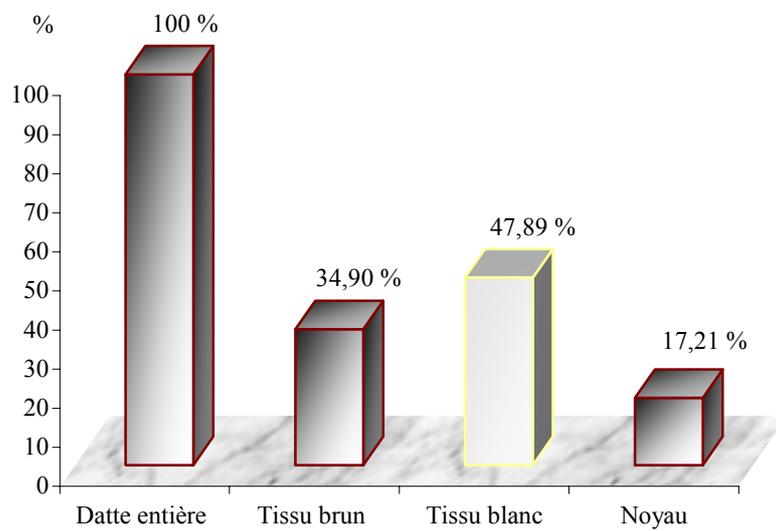


Fig V.3 : Pourcentage du tissu brun, du tissu blanc et du noyau dans la datte entière

I.2.2. L'épaisseur

Les épaisseurs des deux tissus (brun et blanc) sont respectivement de 1,03 et 1,91 mm. La valeur calculée du test F est égale à 65,94 ($>F_{th} = 4,10$). Ceci confirme une différence significative au niveau de 5 % (voir Annexe II).

Tableau V.3 : Epaisseur moyenne des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe, en mm

Echantillons	Epaisseur
Tissu brun	1,03 ± 0,28
Tissu blanc	1,91 ± 0,39

Dans tous les processus où interviennent les transferts de chaleur et de matière, l'épaisseur joue un rôle important.

I.2.3. La masse volumique

La masse volumique des deux tissus (brun et blanc) est respectivement 1,36 et 1,23 g/cm³. La valeur calculée du test F est égale à 14,23 ($>F_{th} = 2,46$). De ces résultats, nous pouvons dire que la différence observée entre les masses volumiques des deux tissus (brun et blanc) dans une datte est significative au niveau de 5 % (voir Annexe II).

Tableau V.4 : Masse volumique moyenne des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe, en g/cm³

Echantillons	Masse volumique
Tissu brun	1,36 ± 0,39
Tissu blanc	1,23 ± 0,17

Comme application technologique, cette propriété peut être exploitée pour éventuellement séparer la poudre de datte en deux types de produit (poudre brune et blanche).

II. Composition biochimique de la pulpe et de ses deux principaux tissus constitutifs

II.1. Teneur en eau

L'humidité nous permet par exemple de rapporter les résultats des constituants biochimiques à la matière sèche. Les teneurs en eau trouvées pour la datte et ses deux principaux tissus sont données dans le tableau V.5.

Tableau V.5 : Teneur moyenne en eau dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais

Echantillons	Humidité
Pulpe	14,71 ± 1,23
Tissu brun	14,81 ± 0,87
Tissu blanc	14,27 ± 1,25

La teneur en eau de la datte étudiée est de 14,71 %. Cette valeur est comparable à celle donnée par **Aït Aneur (2001)**, avec une teneur de 15 % pour la même variété.

Cette teneur est aussi comparable à celles des autres variétés de dattes sèches. **Acourene et Tama (1997)**, donnent des teneurs de 14,75, 15 et 14,75 % respectivement pour les variétés sèches algériennes suivantes : Degla-Beïda, Horra et Kenta.

La teneur en eau dans les deux tissus (brun et blanc) est respectivement de 14,81 et 14,27 % du poids frais. Ceci peut s'expliquer par la migration de l'eau de l'intérieur vers l'extérieur du tissu brun tout au long du processus de maturation et d'entreposage.

La valeur calculée de la statistique F est égale à 1,31 ($< F_{th} = 4,49$). De ces résultats, nous pouvons dire que la différence observée entre les teneurs en eau des deux tissus (brun et blanc) n'est pas significative au niveau de 5 % (voir Annexe II).

La datte et les deux tissus, présentent des taux d'humidité compris entre 14,27 et 14,81 % du poids frais. Cette limite est favorable à une bonne conservation.

II.2. Le pH

La datte Mech-Degla présente un pH de 6,14 (Tableau V.6), valeur légèrement supérieure à celle donnée par **Boutaida (2004)** qui est de 6 pour la même variété.

En comparant le pH de la datte étudiée à celui de quelques variétés irakiennes et égyptiennes, nous pouvons conclure que notre résultat est en accord avec ceux cités par **Youssif**

et al., (1982) ; Khalil et al., (2002), qui donnent des valeurs comprises entre 5,6 et 6,8.

Tableau V.6 : Valeur moyenne du pH de la pulpe et de ses deux principaux tissus constitutifs

Echantillons	pH
Pulpe	6,14 ± 0,06
Tissu brun	6,03 ± 0,09
Tissu blanc	6,27 ± 0,01

Les pH des deux tissus (brun et blanc) sont respectivement de 6,03 et 6,27. De ces résultats, le pH de la partie brune est relativement moins élevé.

La limite du pH de la datte et des deux tissus est comprise entre 6,03 et 6,27. Cette limite est favorable pour la conservation de certaines vitamines du groupe B telles que : B₁, B₂, B₅, B₉ et B₁₂ (Bourgeois et al., 2003).

II.3. L'acidité titrable

La datte étudiée présente une acidité de 0.24 % de matière fraîche, correspondant à une teneur de 0.28 % de matière sèche (Tableau V.7). Cette valeur est légèrement supérieure à celle donnée par Khalil et al., (2002) qui est de 0,18 et 0,22 % du poids sec respectivement pour les deux variétés égyptiennes : Siwi et Amhat.

L'acidité des deux tissus (brun et blanc) est respectivement de 0,21 et 0,19 % de matière fraîche. D'après ces résultats, l'acidité des deux parties est presque la même.

Tableau V.7 : Valeur moyenne de l'acidité titrable de la pulpe et de ses deux principaux tissus constitutifs (gramme d'acide citrique /100 g du poids frais)

Echantillons	Valeur de l'acidité titrable
Pulpe	0,24 ± 0,05
Tissu brun	0,21 ± 0,02
Tissu blanc	0,19 ± 0,06

II.4. Les sucres

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte. Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment.

D'après les résultats donnés au tableau V.8, nous remarquons que la datte renferme une teneur de 63,8 % de sucres totaux du poids frais, correspondant à une teneur de 75,10 % de matière sèche. Cette teneur est comparable à celle trouvée par **Boutaida (2001)**, qui donne une teneur de 79,75 % du poids sec pour la même variété.

L'indice de qualité **r** (rapport sucres totaux/teneur en eau), permet de déterminer la consistance de la datte (**Reynes et al., 1994**). Ce dernier est égal à 5,11 (>3,5) pour la datte Mech-Degla. Elle peut donc être considérée comme variété sèche.

Tableau V.8 : Teneur en sucres totaux dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais

Echantillons	Sucres totaux
Pulpe	63,8 ± 0,35
Tissu brun	57,87 ± 0,16
Tissu blanc	77,25 ± 0,16

La teneur en sucres totaux dans les deux tissus (brun et blanc) est de 57,87 et 77,25 % du poids frais respectivement. De ces résultats, nous remarquons que le tissu blanc est plus riche en sucres.

Tableau V.9 : Teneur en saccharose, en glucose et en fructose dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % des sucres totaux

Echantillons	Saccharose	Glucose	Fructose	Le rapport : G/F
Pulpe	16,79	20,15	18,23	1,11
Tissu brun	21,52	15,95	14,84	1,07
Tissu blanc	20,88	16,94	15,76	1,07

D'après le chromatogramme (voir Annexe I), la datte Mech-Degla contient principalement trois types de sucres qui sont : le saccharose, le glucose et le fructose à des proportions respectives de 16,79, 20,15 et 18,23 % des sucres totaux. De ces résultats, nous remarquons la prédominance des sucres réducteurs qui présentent 38,38 % (glucose et fructose), ce qui est différent des résultats trouvés par **Aït Ameur (2001)** qui signale une teneur de 51,79 de saccharose, 14,91 de glucose et 14,07 % du fructose par rapport au poids sec pour la même variété.

En effet, **Lewandowski et al., (1999)** donnent des teneurs de 76 % de sucres totaux par rapport au poids sec dans les dattes sèches dont 45 % de saccharose et 31 % de sucres réducteurs.

Du point de vue qualitatif, nos résultats se rapprochent de ceux trouvés par **Reynes et al., (1994)** qui signalent la présence du saccharose, du glucose et du fructose dans certaines variétés tunisiennes telles que : Kentichi, Deglet-Nour, Farmla, Boufagous, Allig, Zahidi et Bich-Haman.

Par contre, les variétés omaniennes, saoudiennes et emiratiennes ne contiennent que le glucose et le fructose (**Al-Farsi et al., 2005 a ; Al-Hooti et al., 1997 ; Ahmad et al., 1995 ; Sawaya et al., 1983**).

Cette différence peut être due à la variété, à l'origine géographique et aux conditions de stockage.

Les deux tissus de la pulpe (brun et blanc), renferment presque les mêmes teneurs en saccharose, en glucose et en fructose.

Le reste des pics ne peut être interprété qu'après analyse approfondie (emploi des étalons pour les identifier : voir Annexe I). En effet, la datte contient en plus d'autres sucres mais en faible proportion tels que : le sorbitol, le galactose, le mannose, l' arabinose et le xylose (**Myhara et al., 1998 ; Boudrar et al., 1997 ; Siboukeur, 1997 ; Favier et al., 1995**).

