

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA
FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE EN SCIENSE DE LA
NATURE ET DE LA VIE

Filière : Sciences alimentaires

Spécialité : Sciences Alimentaires

Thème:

**VALORISATION DE REBUT DE DATTE PAR LA PRODUCTION DES
BACTERIES LACTIQUES (Meche-Degla)**

Présenté par:

BOUKLACHI SALIM

SAIB REDHA

Devant le jury composé de :

Mr.	RAMDANE S.	MAA	USDB	Président
M ^{me}	DOUMANDJI A.	MCA	USDB	Promotrice
M ^{me}	BOUTEKRABT L.	MCA	USDB	Co-promotrice
Mr.	MEGATELI S.	MCB	USDB	Examineur
Mr.	HADJ SADOK T.	MCB	USDB	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2010 -2011

REMERCIEMENTS

Nous remercions le bon DIEU tout puissant de nous avoir accordé volonté et patience dans l'accomplissement de ce travail.

Nous tenons à adresser, nos respects et nos vifs remerciements à toutes les personnes ayant apporté leur contribution, de près ou de loin à notre travail de recherche.

Nous adressons nos reconnaissances et nos plus sincères remerciements à notre promotrice, **M^{me} MAMECHE-DOUMANDJI A.**, maitre de conférences à l'université Saad Dahlab de Blida, pour avoir acceptée de nous encadrer et de nous diriger, qu'elle trouve ici l'expression de notre profonde gratitude.

Nos sincères remerciements vont également à notre co-promotrice **M^{me} BOUTEKRABT L.** maitre de conférences à l'université Saad Dahlab de Blida,

Nous remercions également **Mr RAMDANE S.** maitre assistant à l'université Saad Dahlab de Blida, pour nous avoir fait l'honneur de présider notre jury et pour avoir bien voulu lire ce mémoire et faire part de ces remarques.

Nos plus sincères remerciements vont également à **Mr MEGATELI S.** Maitre de conférences à l'université Saad Dahlab de Blida, pour l'honneur qu'il nous a fait en accepter d'examiner ce travail.

Nos plus sincères remerciements aussi vont également à **Mr HADJ SADOK T.** maitre de conférences à l'université Saad Dahlab de Blida, pour l'honneur qu'il nous a fait en accepter d'examiner ce travail.

Nous remercions **Mr Wahid Briki** chef du laboratoire contrôle de qualité de l'unité Trèfle (laiterie), pour sa disponibilité et sa bienveillance.

Nos remerciements chaleureux à tous nos professeurs qui ont contribués à notre formation.

Sans oublier de remercier tous les étudiants de notre promotion pour leur soutien moral.

Dédicaces

Nous dédions ce travail à :

Nos parents

Nos familles

Nos amis (es)

Nos professeurs



SALI M



REDHA

TABLE DES MATIÈRES

Table des matières

RESUME

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

LISTE DES ABREVIATIONS

Introduction..... 1

Etude bibliographique

Chapitre I : Données sur les dattes

I. Généralité sur le palmier dattier.....	4
II. Systématique du phénix Dactylifera	4
III. Répartition géographique du palmier dattier.....	6
III.1.Dans le monde.....	6
III.2.En Algérie.....	6
IV. Définition de la datte	6
V. définition de rebut de datte	6
V.1.Description du cultivar Mech-Degla.....	7
VI. formation et maturation des dattes	7
VII. Les variétés des dattes	8
VIII. Classification des dattes	10
IX. Production de dattes	10
IX.1.Dans le monde.....	10
IX.2.En Algérie.....	11
X. Composition biochimique de la partie comestible « Pulpe »	12
X.1.Les constituants majeurs.....	12
X.1.1. L'eau	12
X.1.2. Les sucres.....	12
X.1.3. Les fibres	13

Table des matières

X.2. Les constituants mineurs.....	14
X.2.1 Les acides aminés	14
X.2.2. Les acides gras	15
X.2.3. Les éléments minéraux	15
X.2.4. Les composés phénoliques	16
XI. La composition biochimique de la partie non comestible (noyau)	17
XII. La valeur nutritionnelle de la dattes.....	17