Il convient tout de même de rappeler que les sucres réducteurs sont aisément absorbés pendant la digestion et augmentent rapidement le taux de sucre dans le sang et que le fructose est deux fois plus doux que le glucose, il induit un sentiment de satiété et peut également réduire la prise calorique journalière (**Al-Farsi et al., 2005 ; Hussein, 1970**). A cela s'ajoute le fait qu'ils sont accompagnés par le magnésium, élément clé de leur métabolisation.

II.5. Les protéines

La teneur en azote total dans la datte est de 0,43 % du poids frais. Pour évaluer le taux en protéines, nous avons utilisé le coefficient 6,25 (**Claudes, 1981**). Les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau V.10.

Le taux en protéines est estimé à 2,46 % de matière fraîche. Cette teneur est supérieure à celle trouvée par **Boudrâa (2004)**, qui donne une valeur de 1,09 % du poids frais pour la même variété. Cette différence peut être due aux conditions climatiques et édaphiques.

Tableau V.10 : Teneur en protéines dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais

Echantillons	Teneurs en protéines
Pulpe	2,46 ± 0,29
Tissu brun	2,64 ± 0,22
Tissu blanc	2,66 ± 0,06

Comparant notre résultat avec ceux donnés par certains auteurs, nous remarquons que cette teneur est comparable aux données bibliographiques. En effet, **Youssif et al.,(1982)** donnent des teneurs comprises entre 2,16 et 2,78 % du poids sec pour les variétés irakiennes. **Al-Hooti et al., (2002)** donnent des teneurs de 2,03 et 2,6 % du poids frais respectivement pour les deux variétés saoudiennes : Birhi et Sifri.

Le taux de protéines dans les deux tissus (brun et blanc) est respectivement de 2,64 et 2,66 % du poids frais. De ces résultats, nous remarquons que les protéines sont réparties d'une manière équitable entre les deux parties de la pulpe.

II.6. Les lipides

La teneur en lipides dans la datte est évaluée à 0,27 %, soit 0,32 % de matière sèche (Tableau V.11). Cette teneur est légèrement supérieure à celles trouvées par **Al-Hooti et al., (1997)**, qui estiment la teneur en lipides dans les dattes emiratiennes entre 0,1 et 0,2 % de matière sèche. Cette différence peut être due à la variété de datte.

Tableau V.11 : Teneur en lipides dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais

Echantillons	Teneur en lipides
Pulpe	0,27 ± 0,08
Tissu brun	0,19 ± 0,01
Tissu blanc	0,22 ± 0,06

De ces résultats, la datte ne renferme qu'une faible teneur en lipides ce qui est intéressant du point de vue stabilité du fruit. Cette teneur est répartie d'une manière homogène dans les deux parties de la pulpe.

II.7. Les pectines

Le taux de pectines dans la datte Mech-Degla est de 0,15 % du poids frais (voir Tableau V.12). Cette valeur est inférieure à celles données par **Al-Hooti et al.,(2002)** qui signalent des teneurs de 0,44 et 0,56 % du poids frais respectivement pour les deux variétés saoudiennes : Safri et Birhi.

Espiard (2002), signale des teneurs de 0,2 et 0,3 % respectivement pour les variétés : Degla-Beïda (Algérie) et Khudari (Arabie-Saoudite). En effet, **Al-Hooti et al., (1997)** donnent des valeurs entre 1,3 et 1,9 % du poids sec pour les dattes emiratiennes. Cette différence peut être due à la variété.

Tableau V.12 : Teneur en pectines dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais

Echantillons	Teneur en pectines
Pulpe	0,15 ± 0,01
Tissu brun	0,18 ± 0,06
Tissu blanc	0,19 ± 0,04

La teneur en pectines dans le tissu brun est de 0,18 % de matière fraîche, tandis que celle du tissu blanc est de 0,19 %. De ces résultats, nous pouvons conclure que les pectines sont réparties d'une manière équitable entre les deux parties de la pulpe.

La datte Mech-Degla n'est pas riche en pectines comparativement aux autres espèces de fruits. A l'évidence, les fibres de la datte ne sont pas constituées majoritairement de pectines. Sur le plan technologique on ne risque pas de rencontrer des difficultés majeures dans la production des jus clarifiés et les sirops (Processus de clarification). En effet, **Khalil et al., (2002)** ont ramené le taux de pectines des dattes (Siwi et Ahmat qui est respectivement de 3,25 et 4,68 %) à 0,25 et 0,5 % dans les sirops élaborés à partir de ces mêmes variétés.

II.8. Teneur en cendres

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents. La valeur trouvée dans la datte est de 2 % du poids sec. Cette valeur est légèrement supérieure à celle donnée par **Boudrâa (2004)**, qui donne une valeur de 1,74 % de matière sèche pour la même variété.

Tableau V.13 : Teneur en cendres dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids sec

Echantillons	Teneur en cendres
Pulpe	2,00 ± 0,12
Tissu brun	1,59 ± 0,33
Tissu blanc	1,93 ± 0,05

Acourene et al., (2001), rapportent des valeurs de 1,8 et 2,9 % du poids sec dans les dattes sèches qu'ils ont étudiées.

Le taux de cendres dans le tissu blanc (1,93 %) est légèrement supérieur à celui du tissu brun (1,59 %).

II.9. Conductivité électrique

La conductivité électrique exprime l'aptitude de la solution aqueuse à conduire un courant électrique. Les résultats trouvés sont consignés dans le tableau V.14

Tableau V.14 : Valeur moyenne de la conductivité électrique de la pulpe et de ses deux principaux tissus constitutifs, en mS.cm⁻¹(par rapport à la matière sèche)

Echantillons	Conductivité électrique
Pulpe	2,01 ± 0,04
Tissu brun	1,77 ± 0,01
Tissu blanc	1,88 ± 0,02

D'après le tableau V.14, la conductivité électrique du tissu blanc est légèrement supérieure à celle du tissu brun. Ceci est confirmé par les taux de cendres obtenus, sachant que la conductivité électrique évolue dans le même sens que le taux de cendres.

II.10. Les éléments minéraux

Les résultats des éléments minéraux que nous avons dosés sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau V.15 : Teneur moyenne en éléments minéraux dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en mg/100 g de matière sèche

Eléments minéraux	Pulpe	Tissu brun	Tissu blanc
Potassium (K)	678,00	492,80	613,50
Calcium (Ca)	231,75	211,00	229,45
Magnésium (Mg)	21,00	32,00	32,00
Sodium (Na)	34,00	34,00	35,00
Zinc (Zn)	1,27	0,77	3,49
Fer (Fe)	0,99	0,63	0,84
Cuivre (Cu)	0,13	0,12	0,05
Manganèse (Mn)	0,05	0,05	0,05

II.10.1. Les macroéléments

▪ Le Potassium

Comme le montre le tableau V.15, la teneur en potassium dans la datte est de 678 mg/100g de matière sèche. Cette teneur est conforme aux résultats trouvés par **Al-Farsi et al., (2005 a)** qui donnent des valeurs comprises entre 603 et 742 mg/100 g de matière sèche pour les variétés omaniennes. Par ailleurs, **Al-Hooti et al., (1997)** donnent des teneurs comprises entre 402,8 et 652,1 mg/100 g de matière sèche pour les dattes emiratiennes selon les variétés.

La forte teneur en potassium dans la datte confère au fruit une prédominance alcaline aux cendres (**Booij et al., 1992**).

La teneur en potassium dans le tissu brun est de 492,80 mg /100 g de matière sèche, tandis que celle du tissu blanc est plus élevée avec 613,50 mg /100 g.

Selon **Tortora et al., (1987)**, le potassium est le principal cation du liquide intracellulaire, il joue un rôle dans la transmission des influx nerveux et la contraction musculaire.

▪ Le calcium

La teneur en calcium dans la datté est de 231,75 mg/100 g du poids sec. Cette valeur est supérieure aux résultats trouvés par **Youssif et al.,(1982)** qui donnent des valeurs comprises entre 133 et 207 mg/100 g de matière sèche pour les dattes irakiennes selon les variétés.

Selon **Sawaya et al., (1983)**, les dattes saoudiennes renferment des teneurs qui varient entre 36,7 et 45,5 mg/100 g de matière sèche. **Al-Hooti et al., (1997)** signalent des teneurs qui se situent entre 48,2 et 56,2 mg/100 g de matière sèche pour les dattes emiratiennes. Nous remarquons que ces teneurs sont inférieures à nos résultats. Cette différence peut être due à la variété utilisée et aux conditions édaphiques.

La teneur en calcium dans le tissu brun est de 211 mg/100 g de matière sèche. Cette valeur est légèrement inférieure à celle du tissu blanc qui est de 229,45 mg/100 g.

Le calcium est le cation majoritaire du tissu osseux, il entre dans la formation des os et des dents, intervient dans la coagulation du sang, dans l'activité musculaire et nerveuse (**Tortora et al., 1987**). Les apports journaliers conseillés sont de l'ordre 800 mg pour les adultes et 1000 à 1400 mg pour les personnes âgées (**Dupin et al., 1992**).

▪ Le sodium

Le sodium se trouve dans la datté à une teneur de 34 mg/100g de matière sèche. Cette teneur est comparable à celle trouvée par **Boutaida (2004)**, qui donne une valeur de 30 mg/100 g de matière sèche pour la même variété " Mech-Degla ".

Par contre, **Sawaya et al., (1983)** signalent des valeurs de 15,7 à 23,5 mg/100 g de matière sèche pour les dattes saoudiennes. La teneur en sodium dans les dattes emiratiennes varie entre 55 et 287 mg/100 g de matière sèche selon les variétés (**Al-Hooti et al., 1997 ; Imad et al., 1995**).

La teneur en sodium dans les deux tissus (brun et blanc) est presque la même et elle est de 35 et 34 mg/100 g de matière sèche respectivement.

En tant que cation le plus abondant du liquide extracellulaire, il influence fortement la distribution de l'eau par osmose. Le sodium fait partie du système tampon du bicarbonate de sodium et joue un rôle dans la distribution des influx nerveux (**Jaccot et Campillo, 2003 ; Tortora et al., 1987**).

- **Le magnésium**

La teneur en magnésium dans la datte est de 21 mg/100 g de matière sèche. Cette valeur est inférieure aux résultats trouvés par certains auteurs qui ont travaillé sur d'autres variétés algériennes.

En effet, **Kendri (2001)** donne une valeur de 30,30 mg/100 g de matière sèche pour la variété Ghars (datte molle). Cependant, **Boudrar et al., (1996)** signalent une teneur de 23 mg/100 g de matière sèche dans la datte Deglet-Nour (datte demi-molle).

En comparant la teneur enregistrée dans la datte étudiée avec celles des variétés étrangères, nous remarquons que cette teneur est inférieure aux résultats trouvés par **Sawaya et al., (1982)** qui mentionnent des valeurs de 48,2 et 48,4 mg/100 g de matière sèche respectivement pour les deux variétés saoudiennes : Sullaj et Khudari. Cependant, **Ahmad et al., (1995)** estiment que la teneur en magnésium dans les dattes emiratiennes est comprise entre 47 et 82 mg/100 g de matière sèche selon les variétés.

La teneur en magnésium dans les deux tissus de la pulpe (brun et blanc) est la même. Elle est de 32 mg/100 g de matière sèche.

Le magnésium est indispensable à l'activation de presque toutes les enzymes de la glycolyse, à la synthèse des acides nucléiques et au déroulement des réactions d'oxydation phosphorylante. Les apports journaliers recommandés sont de 350 mg chez l'adulte (**Dupin et al., 1992**).

II.10.2. Les oligoéléments

- **Le fer**

La teneur en fer dans la datte est de 0,99 mg/100 g de matière sèche. Cette valeur se situe dans l'intervalle donné par la littérature.

En effet, **Siboukeur (1997)** a rapporté des valeurs de 0,83, 1,3 et 2,03 mg/100 g de matière sèche pour les variétés algériennes respectivement, Tanslit, Litim et Ghars (dattes molles). Les variétés emiratiennes quant à elles renferment des teneurs qui varient entre 0,3 et 2,17 mg/100 g

du poids sec (**Al-Hooti et al., 1997 ; Imad et al., 1995**).

La teneur en fer dans le tissu brun est de 0,63 mg/100 g de matière sèche, tandis que celle du tissu blanc est un peu plus élevée avec 0,84 mg/100 g.

Le fer a des fonctions biologiques essentielles à la vie : il entre dans la constitution de l'hémoglobine, la myoglobine du muscle et les enzymes essentielles au métabolisme cellulaire. Il joue un rôle majeur dans les échanges d'oxygène et de gaz carbonique avec le milieu extérieur (**Dupin et al., 1992 ; Tortora et al., 1987**).

La datte est un fruit riche en fer (**Al-Farsi et al., 2005 a**). Les apports journaliers recommandés en cet élément sont de 7 à 9 mg pour les nourrissons et 15 mg pour les adultes (**Dupin et al., 1992**).

▪ Le cuivre

Le cuivre se trouve dans la datte à une teneur de 0,13 mg/100 g de matière sèche. Cette teneur se situe dans l'intervalle donné par **Imad et al., (1995)** qui signalent des valeurs comprises entre 0,1 et 0,5 mg/100 g de matière sèche dans les dattes emiratiennes selon les variétés.

La teneur en cuivre dans les deux tissus constitutifs de la pulpe (brun et blanc) est de 0,12 et 0,05 mg/100 g de matière sèche respectivement. Cette différence peut être due à la richesse du tissu brun en polyphénols par rapport au tissu blanc (voir résultats des polyphénols totaux obtenus).

En effet, le cuivre est un élément constitutif des polyphénols oxydases, qui oxydent en présence d'air les polyphénols (**Heller et al., 1999**). La teneur en cuivre dans les deux tissus de la pulpe est en corrélation positive avec la teneur en polyphénols.

Le cuivre participe à de nombreuses fonctions : antioxydant, synthèse du collagène, de l'élastine et de la myéline et joue un rôle dans l'immunité cellulaire (**Jaccot et Campillo, 2003**). Les besoins journaliers moyens de l'adulte sont de 2 à 5 mg (**Albert, 1998**).

▪ Le Zinc

La teneur en zinc dans la datte est de 1,27 mg/100 g de matière sèche. Cette teneur est en accord avec les résultats trouvés par **Youssif et al., (1982)** qui donnent des valeurs comprises entre 0,74 et 1,82 mg/100 g du poids sec pour les dattes irakiennes selon les variétés.

Par rapport au brun, le tissu blanc est plus riche en zinc. Sa teneur est de 0,77 mg/100 g du poids sec contre 3,49 mg/100 g pour le blanc.

Le zinc est un composant de plus de 50 enzymes. Il participe à la synthèse protéique, à l'immunité cellulaire et humorale, à la transcription génique et à la structure des hormones. (**Jaccot et Campillo, 2003 ; Albert, 1998**). Les apports conseillés en zinc sont de l'ordre de 5 mg/jour chez le nourrisson, 10 mg chez l'enfant, 15 mg chez l'adulte et 20 à 25 mg chez les femmes enceintes et allaitantes (**Dupin et al., 1992**).

▪ Le manganèse

Le manganèse se trouve à l'état de trace dans la datte. La teneur en cet élément est de 0,05 mg/100g de matière sèche. Cette teneur est inférieure à celle donnée dans la littérature.

En effet, **Al-Farsi et al., (2005 a)** mentionnent des valeurs comprises entre 0,19 et 0,30 mg/ 100 g de matière sèche pour les dattes omaniennes. **Al-Hooti et al., (1997)** signalent des teneurs comprises entre 0,31 et 0,44 mg/100 g de matière sèche dans les dattes emiratiennes. Cette différence peut être dû à la variété de datte et aux conditions édaphiques.

La teneur en manganèse est de 0,05 mg/100 g de matière sèche pour tous les deux tissus de la pulpe.

Le manganèse joue le rôle d'antioxydant. C'est aussi un activateur enzymatique pour les hydrolases, les carboxylases, les kinases et les transférases. Les apports journaliers recommandés sont de l'ordre de 2 à 5 mg (**Jaccot et Campillo, 2003**).

II.11. Polyphénols totaux

Le taux des polyphénols dans la datte Mech-Degla est de 1,97 % de matière fraîche, correspondant à une teneur de 2.31 % de matière sèche. Nos résultats sont en accord avec ceux trouvés par **Khalil et al., (2002)** qui donnent des valeurs de 1,8 et 2,35 % de matière sèche respectivement pour les deux variétés égyptiennes : Siwi et Amhat.

En comparant la teneur en polyphénols de la datte Mech-Degla à celle d'autres fruits polonais qui sont respectivement de 1,54, 0,273, 0,2, 0,425, 0,217, 0,132 et 0,217 % du poids frais pour les sureaux, le kiwi, la prune, le pamplemousse, la pomme et l'orange (**Cieślik et al., 2006**), nous pouvons conclure que les dattes constituent une bonne source d'antioxydants naturels et pourraient potentiellement être considérées comme aliment fonctionnel (**Al-Farsi et al., 2005 b**).

Tableau II.16 : Teneur en polyphénols totaux dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en % du poids frais

Echantillons	Teneur en polyphénols
Pulpe	1,97 ± 0,01
Tissu brun	4,96 ± 0,01
Tissu blanc	1,41 ± 0,01

La teneur en polyphénols totaux dans le tissu brun est de 4,96 % du poids frais, tandis que celle du tissu blanc est de 1,41 %. D'après ces résultats, il s'avère que les polyphénols de la datte se concentrent essentiellement dans le tissu brun. La formation des composés phénoliques dépend de la lumière. Ils sont particulièrement localisés dans les peaux des baies, des fruits et des légumes (Peschel et al., 2006 ; Wolfe et al., 2003 ; Häkkinen, 2000 ; Macheix et al., 1990). Ils participent à la formulation de la couleur. Les résultats trouvés pour les deux tissus corrélaient bien avec leur aspect (couleur).

Les polyphénols sont connus par leur pouvoir antioxydant et leurs vertus biologiques. Ils contribuent à la prévention des maladies dégénératives et les maladies cardiovasculaires (Manach et al., 2004 ; Henk et al., 2003 ; Scalbert et al., 2002), ils participent à la régénération de certains antioxydants tel que la vitamine E (Scalbert et al., 2002).

Les polyphénols sont capables de piéger les radicaux libres générés en permanence par notre organisme ou formés en réponses à des agressions de notre environnement (cigarette, polluants, infections,...etc) qui favorisent le vieillissement cellulaire (Djéridane et al., 2006 ; Morelle, 2003, Scalbert, 2000). Ils seraient impliqués dans la prévention des maladies cancéreuses (Scalbert, 2000 ; Rice-Evans et al., 1995 ; Block et Langseth, 1994 ; Block, 1992).

Les défenses antioxydantes des polyphénols sont d'une importance critique pour protéger le cerveau et les tissus nerveux contre les atteintes oxydatives telles que celles constatées dans la maladie d'Alzheimer (Henk et al., 2003).

Les composés phénoliques jouent un rôle dans les mécanismes de défense contre l'invasion microbienne et les rayons UV. Ils sont utilisés comme agents antimicrobiens pour leurs propriétés antioxydantes. Ils exerçant une action inhibitrice sur de nombreuses bactéries,

champignons et même virus (**Rodriguez et al., 2007 ; Bourgeois et al., 1996 ; Branen et al., 1980**).