Chapitre II : Technologie de la dattes

I. Valorisation des déchets de dattes	19
I.1. Produits non fermentés.....	19
I.1.1. La farine de dattes	19
I.1.2. La pâte de dattes	19
I.1.3. Le miel de dattes	19
I.1.4. Le jus de dattes	19
I.1.5. Le sirop de dattes	20
I.1.6. Le sucre de dattes	20
I.2. Produits obtenus après fermentation	20
I.2.1. L'alcool de dattes	20
I.2.2. Le vinaigre	20
I.2.3. L'acide citrique($C_6H_8O_7$).....	20
I.2.4. La vitamine B ₁₂	21
I.2.5. La biomasse	21
I.2.5.1. La levure boulangère	21
I.2.5.2. La levure alimentaire S.C.P (Signale celle protéine)	21

Chapitre III : Les bactéries lactiques

I. Les bactéries lactiques.....	23
I.1. Historique des bactéries lactiques.....	23

Table des matières

I.2. Définition et caractéristique.....	23
I.3.Origine et habitat.....	24
I.4. Classification.....	26
I.5.Les besoins nutritionnelles des bactéries lactiques.....	26
I.6.Différentes types de fermentation.....	28
I.6.1.Bactéries lactiques homofermentaire.....	29
I.6.2.Bactéries lactiques hétéro fermentaire.....	29
I.7.Rôle et importance des bactéries lactiques.....	29
I.7.1.Rôle dans l'industrie laitière (rôle utile)	29
I.7.1.1.Rôle dans la production des composés d'aromes et de leurs précurseurs....	30
I.7.1.2.Rôle dans la production des facteurs antimicrobiens.....	31

Chapitre IV : Les bactéries lactiques thermophiles

II.1. <i>Streptococcus thermophilus</i>	33
II.2. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	33
III. Fonction et importances des bactéries lactiques thermophiles.....	34
III.1. Fonction des bactéries lactiques thermophiles.....	34
III.1.1.Pouvoir acidifiant.....	34
III.1.2.Aptitude aromatisante.....	34
III.1.3.Aptitude texturante.....	35
III.1.4.Aptitude protéolytique.....	35
III.2. importances des bactéries lactiques thermophiles.....	35
III.2.1.Importances technologiques.....	35
III.2.2.Importances nutritionnelle et thérapeutique.....	36

Etude expérimentale

Chapitre V : Matériel et méthodes

I. Présentation de l'unité Trèfle.....	37
--	----

Table des matières

II. Description et choix de la variété (Mèche- Degla)	38
III. Prélèvement de l'échantillon.....	39
IV. Les bactéries lactiques utilisées	39
V. Caractéristique morphologique de la datte entière (Mèche-Degla).....	39
VI. Caractéristique physico-chimique de rebut de datte (Mèche-Degla).....	40
VI.1.Détermination de la teneur en eau	40
VI.2. Détermination de PH (NF V 05-108, 1970)	41
VI.3. Détermination de la teneur en cendre.....	42
VI.4.Analyse des éléments minéraux (K, Na et P).....	43
VI.4.Dosage des sucres.....	44
VI.4.1. Détermination de la teneur en sucre totaux par la méthode de Dubois.....	44
VI.4.2.Détermination des sucres réducteurs.....	45
VI.4.3. Détermination de la teneur en saccharose.....	46
VI.5. Détermination de la teneur en protéines Méthode de Kjeldhal.....	46
VII. Procédure de la fabrication de la farine de rebut de datte (Mech-Degla).....	48
VIII. Fabrication d'un yaourt à base de farine de rebut de datte (Mech-Degla).....	49
VIII.1.Analyse physico-chimique de produit fini.....	50
VIII.1.1.Détermination de Ph.....	50
VIII.1.2.Détermination de la matière grasse.....	50
VIII.1.3.Détermination de la matière sèche.....	50
VIII.1.4.Acidité titrable.....	51
VIII.2.Analyse microbiologique.....	51
VIII.1. Préparation de dilution mère et dilution décimales.....	52
VIII.2.Recherche et dénombrement des bactéries lactiques thermophiles.....	53
VIII.2.1. <i>Lactobacillus bulgaricus</i>	53
VIII.2.2. <i>Streptococcus thermophilus</i>	54

Table des matières

Chapitre VI : Résultats et discussions

I. Caractéristiques morphologiques de datte entière Mech-Degla.....	55
II. Compositions biochimiques de la datte variété sèche : « Mech-Degla».....	56
II.1.La teneur en eau.....	56
II.2. Le pH.....	57
II.3.Teneur en sucres.....	57
II.3.1. Teneur en sucres totaux.....	57
II.3.2.Teneur en sucres réducteurs	58
II.3.3 : Teneur en Saccharose.....	58
III. Teneur en protéines totales (azote Kjeldhal).....	58
IV. Teneur en cendres	58
V. Teneur en éléments minéraux.....	59
VI. La caractérisation de yaourt fabriqué	60
VI.1. Caractéristique physico-chimiques	60
VII. Caractère microbiologique	60
VII.1. Dénombrement des bactéries lactiques thermophiles	60
Conclusion.....	62
Références bibliographiques	
Annexe	

Liste des tableaux

Chapitre I : Données sur les dattes

Tableau I-1 : stades d'évolutions et appellation de la datte (Meunier, 1973).....	8
Tableau I-2 : Les cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de L'ancien Monde (Munier, 1973).....	9
Tableau I.3 : Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000/2001), en quintaux (Anonyme, 2002).....	11
Tableau I.4 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en pourcentage (Noui, 2007).....	12
Tableau I.5 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zbans, en% de matière sèche (Acourene et Tama, 1997).....	13
Tableau I.6 : Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (Favier et al, 1993).....	14
Tableau I.7 : Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, en % de matière grasse (Yahiaoui, 1998).....	15
Tableau I.8 : Composition minérale de quelques variétés de dattes molles algériennes, en mg/100g de la partie comestible (Siboukeur, 1997).....	16
Tableau I.9 : Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes algériennes (Mansouri et al. 2005).....	16
Tableau I.10. : Composition biochimique de noyau de dattes (Meunier, 1973).....	17
Tableau I.11 : Composition (g/100) et valeur énergétique des variétés (Iran) (Al-Farsi et al, 2006).....	18

Tableau I.12 : Teneur en éléments minéraux dans la pulpe, en mg / 100g de matière sèche.(Chibane et al, 2007).....	18
---	----

Chapitre III : Les bactéries lactiques

Tableau 1 : Principales bactéries identifiées (DE ROISSART, 1986).....	26
---	----

Tableau III.2 : Besoins nutritionnels des bactéries lactiques (KONNINGS, 1994).....	27
--	----

Tableau III.3 : Type de fermentation des bactéries lactiques (Dellaglio, 1989).....	28
--	----

Chapitre V : Matériel et méthodes

Tableau V.1 : La gamme étalon pour le dosage des sucres totaux.....	45
--	----

Tableau V.2 : Recette d'un yaourt à la poudre de rebut de datte (Mech-Degla).....	49
--	----

Tableau V.3 : Analyses microbiologiques.....	51
---	----

Chapitre VI : Résultats et discussions

Tableau VI.1 : Les caractéristiques morphologiques de la datte étudiée (Mech-Degla).....	55
---	----

Tableau VI.2 : Composition biochimique de la datte variété sèche (Mech-Degla).....	56
---	----

Tableau VI.3 : Teneurs en éléments minéraux de la datte sèche : « Mech-Degla ».....	59
--	----

Tableau VI.4 : Caractéristiques physico-chimiques de yaourt fabriqué.....	60
--	----

Le tableau VI.5 : Dénombrement des bactéries lactiques thermophiles.....	61
---	----

Le tableau VI.6 . Résultats des analyses microbiologiques (Bactéries pathogènes).....	61
--	----

Liste des figures

Chapitre I : Données sur les dattes

Figure I.1. <i>Phoenix dactylifera</i> L.....	4
Figure I.2. : Schéma d'un palmier dattier, d'après MUNIER (Source : BELGUEDJ, 2002).....	5
Figure I.3. Datte Mech-Degla.....	7
Figure I.4. La production des dattes (FAO, 2007).....	10

Chapitre II: Technologie de la datte

Figure II.1: opération de transformation des dattes (Estanove, 1990).....	22
--	----