Les apports journaliers en antioxydants non nutriments sont variables en fonction du type d'alimentation. Certains auteurs avancent des apports alimentaires journaliers en composés phénoliques chez l'homme compris entre 100 et 1000 mg (**Roberfroid, 2002 ; Scalbert, 2000**).

II.12. Les flavonoïdes

Les flavonoïdes sont présents dans la datte avec une teneur de 69,61 mg/100 g du poids frais (Tableau II.17). Cette teneur présente environ 3,53 % du taux des polyphénols totaux.

Tableau II.17 : Teneur en flavonoïdes dans la pulpe et dans ses deux principaux tissus constitutifs, en mg/100 g de matière fraîche

Echantillons	Teneur en flavonoïdes
Pulpe	69,61 ± 0,06
Tissu brun	63,09 ± 0,17
Tissu blanc	4,06 ± 0,29

La teneur en flavonoïdes de la datte est supérieure à celles de quelques fruits, données par **Haddadi (2005)**, qui donne des valeurs de 1,98, 3,22, 7,12, 2,10 et 17,53 mg/100 g du poids frais respectivement pour la tomate, la mandarine, le pamplemousse, la pomme et la fraise.

Le taux des flavonoïdes dans le tissu brun est de 63,09 mg/100 g du poids frais, tandis que celui du tissu blanc est de 4,06 mg/100g. Le tissu brun est plus riche en flavonoïdes, ce qui corrèle bien avec le critère aspect extérieur (couleur).

Les flavonoïdes sont omniprésents chez tous les végétaux. L'activité des flavonoïdes est exprimée par leur grande affinité biologique avec les polymères, les métaux lourds et surtout pour leur activité antioxydante. Ce sont les plus actifs parmi les antioxydants végétaux alimentaires (**Graille, 2003**). Ils ont en outre, des actions pour le traitement des inflammations, des infections virales et du cancer (**Ndhlala et al., 2006 ; Morelle, 2003**).

III. L'activité antioxydante de la datte

La présence d'antioxydants va donc inhiber l'oxydation des lipides par la réduction des radicaux libres (**Gordon, 1990**).

Dans le test utilisé dans la présente étude, le taux d'oxydation est estimé par la méthode colorimétrique au thiocyanate ferrique (FTC), qui permet d'évaluer le taux des peroxydes présents dans le milieu réactionnel. Une absorbance élevée traduit une oxydation importante et par conséquent une absorbance faible signifie une activité antioxydante élevée.

Une activité antioxydante est observée dans les extraits de dattes et les deux solutions de BHA et de BHT. Cette activité inhibitrice est de 60,38 % pour la pulpe entière, 61,82 % pour le tissu brun et 63,38 % pour le tissu blanc. L'activité antioxydante des deux solutions de BHA et de BHT est respectivement de 66,42 et 63,33 %.

De ces résultats, le pouvoir antioxydant de la datte et des deux principaux tissus (brun et blanc) est équivalent à celui du BHA et du BHT (deux antioxydants synthétiques utilisés en industries alimentaires).

Tableau II.18 : Pourcentage de l'activité antioxydante de la pulpe, de ses deux principaux tissus constitutifs, du BHA et du BHT

Echantillons	Activité antioxydante, en %
Pulpe	61,82 ± 0,03
Tissu brun	60,37 ± 0,04
Tissu blanc	63,37 ± 0,06
Solution de BHA	66,42 ± 0,02
Solution de BHT	63,33 ± 0,03

Ces résultats montrent que la datte Mech-Degla possède un potentiel antioxydant important dû essentiellement aux polyphénols et éventuellement aux caroténoïdes. Ces derniers sont présents dans la datte avec une teneur comprise entre 51,3 et 145 µg/100 g du poids frais (**Boudries et al., 2006**) et présentent en outre une activité antioxydante non négligeable (**Haddadi, 2005 ; Stahl et Sies, 2004 ; Stahl et Sies, 2003**).

La figure V.4 montre le pourcentage de l'activité antioxydante de la pulpe, de ses deux principaux tissus constitutifs, du BHA et du BHT

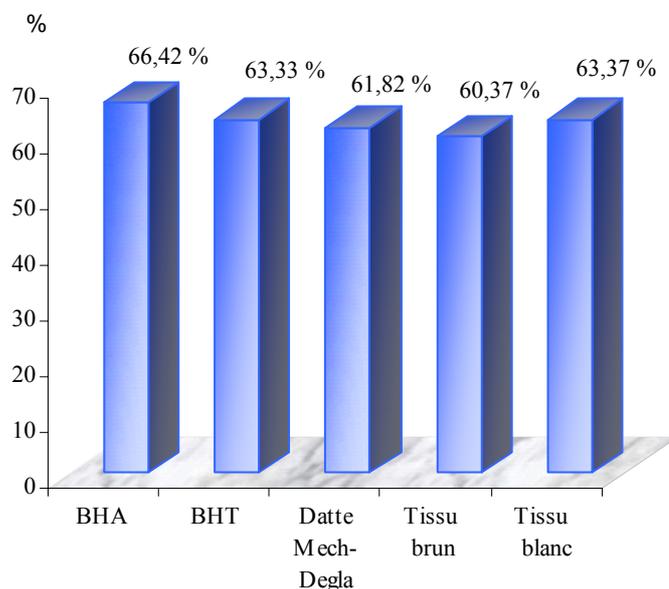


Fig V.4 : Pourcentage du pouvoir antioxydant de la datte Mech-Degla, des deux tissus, du BHA et du BHT

La datte possède un pouvoir antioxydant élevé. Une concentration de 4 mg/ml d'extrait inhibe complètement la peroxydation des lipides et la formation des peroxydes lipidiques et carbonyles protéiques. L'extrait de la datte a également un pouvoir antimutagénique d'une façon dépendante de la concentration (**Vayalili, 2002**).

La teneur en polyphénols dans le tissu brun (4,96 %) est supérieure à celle du tissu blanc (1,41 %). Néanmoins, l'activité antioxydante du tissu blanc est légèrement plus élevée. Ceci nous incite à dire que le pouvoir antioxydant dépend essentiellement de la qualité des substances phénoliques présentes.

Il convient en effet de rappeler que le profil phénolique des dattes a révélé que les principaux composés phénoliques présents dans les dattes sont les acides cinnamique, ferulique, sinapique et leurs dérivés, ainsi que les flavonoïdes (**Mansouri et al., 2005 ; Regnault-Roger et al., 1985**).

Selon **Cuvelier et al., (1992)**, les acides caféique, sinapique et ferulique s'avèrent plus actifs que les acides protocatéchique, syringique, vanillique et *p*-hydroxybenzoïque.

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette étude a permis de mettre en évidence l'hétérogénéité de composition et de structure entre les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Les résultats les plus intéressants obtenus au terme de ce travail sont :

- Les caractéristiques morphologiques de la datte Mech-Degla, permettant de dire que cette dernière présente une qualité physique acceptable avec un rapport pulpe/noyau avantageux, qui est de 82.79 %.

- La pulpe de la datte Mech-Degla présente un pourcentage en poids de 82,79 % dans le fruit entier, quant aux deux tissus (brun et blanc), ils représentent respectivement 57,84 et 42,16 % du poids total de la pulpe.

- La masse volumique des deux tissus (brun et blanc) est de 1,36 et 1,15 g/cm³ respectivement. Ce qui peut présenter des applications technologiques intéressantes dans le cas entre autres d'une production des poudres de dattes (séparation éventuelle des deux tissus).

- Les proportions massiques des deux tissus, ainsi que leurs masses volumiques présentent une différence significative au niveau de 5 %.

- La teneur très élevée en sucres de la datte Mech-Degla, qui est de 75,10 % du poids sec et sa teneur en eau qui est de 14,71 %, présentent un indice de qualité très important pour la conservation du fruit (datte sèche).

- La caractérisation physicochimique des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe a démontré que ces derniers présentent des valeurs très proches de pH, d'acidité titrable, de sucres (saccharose, glucose et fructose), de protéines, de lipides et de cendres. En revanche, les deux tissus manifestent une différence remarquable concernant leurs teneurs en polyphénols totaux. Cette teneur est de 4,96 et 1,41 % respectivement pour le tissu brun et le blanc ce qui corrèle bien avec leurs aspects (couleur). En effet, les polyphénols se localisent essentiellement dans les peaux des fruits et des baies, ce qui a été relevé dans plusieurs travaux.

- La pulpe de la datte et les deux tissus possèdent un pouvoir antioxydant intéressant. Celui-ci est comparable à celui des antioxydants synthétiques tels que le BHA et le BHT. La datte constitue une source d'antioxydant naturels (polyphénols) qui peuvent être utilisés comme additifs dans la formulation des produits alimentaires, pharmaceutique et cosmétiques.

L'ensemble de ces résultats met en évidence la nécessité de prendre en considération les caractéristiques physicochimiques des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe dans les procédés de transformation et tout processus faisant intervenir des transferts de chaleur et de matière d'autant plus que les deux tissus présentent des épaisseurs différentes significativement au niveau de 5 %.

Une des perspectives du présent travail serait l'analyse des aptitudes technologiques et l'optimisation des procédés technologiques tels le séchage pour la production des poudres de fruit, de la réhydratation pour formuler des fruits au sirop "autogénéré " c'est-à-dire induit par le fruit lui-même et de la double fermentation alcoolique et acétique pour la production du vinaigre biologique tel qu'appliquée dans le sud algérien. Il serait alors possible de déterminer quelques constantes physiques liées à ces procédés dont par exemple la diffusivité de matière et l'énergie d'activation. De plus, les poudres du fruit obtenues peuvent être séparées selon le degré de caramélisation grâce à leur différence de densité sachant aussi la prédisposition du tissu pigmenté à la caramélisation. En réalité cette propriété est exploitée dans la technologie de transformation telles que la conservation des petits pois, le sassage des farines de blé,... etc. Il convient toutefois de préciser que la caramélisation peut être souhaitée lorsqu'on recherche à attribuer pour le produit élaboré une couleur caramel comme dans le cas du yaourt aux dattes.