Chapitre V : Matériel et méthodes

Figure V.1: Datte Mech-Degla.....	39
Figure V.2 : Extrait de datte variété sèche : « Mech-Degla » (Messaid, 2008).....	41
Figure V.2. Fabrication de la farine de rebut de datte (Mech-Degla).....	48
Figure V.3: Diagramme de fabrication d'un yaourt.....	49
Figure V.4 : Préparation de la dilution mère et dilution décimales.....	52
Figure V.5 : Recherche et dénombrement des bactéries lactiques thermophiles (<i>Lactobacillus bulgaricus</i> et <i>Streptococcus thermophilus</i>).....	54

Chapitre VI : Résultats et discussions

Figure VI.1 : Variété sèche : « Mech-Degla » utilisée.....	56
---	----

Liste des abréviations

FAO: Food and Agriculture Organization

S.C.P: Signale Celle protéine

ATP : Adénosine triphosphate

nd : non déterminé

g : Gramme

cm : Centimètre

Abs : Absence

°C : Degré Celsius

mn : Minute

Mi : Masse initiale

Mf : Matière finale

MO : Matière Organique

P: Phosphore

Na: Sodium

K: Calcium

ml: Milliliter

DM : Dilution mère

MRS : Gélose de Man, Rogosa, Sharpe

M17: Mannitol

MD: Meche-Degla

MS: Matière Sèche

MG: Matière Grasse

Cen : Cendre

RESUME

La datte a toujours été, depuis des temps immémoriaux, un élément très important de l'alimentation, tant pour les humains que pour les animaux, dans toutes les contrées sud et de l'est de la méditerranée. Cependant, on constate à l'heure actuelle, une évolution dans les habitudes alimentaires des pays phoenicicoles et dans les diverses utilisations de la datte. Ce qui nous amène à rechercher les meilleurs moyens de répondre à cette évolution en vue d'une valorisation de cette importante matière première.

Le présent travail a montré la possibilité de valorisation des dattes sèches en général et de Mech-Degla en particulier (Compte tenu de sa faible teneur en eau (15%), de sa richesse en sucre (>60% MS)), en vue de leur éventuelle transformation en poudre. Le séchage des dattes a pour but de ramener la teneur en eau de 15 à 5g/100g de matière sèche (valeur caractéristique des poudres de fruits).

Pour valoriser la variété de datte commune Mech-Degla par la production des bactéries lactiques ont été utilisées la poudre de Mech-Degla obtenue avantageusement dans un produit laitier (yaourt) comme ingrédient naturel.

La culture de la flore lactique (bactérie lactique spécifique du yaourt) est très satisfaisante dans le yaourt à base de farine de datte commune (Mech-Degla), soit à raison de $1,3 \times 10^9$ UFC pour *Sc. thermophilus* et de $3,5 \times 10^8$ UFC pour *Lb. acidophilus*.

L'addition de poudre de datte dans le yaourt nous a permis aussi d'obtenir un yaourt enrichi en minéraux.

Les mots clés : Les dattes, les dattes communes, valorisation, les bactéries lactiques thermophiles, yaourt.

ABSTRACT

The date has always been, since time immemorial, a very important food for both humans and animals, all the countries in southern and eastern Mediterranean. However, there is at present, an evolution eating habits phoenicicoles countries and the uses of dates. This leads us to seek the best ways to répendre this development to a value of this important raw material.

This work showed the possibility of recovery of dried dates in general and in particular Mech-Degla (Due to its low water content (15%), its sugar content (> 60% MS)), for their eventual transformation into a powder. The drying of dates is intended to reduce the water content of 15 to 5g/100g dry matter (characteristic value of fruit powders).

To enhance the variety of date Mech- Degla by producing lactic acid bacteria were used powder-Mech Degla advantageously obtained in a dairy product (yogurt) as a natural ingredient.

The culture of the lactic flora (lactic acid bacteria specific yogurt) is very satisfactory in yoghurt made from flour of common dates (Mech-Degla) or at 1.3×10^9 for *Sc. thermophilus* and $3, 5 \times 10^8$ UFC for *Lb. Acidophilus*.

The addition of powdered date in yogurt also allowed us to obtain a yogurt fortified with minerals.

Keywords: Dates, dates common valuation, the thermophilic lactic acid bacteria, yogurt.

ملخص

ان التمر كان دائما منذ زمن بعيد غذاء هام، سواء للانسان او الحيوان و هذا في البلدان جنوب و شرق البحر الابيض المتوسط. و في الوقت الحاضر هناك تغيير في استخدام التمر في البلدان المنتجة للتمر. و هذا ما يدفعنا للبحث عن افضل السبل لتطوير قيمة هذه المادة.

و اظهر هذا العمل امكانية الانتعاش و الاستغلال في التمر المجففة بشكل عام و مش-دقلة على الخصوص (نظرا لانخفاض محتواه من المياه). و غناه بالسكر (60 %) و هذا بعد تحويله الى مسحوق بعد تجفيفه لحفظ محتوى المياه من 15 الى 5% (القيمة المميزة لمساحيق الفواكه).

ولتحسين هذا النوع من التمر الجافة (مش دقلة) من قبل بكتيريا لبنية التي استعملت في مسحوق (مش دقلة) المحصل عليه سابقا في منتج لبني (ياغورت) كمتكون طبيعي.

ان نمو البكتريا اللبنية جد مرضية في الياغورت المصنوعة بمسحوق التمر مش-دقلة و هذا 1.3×10^9 UFC بالنسبة ل *Sc. Thermophilus* و $3,5 \times 10^8$ UFC بالنسبة ل *Lb. acidophilus*.
ان اضافة مسحوق التمر مع الياغورت ساعدنا على الحصول على ياغورت غني بالمعادن.

الكلمات الدالة/ تمر - تمر جاف- تحسين- البكتريا البنية- ياغورت.

INTRODUCTION

Le palmier dattier est un arbre rustique s'adaptant aux régions les plus arides du monde. C'est une monocotylédone arborescente, de la famille des palmacées ou phoenicacées sous famille des Coryphinées, du genre phœnix et de l'espèce *Phoenix Dactylifera L.* Il constitue la principale source de vie de la population saharienne.

En Algérie, la culture du palmier dattier est essentiellement localisée dans les wilayas sahariennes. On estime le nombre à 10 millions de palmiers dattiers dont 76 % productifs donnant une production annuelle de 270000 tonnes de dattes dont 45 % de Deglet Nour.

Selon les dernières statistiques la production de dattes est évaluée à plus de 5 millions de quintaux pour l'année 2004-2005. Cette importante production rencontre des difficultés dues à l'absence d'une industrie de transformation et d'une faible commercialisation des variétés autre que Deglet-Nour (Saouli, 2005). Les dattes de faibles valeurs marchandes représentent 30 à 50 % de la production algérienne (FAO, 2003). La transformation des dattes de faible valeur marchande permet l'élaboration de différents produits alimentaires tel que: les farines de dattes, le sirop de dattes et le jus de dattes (Touzi, 2005).

En Algérie, la technologie de transformation des dattes, se limite à son conditionnement et à la production de pâte à partir de la variété molle Ghars. Pourtant, un développement réfléchi de cette technologie, par une meilleure maîtrise des procédés peut être d'un grand apport quant à la recherche de nouveaux débouchés pour les variétés communes.

On citera quelques produits à base des dattes ont été élaborés à ce titre le Ketchup (Mikki et *al.*, 1987), les biscuits (Siboukeur, 1997), les glasses (Greiner, 1998), le Tamarheep (mélange de farine de datte et du lait) (El Nakhal et *al.*, 1987), farine de dattes et yaourt à l'extrait de dattes (Benamara et *al.*, 2004, Amellal, 2007), production de la levure (Bacha, 2007), l'obtention du vinaigre (Boukhiar, 2009), immersion dattes sèches-jus d'orange (Messaid, 2008).

Introduction.....

Les dattes communes de variétés sèches, sont des dattes de texture farineuse qui durcissent sur l'arbre. C'est le cas justement de variété Mech-Degla, matériel végétal de la présente étude. Elle constitue d'une teneur en sucres totaux très importante, allant de 60 à 80 % du poids de la pulpe fraîche (Siboukeur, 1997), et une teneur en eau qui varie entre 15 et 20% selon les variétés (Noui, 2007).