Nous estimons possible et intéressant d'approfondir cette présente étude pour faire ressortir entre autres le profil des polyphénols de la datte et des deux tissus ce qui est caractéristique de chaque fruit.

*Références
bibliographiques*

- Abdelfetah K., 1988.** Quelques aspects de l'économie dattière en Tunisie. Communication présentée au séminaire sur " Les systèmes agricoles oasiens ". *Les cahiers de la recherche développement*, N° 22, pp 44-56.
- Acourene S., Tama M., 1997.** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, N° 1. Ed. INRAA, pp 59-66.
- Acourene S., Buelguedj M., Tama M., Taleb B., 2001.** Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, N° 8. Ed. INRAA, pp19-39.
- AFNOR, ., 1982.** Recueil de normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes, jus de fruits. Ed. AFNOR, 325 p.
- Ahmad I.A., Ahmed A.W.K., Robinson R.K., 1995.** Chemical composition of date varieties as influenced by the stage of ripening. *Food Chemistry*, 54, pp 305-309.
- Ait Ameer L., 2001.** Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de citron. Mémoire de magister. Département de technologie alimentaire. Boumerdes, 80 p.
- Albert L., 1998.** La santé par les fruits. Ed. VEECHI, pp 44-74.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M., Shahidi F., 2005 (a).** Compositional and Sensory Characteristics of Three Native Sun-Dried Date(*Phoenix dactylifera L.*) Varieties Grown in Oman. *J. Agric. Food Chem.* 53, pp 7586-7591.
- Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M., Shahidi F., 2005 (b).** Comparison of antioxidant activity, anthocyanins, caroténoids, and phenolics of three native fresh and sun-dried date (*Phoenix dactylifera L.*) Varieties grown in Oman. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53, pp 7592-7599.
- Al-Hooti S., Sidhu J.S., Al-Saqer J.M., Al-Othman A., 2002.** Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food Chemistry*, 79, pp 215-220.
- Al-Hooti S., Sidhu J.S., Qabazard H., 1997.** Physiochemical Characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. *Plant Food for Human Nutrition*, 50, pp 101-113.

-Al-Shahib W., Marshall R. J., (2003). The fruit of the date palm: its possible use as the best food for the future? *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 54, pp 247-259. [Abstract].

-Al-Shahib W., Marshall R.J., 2002. Dietary fibre content of dates from 13 varieties of date palm *Phoenix dactylifera L.* *International Journal of Food Science and Technology*, 37, pp 719-721.

-Anonyme, 2002. Statistiques agricoles : Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A, pp 5-6.

-Bahorun T., Gressier B., Trotin F., Brunet C., Dine T., Luyckx M., Vasseur J., Cazin M., Cazin J.C., Pinkas M. 1996. Oxygen species scavenging activity of phenolic extracts from hawthorn fresh plant organs and pharmaceutical preparations *Arzneimittle Forshing*. 46 (11), pp1086-1089.

-Barreveled W.H., 1993. Date Palm Products. FAO, Agricultural services, Bulletin N° 101, Rome.

-Benamara S., Chibane H., Boukhelifa M., 2004. Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes. *Industries Alimentaires et Agricoles IAA*. Actualités techniques et scientifiques, N° ½ mensuel, pp11-14.

-Benazzouk S., Benharrats I., 1999. Extraction et identification de l'arôme de la datte "Deglet-Nour". Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, Alger, 58 p.

-Benchabane A., 1996. Rapport de synthèse de l'atelier "Technologie et qualité de la datte". In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 205-210.

-Block G., Langsteh L., 1994. Antioxidants vitamins and disease prevention. *Food Technol*, pp 80-84.

-Block G., 1992. A role for antioxidants in reducing cancer risk. *Nut.Rev*, 50, pp 207-213.

-Booij I., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Ferry M., 1992. Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). *Fruits*, 47 (6), pp 667-678.

- Boudrâa S., 2004.** La production de biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*" cultivée sur un milieu à base de datte variété sèche "Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 60 p.
- Boudrar C., Bouzid L., Nait larbi H., 1997.** Etude des fractions minérale et glucidique de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, 60 p.
- Boudries H., Kefalas P., Hornero-Méndez D., 2006.** Carotenoid composition of Algerian date varieties (*Phoenix dactylifera*) at different edible maturation stages. *Food Chemistry*. [Article in press].
- Boughnou N., 1988.** Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes. Thèse magister, INA. El Harrach, Alger, 82 p.
- Bouguedoura N., 1991.** Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201 p.
- Boulekbache L., 2005.** Profil GC-MS des polyphénols d'une plante médicinale : *Eucalyptus globulus*. Mémoire Magister. Département de biologie physico-chimique. Béjaïa, 71 p.
- Bourgeois C.M., Mescle J.F., Zucca J., 1996.** Microbiologie alimentaire. Tome I : Aspect microbiologie de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed.TECH et DOC-LAVOISIER, p 650.
- Bourgeois C., 2003.** Les vitamines dans les industries agroalimentaires. Ed. TECH et DOC-LAVOISIER Paris, 483 p.
- Boutaida N., 2004.** Etude de la composition biochimique de la datte variété sèche " Mech-Degla". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 30 p.
- Buelguedj M., 2001.** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-Est Algérien, N° 11, INRAA. El-Harrach, Alger, 289 p.
- Buelguedj M., 1996.** Caractéristiques des cultivars de dattiers du Sud-Est du Sahara algérien. Vol I. Conception et réalisation : Filière "Cultures pérennes" de l'ITDAS, 67 p.
- Brannen A.L., Davidson P.M., Katz B., 1980.** Antimicrobial properties of phenolics antioxidants and lipids. *Food Technol*, pp 42-63.

- Cheftel J., Cheftel C., 1977.** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Vol I, 4^{ème} tirage. Ed. TECH et DOC-LAVOISIER, Paris, 367 p.
- Cieslik, E., Greda, A., Adamus, W., 2006.** Contents of polyphenols in fruit and vegetables. *Food Chemistry*, 94, pp 135-142.
- Claudes C., 1981.** Protéines foliaires et alimentation. Ed. BORDAS, Paris, 266 p.
- Cuvelier M., Richard H., Bercet C., 1992.** Comparison of the antioxydant activity of some acid-phenols: Structure-activity relationships. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 56, pp 324-325.
- Djerbi M., 1994.** Précis de phoéniculture. FAO, 192 p.
- Djeridane A., Yousfi M., Nadjemi B., Boutassouna D., Stocker P., Vidal N., 2006.** Antioxydant activity of some Algerian medicinal plants extracts containing phenolics compounds. *Food Chemistry*, 97, pp 654-660.
- Dupin H., Cuq J.L., Malewiak M.I., Rouaud C.L., Berthier A.M., 1992.** Alimentation et nutrition humaines . Ed. ESF, Paris, 1533 p.
- Espiard E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. TECH et DOC-LAVOISIER, pp147-155.
- Estanove P., 1990.** Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM, pp 301-318.
- Favier J.C., Ireland R.J., Toque C., Feinberg M., 1995.** Répertoire général des aliments. Table de composition. Ed. TEC et DOC-LAVOISIER, INRA EDITIONS, CNEVA et CIQUAL, p 897.
- Favier J.C., Ireland R.J., Laussucq C., Feinberg M., 1993.** Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d’Afrique. Tome III, Ed. ORSTOM EDITIONS, LAVOISIER, INRA EDITIONS, pp 27-28.
- Gilles P., 2000.** Cultiver le palmier dattier .Ed. CIRAS, 110 p.
- Girard J., 1965.** L’évolution de la datte au cours de sa croissance et sa maturation. Compte rendu des travaux de recherches effectuées à la station d’El-Arfiane.

- Godon B., Loisel W., 1984.** Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Tome I . Ed. TECH et DOC-LAVOISIER, pp 275-276.
- Gordon M.H., 1990.** The mechanism of antioxidant action *in vitro*. In Food antioxidants. Ed. B.J.F. Hudson-London et New York. pp 1-18.
- Graille J., 2003.** Lipides et corps gras alimentaires. Ed.TEC et DOC-LAVOISIER, p 389.
- Guattieri M., Rapaccini S., 1994.** Date stones in broiler's feeding. In Technologie de la datte. Ed. GRIDAO, p 35.
- Haddadi H., 2005.** Détermination de l'activité antioxydante de quelques fruits. Mémoire de magister. Université de Béjaïa (FSNV), 76 p.
- Haddouch M., 1996.** Situation actuelle et perspectives de développement du palmier dattier au Maroc. In Options méditerranéennes, série A, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéennes. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 63-79.
- Hanachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac de Perrière R.A., 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. 225 p.
- Hashimoto F., Ono M., Masuoka C., Ito Y., Sakata Y., Shimizu K., Nonaka G., Nishioka I., Nohara T., 2003.** Evaluation of the Anti-oxidative Effect (in vitro) of tea Polyphénols. *Biosci. Biotechnol Biochem*, 67 (2), pp 396-401.
- Heller R., Esnault R., Lance C., 1990.** Abréges de physiologie végétale. Tome I. Ed. MASSON, 4^{ème} édition, p 76.
- Henk J., Zwir E., Rik L., 2003.** Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes Ingrédients Additifs*, N° 44, pp 42-45.
- Hussein F., 1970.** Fruit growth and composition of two dry date cultivars grown in Aswan. *Trop. Agri. Trin*, 47, 157-162.
- Jaccot B., Campillo B., 2003.** Nutrition humaine. Ed. MASSON, Paris, 311 p.
- JAOAC, 1992.** Méthode de référence. Détermination des sucres par HPLC sur colonne NH₂, Vol : 75, N° 3, CCRF. Code COFRAC SC 30.

- Juntachote T., Berghofer E , Siebenhandl S., Bauer F., 2006.** The antioxidative properties of Holy basil and Galangal in cooked ground pork. *Meat Science*, 72, pp 446-456.
- Kendri S., 1999.** Caractéristiques biochimiques de la biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*" produite à partir des dattes " Variété Ghars ". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 51 p.
- Khalil K.E., Abd-El-Bari M.S, Hafiz N.E., Ahmed E.Y., 2002.** Production, Evaluation and utilization of Date Syrup Concentrate (Dibis). *Egypt. J. Food Sci*, 30, 2, pp 179-203.
- Khenfar B., 2004.** Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques de quatre cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) dans la région de droh (Wilaya de Biskra). Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 87 p.
- Lecoq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles. Tome I. Ed. DOIN, DEREN et CIE, pp 241-251.
- Lewandowski R., Zghal S., Lameloise M.L., Reynes M., 1999.** Purification of date juice for liquid sugar production. *INT. SUGAR JNL*, Vol 101 (1202), pp 125-130.
- Lison L., 1968.** Statistique appliquée à la biologie expérimentale. Ed. GAUTHIER-VILLARS, Paris. 346 p.
- Macheix J.J., Fleuriet A., Billot J., 1990.** Fruit Phenolics-Boca Raton, USA : CRC PRESS.
- Manach C., Scalbert A., Morand C., Remezy C., Jimenez L., 2004.** Polyphenols : food sources and bioavailability. *Journal American of Clinical Nutrition*, 79, 5, pp 727-747.
- Mansouri A., Embarek G., Kokkalou E., Kefalas P., 2005.** Phenolic profile and antioxydant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food chemistry*, 89, pp 411-426.
- Markh A.T., Zekina T.F., Golubev V.N., 1989.** Contrôle technico-chimique des conserves. Ed. AGROPROMIZDAT, Moscou, 304 p.
- Masmoudi N., 2000.** Essai de production de biomasse "*Saccharomyces cerevisiae*" à partir des dattes "Ghars". Mémoire d'Ingénieur. Département d'agronomie. Batna, 52 p
- Matallah M., 1970.** Contribution à la valorisation de la datte algérienne. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, Alger, 113 p.

- Matallah M.A.A., 2004.** Contribution à l'étude de la conservation des dates variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-Harrach, 79 p.
- Mathlouthi M., Reiser P., 1995.** Le saccharose. Propriétés et applications. Ed. POLYTECHNICA, pp 179-183.
- Mazoyer M., 2002.** Larousse agricole, le monde agricole au XXI^{ème} siècle. Ed. MATHILDE MAJOREL, p 224.
- Meligi M.A., Sourial G.F., 1982.** Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. Ed : First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March, p 212-220.
- Mohammed S., Shabana HR., Mawloud EA., 1983.** Evaluation and identification of Iraqi date cultivars. Fruits characteristics of fifty cultivars, *Date Palm Journal*, 2, pp 27-55.
- Morelle J., 2003.** L'oxydation des aliments et la santé. Ed. NOUVELLE IMPRIMERIE LABALLERY, Paris, 250 p.
- Multon J.L., 1991.** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol IV. Ed.TECH et DOC-Lavoisier, p 121-137.
- Munier P., 1973.** Le palmier dattier. Ed. MAISONNEUVE, Paris, 221 p.
- Myhara MM., Taylor M.S., Slominski B.A., Al-Bulushi I., 1998.** Moisture Sorption Isotherms and Chemical Composition of Omani Dates. *Journal of food Engineering*, 37, pp 471-479.
- Ndhlala A.R., Kasiyamhuri A., Mupure C., Chitindingu K., Benhura M.A., Muchuweti M., 2006.** Phenolic composition of *Flacourtia indica*, *Opuntia megacantha* and *Sclerocarya birrea*. [Article in press].
- Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H., Siboukeur O., 2001.** Qualité Hygiénique et Caractéristique Physico-Chimique du Vinaigre Traditionnel de Quelques Variétés de Dattes de la Cuvette de Ouargla. *Rev. Energ. Ren : Production et Valorisation-Biomasse*, pp 87-92.
- Owen P.L., Johns T. 1999.** Xanthine oxidase inhibitory activity of north eastern North American plant remedies used for gout. *Journal of Ethnopharmacology*, 64, pp149-160.

- Peschel W., Sandez-Rabaneda F., Diekmann W., Plescher A., Gartzia I., Jiménez D., Lamuela-Ravantos R., Buxaderas S., Codina C., 2006.** An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes. *Food Chemistry*, 97, pp 137-150.
- Razi M., 1993.** Contribution à l'étude de la valeur nutritive du jus de datte de quatre variétés molles (Ghars, Itma, Tanslit et Takermoust) en comparaison avec le miel d'abeille. Mémoire d'Ingénieur, I.T.A.S. Ouargla, 66 p.
- Regnault–Roger C., Hadidane R., Biard J.F., Boukel K., 1987.** High Performance Liquid and Thin-Layer Chromatographic Determination of Phenolic Acids in Palm (*Phoenix dactylifera*) Products. *Food Chemistry*, 25, pp 61-71.
- Reynes M., Bouabidi H, Piombo G, Risterucci A.M., 1994.** Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. *Fruit*, 49, 4, pp 289-298.
- Ribéreau-Gayon P., 1968.** Les composés phénoliques des végétaux. Ed. DUNOD, Paris, 254 p.
- Rice-Evans C.A., Miller N.J., Paganga G., 1995.** Structure-Antioxidants Activity Relationships Of Flavonoids and Phenolic Acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 20(07), pp 933-956.
- Roberfroid M .,(2002).** Aliments fonctionnels. Ed. TECH et DOC-Lavoisier, p 308.
- Rodier J., 1997.** L'analyse de l'eau, eau naturelles, eau résiduares, eau de mer. Ed. DUNOD, 8^{ème} édition, pp 57-65.
- Rodriguez Vaquero M.J., Alberto M.R., Manaca de Nadra M.C., 2007.** Antibacterial effect Of phenolic compounds from different wines. *Food Control*, 18, pp 93-107.
- Sawaya W.N., Khalil J.K., Safi W.M., Al-Shalat A., 1983.** Physical and Chemical Characterization of Three Saudi Date Cultivars at Various Stages of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J.* 16, 2, pp 87-93.
- Sawaya W.N., Khtchadourian H.A., Khalil J.K., Safi W.M., Al-Shalat A., 1982.** Growth and Compositional Changes During the Various Developmental Stages of Some Saudi Arabian Date Cultivars. *Journal of Food Science*, 47, pp 1489-1497.
- Scalbert A., Morand C., Manach C., Rémésy C., 2002.** Absorption and metabolism of polyphenols in the gut and impact on health. *Biomed Pharmacother*, 56, pp 276-282.

- Scalbert A., Williamson G., 2000.** Chocolate: Modern Science Investigates an ancient Medicine Dietary Intake and Bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130, pp 2073-2085.
- Siboukeur O., 1997.** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106 p.
- Stahl W., Sies H., 2005.** Bioactivity and protective effects of natural carotenoids. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1740, pp 101-107.
- Stahl W., Sies H., 2003.** Antioxidant activity of carotenoids. *Molecular Aspects of Medicine*, 24, pp 345-351.
- Tortora G.J., Anagnostakos, N.P., 1987.** Principes d'anatomie et de physiologie. Ed. INC, 5^{ème} édition, pp 688-693.
- Toutain G., 1996.** Rapport synthèse de l'atelier "Techniques culturelles du palmier dattier". In Options méditerranéennes, série, N° 28. Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, pp 201-205.
- Toutain G., 1977.** Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed. JOUVE, Paris, 276 p.
- Vayalili P.K., 2002.** Antioxydant and Antimutagenic Properties of Aqueous Extract of Date Fruit (*Phoenix dactylifera L. Arecaceae*). *J. Agric. Food Chem*, 50 (3), pp 610-617.
- Vilkas M., 1992.** Vitamines. Ed. HERMANN, 158 p.
- Wang L., Yen J.H., Liang H.L., Wu M.J., 2003.** Antioxidant effect of methanol extracts from Lotus Pulmule and Blossom (*Nulemb nucifera Gerth*). *Journal of Food and Drug Analysis*, 11(1), pp 60-66.
- Wolfe K.I., Wu X., Liu R.H., 2003.** Apple peels as a value-added food ingredient. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp 609-614.
- Yahiaoui K., 1998.** Caractérisation physico-chimique et l'évolution du brunissement de la datte Deglet-Nour au cours de la maturation. Thèse Magister, INA. El-Harrach, Alger ,103 p.
- Youssif A.K., Benjamin N.D., Kado A., Alddin S.M., Ali S.M., 1982.** Chemical Composition of four Iraqi Date Cultivars. *Date Palm Journal*, 1 (2), pp 285-294.