Elle est pauvre en protéine et en matière grasse (0,43 et 1,9% du poids frais) (Djouab, 2007). Le fruit des dattes renferme pratiquement la plupart des éléments minéraux (potassium, calcium, phosphore, magnésium, fer, soufre etc.). Il est riche en fibres (8,1 à 12,7% du poids sec) (Al-Shahib et Marshall, 2002). Ces dernières ont un effet bénéfique sur la santé humaine, l'apport journalier recommandé étant de 0,025-0,03 Kg pour un adulte (Labelle, 1990).

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif sur les cancers colorectaux, les appendicites, la diverticulose, la diverticulose, les varices, les hémorroïdes, les diabètes, l'hypertension et l'hypercholestérolémie (Albert, 1998 ; Jaccot et Campillo, 2003). La datte est également riche en polyphénols, selon Henk et *al.* (2003), ces derniers jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, hypotensif ; ils renforcent en outre le système immunitaire (Amellal, 2007).

Pour analyser et caractériser la pulpe de rebut de datte (variété Mech-Degla) étudiée, on a séché les dattes (séchage à l'étuve 103°C).

Le séchage est parmi l'un des importants procédés de conservation dont le but est essentiellement de stabiliser les différents produits alimentaires. Les raisons de sécher sont presque aussi nombreuses que les produits à sécher (Bimbenet et *al.*, 2002), il permet de :

- Faciliter la conservation des produits ;
- Diminuer la masse et le volume des aliments ;

Le présent travail est dans le cadre de la valorisation des dattes sèches en général et de Mech-Degla en particulier. L'objectif étant leur éventuelle transformation en poudre après séchage à l'étuve à 103°C. Le but de l'opération étant de ramener sa teneur en eau de 13.1 (teneur initiale) à 5g/100g de matière sèche, valeur

Introduction.....

caractéristique des poudres de fruits (Espiard, 2002). Après séchage, les morceaux de dattes subissent un broyage et un conditionnement.

Les poudres de dattes obtenues sont utilisées comme ingrédient d'enrichissement d'un yaourt. On a choisi l'yaourt gras à sa richesse en bactéries lactiques. Les objectifs considérés sont multiples :

- Substitution du sucre cristallisé, d'autant plus qu'environ 70% de matière sèche des dattes sont des sucres.
- Pour voir le développement et l'effet des bactéries lactiques dans un produit enrichi par la poudre de Mech-Degla. (yaourt).

PARTIE
BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre I

Données sur les dattes

Chapitre I : Données sur les dattes

I. Généralité sur le palmier dattier

Le palmier dattier : *Phoenix Dactylifera L.*, est constitué de deux mots, un mot latin « *Phoenix* » qui signifie dattier chez les phéniciens, et « *Dactylifera* » dérive du terme grec « *dactulos* » signifiant doigt, allusion fait à la forme du fruit (Djerbi, 1994, Amellal 2007). (Figure I.1)

Le dattier cultivé est connu depuis la plus haute Antiquité. Son origine serait située dans l'ouest de l'Inde ou dans la région du golfe Persique. Il est répandu dans toutes les zones chaudes d'Afrique du Nord, le Sahara, depuis l'Atlantique jusqu'à la mer Rouge, ainsi qu'au Moyen-Orient et vers l'est jusqu'à l'Indus. (Gilles, 2000 ; Mazoyer, 2002).



Figure I.1. *Phoenix Dactylifera L.*

II. Systématique du *Phénix dactylifera*

Le palmier dattier ; une richesse convoitée par les pays arabes, a été toujours lié au développement économique des états islamiques. D'après Munier (1973), le dattier est issu d'une hybridation de plusieurs *Phoenix* à habitus semblables au dattier. Selon le même scientifique, c'est la désertification qui a entraîné la régression des formes primitives.

D'après Beccarri, le palmier dattier est originaire des pays du golfe, il croie aussi que les formes primitives ont disparu totalement de la surface de la terre.