* **Sites internet** :

- www.fao.org

Annexes

Annexe I

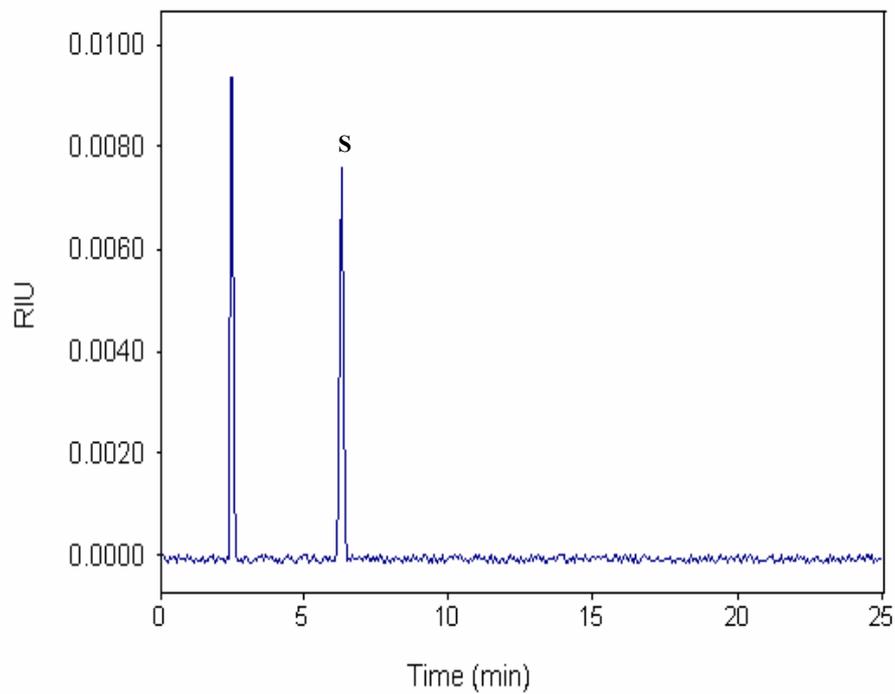


Fig I.1 : Chromatogramme du saccharose

Retention time	height	area
2,49	13,21	631120
6,30	6,30	81144

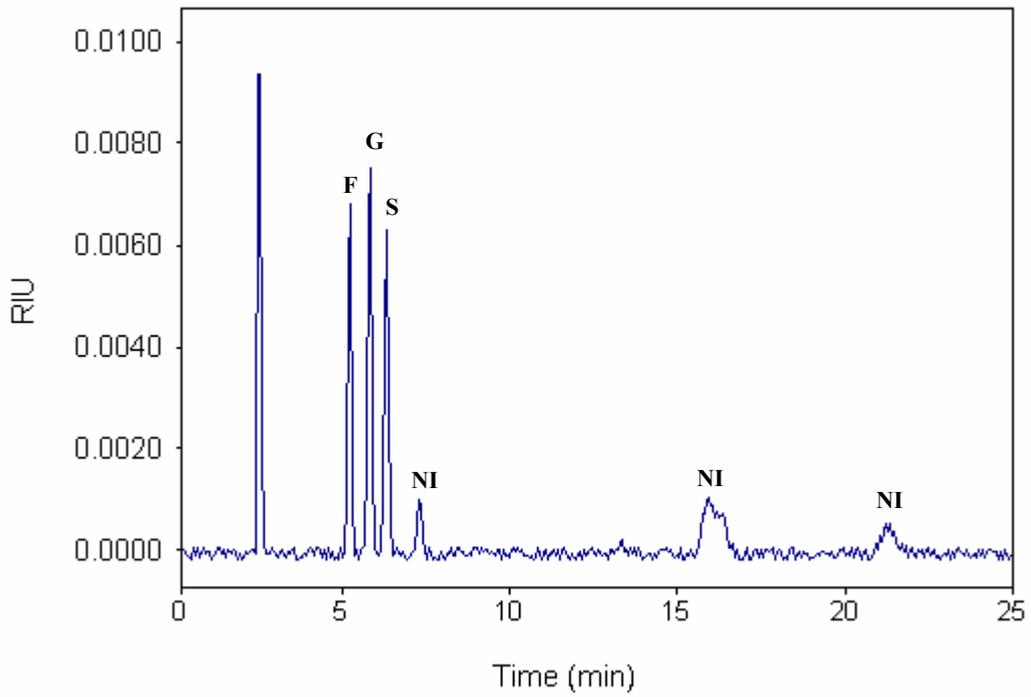


Fig I.2 : Chromatogramme des sucres de la datte Mech-Degla

F : Fructose.

G : Glucose.

S : Saccharose

NI : Non identifié

Retention time	height	area
2,48	13,85	624680
5,24	3,80	48944
5,86	4,20	54096
6,35	3,50	45080
7,28	0,60	7728
13,31	0,10	1288
15,88	0,60	7728
16,27	0,40	5152
21,30	0,10	1288

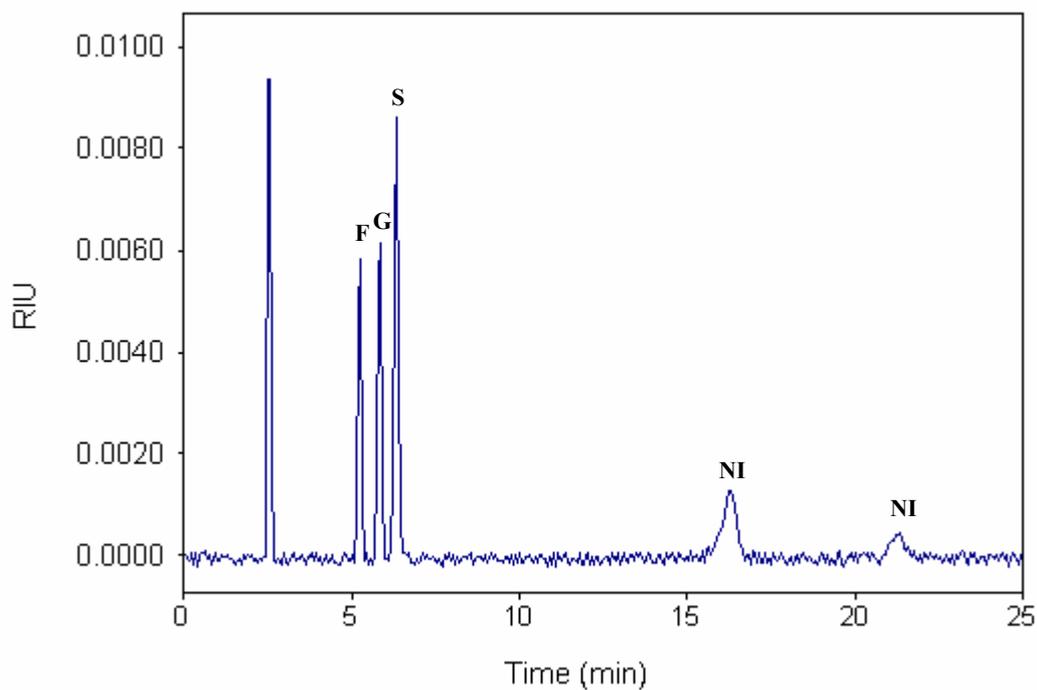


Fig I.3 : Chromatogramme des sucres du tissu brun

F : Fructose.

G : Glucose.

S : Saccharose.

NI : Non identifié.

Retention time	height	area
2,51	12,99	662032
5,19	4,00	51520
5,83	4,30	55384
6,37	5,80	74704
15,90	0,30	3864
16,29	0,90	11592
21,28	0,30	3864

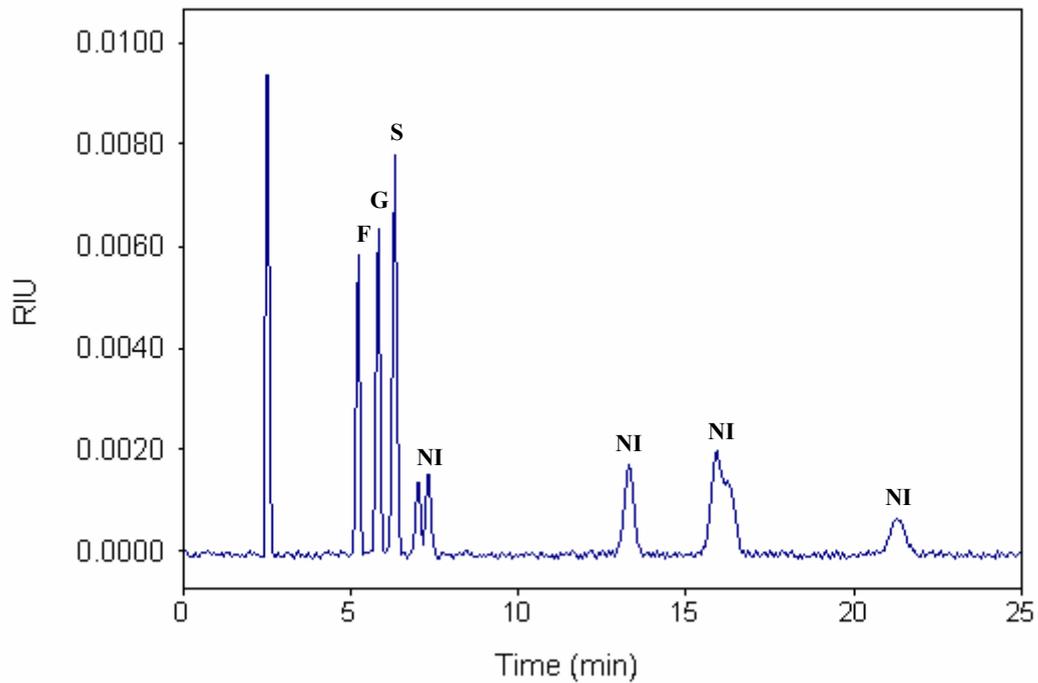


Fig I.4 : Chromatogramme des sucres du tissu blanc

F : Fructose.

G : Glucose.