Plusieurs scientifiques ont étudié le dattier, parmi eux Linné (1734) qui l'a classé comme suit dans le règne végétal :

Classe : Monocotylédone

Ordre : Spadiciflore

Famille : Arénacées

Sous famille : Coryphinées

Genre : *Phoenix*

Espèce : *Phoenix dactylifera L*

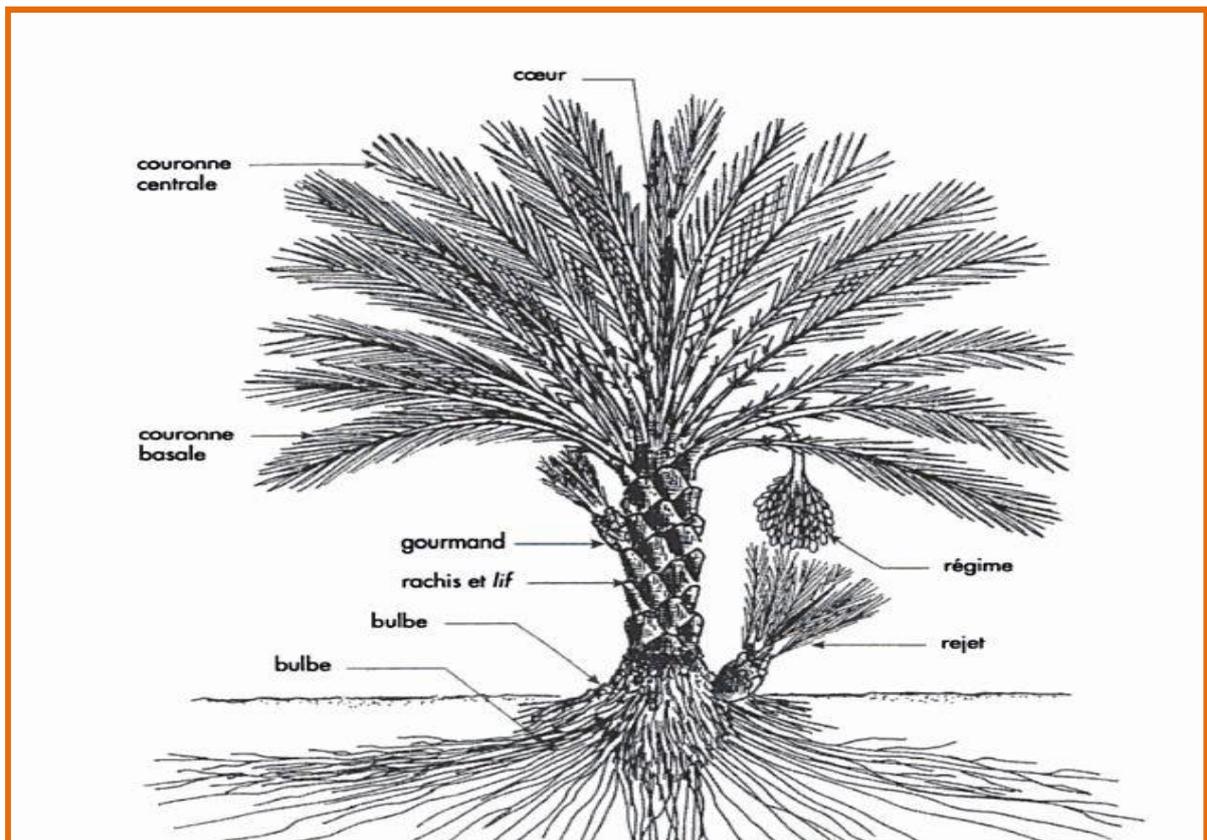


Figure I.2. : Schéma d'un palmier dattier, d'après Munier.

(Source : Belgadj, 2002).

III. Répartition géographique du palmier dattier

III.1. Dans le monde

Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne. En Europe l'unique pays producteur de dattes c'est L'Espagne principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (Toutain, 1977). À l'Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^{ème} siècle. Sa culture n'a débutée réellement que les années 1900 avec l'importation des variétés irakiennes (Matallah, 2004). Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et Australie (Matallah, 2004).

III.2. En Algérie

Le palmier dattier est cultivé au niveau de 17 wilayas seulement, pour une superficie de 120 830 hectares. Biskra 23%, El-Oued 22%, Adrar 21% et Ouargla 15%.