S : Saccharose

NI : Non identifié

Retention time	height	area
2,51	12,21	644000
5,22	4,33	51520
5,80	4,55	55384
6,32	5,32	68264
7,12	1,12	12880
7,30	1,20	14168
13,33	1,18	15456
15,91	1,29	16744
16,33	1,01	11592
21,32	0,58	6440

Decteur : Specifications RID-10A

Refractive index range	1 – 1.75 RIU
Noise level	Less than 2.5×10^{-9} RIU
Drift	Less than 1×10^{-7} RIU/hour
Range	A mode $0.01 - 500 \times 10^{-6}$ RIU P and L* modes $1 - 5000 \times 10^{-6}$ RIU
Response	0.05 – 10 seconds, 10 step selection
Polarity selection	With a switch
Zero point adjustment	Auto, Auto optical, and Fine
Flow cell volume	9 μ L

- Solution Carrez I :

* Dissoudre l'acétate de zinc 21.9 g $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 2H_2O$ ou 23.8 g de $Zn(CH_3COO)_2 \cdot 3H_2O$ et 3 g d'acide acétique glacial dans 100 ml d'eau distillée.

*Solution Carrez II :

- Dissoudre du ferrocyanure de potassium, 10.6 g de $K_4Fe(CN)_6 \cdot 3H_2O$ dans 100 ml d'eau distillée.

□ Dosage des sucres totaux (Méthode du Dubois)

▪ Principe

Les sucres totaux sont d'abord extraits avec de l'eau distillée. Ils forment une coloration jaune-rouge avec le phénol et l'acide sulfurique dont l'intensité de la couleur est proportionnelle à la concentration des sucres.

• Mode opératoire

Cette méthode consiste à préparer une gamme étalon à partir d'une solution de glucose à 0.05 % :

-Extraire les sucres de la datte comme suit : 10 g de matière fraîche dans 100 ml d'eau distillée ;

-Introduire dans des tubes à essais 2 ml d'extrait de datte ;

-Ajouter à la gamme étalon et les tubes à essais : 0.05 ml d'une solution de phénol à 80 % et 3 ml d'acide sulfurique concentré ;

-Agiter lentement et légèrement ;

- Laisser la réaction se faire pendant 10 mn à une température cde 25 à 30 °C (apparition de la couleur jaune-rouge) puis stopper la réaction par un courant d'eau froide ;
- La lecture de l'absorbance est faite à 490 nm.

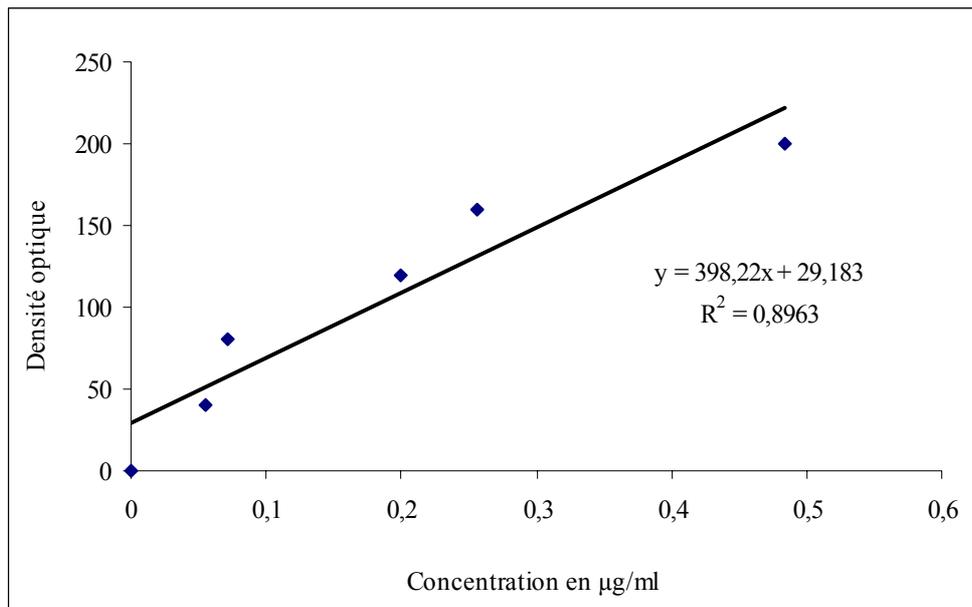
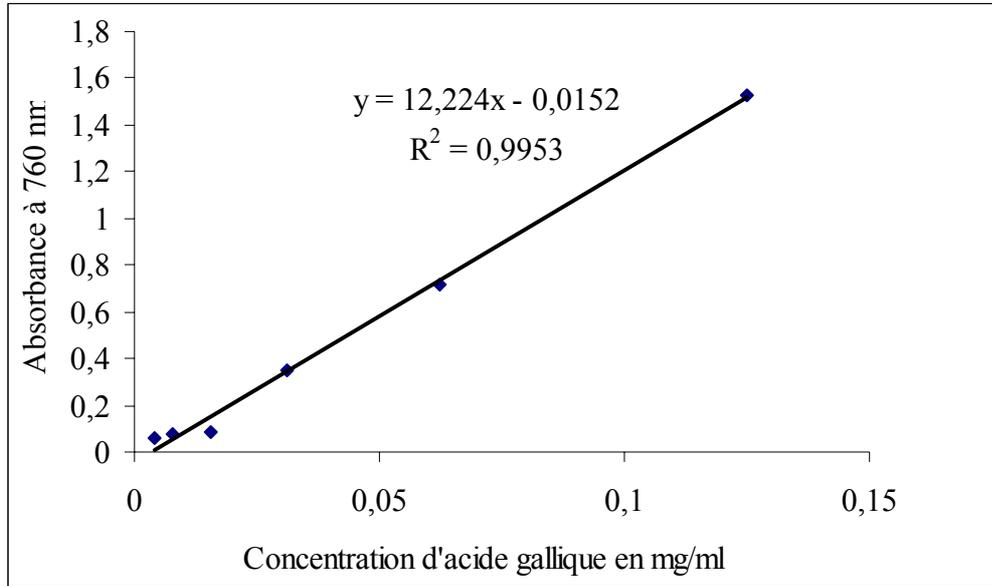


Fig I.5 : Courbe d'étalonnage du glucose



FigI.6 : Courbe d'étalonnage des polyphénols totaux

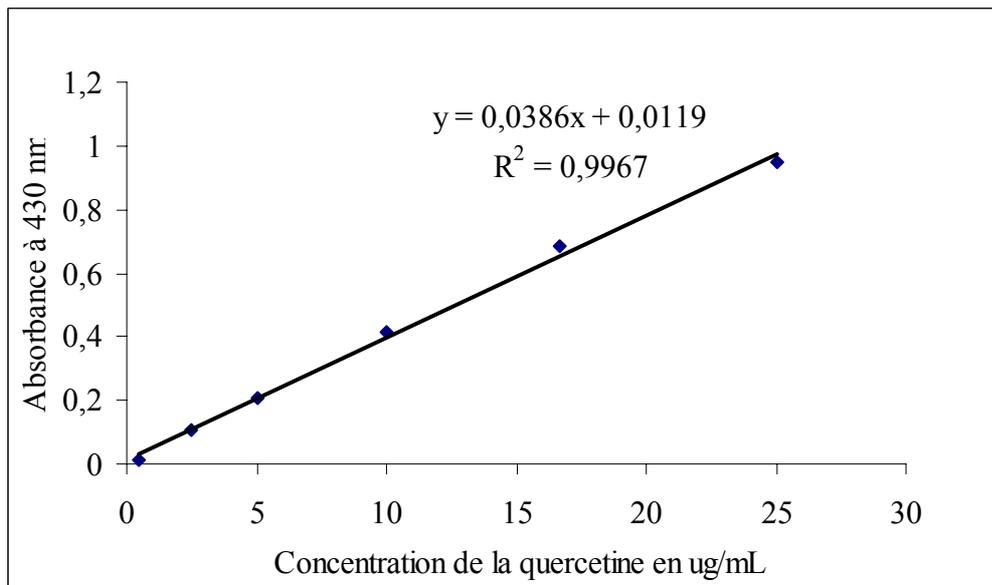


Fig I.7 : Courbe d'étalonnage des flavonoïdes

Annexe II

Tableau I.1 : Analyses statistiques des différents paramètres réalisés sur les deux principaux tissus constitutifs de la pulpe (brun et blanc), au niveau de 5 %

Nombre d'essais	20		20		10		9	
Paramètres	Masse volumique		Epaisseur		Poids		Humidité	
Echantillons	Tissu brun	Tissu blanc	Tissu brun	Tissu blanc	Tissu brun	Tissu blanc	Tissu brun	Tissu blanc
Valeur moyenne	1,36	1,24	1,03	1,91	2,14	2,95	14,81	14,27
Variance	0,15	0,03	0,08	0,15	0,11	0,29	0,75	1,25
Ecart type	0,39	0,17	0,28	0,39	0,33	0,54	0,87	1,12
Coefficient de variation	0,29	0,14	0,27	0,20	0,15	0,18	0,06	0,08
Erreur type	0,09	0,04	0,06	0,09	0,10	0,17	0,29	0,37
Intervalle de confiance	1,17/1,55	1,16/1,32	0,9/1,16	1,72/2,10	1,91/2,37	2,66/3,33	14.14/15.48	13.41/15.12
F calculé	14,23		65,94		16,14		1,31	
F théorique	2,46		4,10		4,41		4,49	
Différence	Significative (Fcal > Fth)		Significative (Fcal > Fth)		Significative (Fcal > Fth)		Non Significative (Fcal < Fth)	

Annexe III

Matériel utilisé

- Appareil kjeldhal, type VELP SCIENTIFICA ;
- Appareil Soxhlet ;
- Balance analytique OHAUS, type Adventurer ;
- Centrifugeuse, type Heetich, ROTANTA/S ;
- Conductimètre, type Jenway 4520;
- Etuve, type Heraeus ;
- Four à moufle, type Heraeus ;
- HPLC, type Shimadzu ;
- Matériel courant du laboratoire ;
- pH Metre, type Jenway, 3510 ;
- Rotavapor, type Büchi R 200 ;
- Spectrophotomètre d'absorptions atomique, type SOLAAR, 969 AA ;
- Spectrophotomètre UV visible, type Shimadzu UV mini 1240.