IV. Définition de la datte

La datte, fruit comestible sucré 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 chaire. (Espirad, 2002)

-Une partie comestible représentée par la chaire ou pulpe dont la forme, la consistance, la couleur à maturité sont variable selon les variétés.

- Une partie non comestible, formée par la graine ou le noyau ayant une consistance dure, variables selon les variétés. (Dowson et Aten, 1963).

Les dattes sont généralement de forme allongée, oblongue ou apoïde, mais on rencontre également des dattes sphériques. (Peyront, 2000)

V. Définition de rebut de datte

Les rebuts de dattes ou écarts de tri de dattes représentent les fruits du palmier dattier non consommables par l'être humain et qui sont destinés, traditionnellement, à l'alimentation du bétail. Ils sont composés par une grande gamme de catégories, représentés principalement par:

- H'chef : dattes déshydratées
- Sich : dattes non fécondées.

Ces deux catégories de rebuts de dattes représentent la gamme la plus importante de point de vue tonnage, et qui sont liées directement, au manque d'eau d'irrigation pour le H'chef et à la mauvaise qualité ou l'indisponibilité du 'Dokkar' (pollen) pour le Sich.

Selon les informations qu'on a pu récoltées, il ressort que les écarts de tri représentent une moyenne de 25 % de la production dattier annuelle.



Figure I.3. Datte Mech- Degla

V.1. Description du cultivar Mech-Degla

Les caractéristiques du cultivar Mech-Degla ont fait l'objet d'études lors des recensements des variétés des dattes algériennes établies par deux principaux auteurs : (Belguedj, 1996 et Hannachi et *al.*, 1998).

- ❖ Sens du nom : Datte qui n'est pas Deglet-Nour
- ❖ Synonymes : Kentichi
- ❖ Distribution géographique : Abondant aux Aurés, au ziban et au Souf.
- ❖ Période de récolte : Octobre-Novembre.
- ❖ Utilisation de la datte : fraîche et conservés.
- ❖ Mode de conservation : en sacs.
- ❖ Appréciation : datte excellente
- ❖ Commercialisation : très importante

VI. Formation et maturation des dattes

Chaque étape de la maturation de la datte à été identifiée nominalement, ce qui permet de suivre l'évolution du fruit à la cour de son développement. Les expressions utilisées sont celles de la nomenclature Irakienne adoptées par de nombreux auteurs.

Le tableau I-1 illustre les nomenclatures des différents stades d'évolution adoptées dans quelques pays producteurs de dattes.

Tableau I-1 : Stades d'évolutions et appellation de la datte (Meunier, 1973).

pays	Stade de développement de la datte				
	I	II	III	IV	V
Irak	Hababouk	Kimiri	Khilal	Routab	Tamr
Algérie	Loulou	Khilal	Beser	Martouba	Tamr
Libye	-	Gamag	Beser	Routab	Tamr
Mauritanie	Zeï	Tefejena	Engueï	Blah	Tamr

- **stade 1 (Hababouk)** : stade qui suit la pollinisation ;
- **stade 2 (Kimiri)** : caractérisé par le grossissement des dattes (augmentation du poids et du volume), un taux d'humidité élevé, une accumulation de sucres réducteurs et une très forte acidité ;
- **stade 3 (khalal)** : marqué par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, du saccharose et de la matière solide, alors que l'acidité et le taux d'humidité décroissent.
- **stade 4 (Routab)** : la datte devient molle et le perd son astringence (les tannins sous la peau précipitent sous forme insoluble).
- **stade 5 (tamr ou Mur)** : correspond à l'étape finale de la maturation du fruit ; la datte a alors perdu presque toute son eau (Booij et *al.*, 1992).

VII. Les variétés des dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques unes ont une importance commerciale (tableau I-2). Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Djerbi, 1994 ; Buelguedj, 2001).

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 (Noui, 2007).

- **Les variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à deglet – nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Delgla-Beida et Mech-Degla. Selon Belguedj, (2001), une grande proportion des variétés communes est de consistance molle.

Tableau I-2 : Les 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, TASFERT
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	Deglet-Nour, Allig ou Fitmi.		

VIII. Classification des dattes

D'après la consistance, On a coutume de distinguer à maturité trois catégories de dattes : Les molles, les sèches, les demi-molles (la Deglet Nour est un bon exemple de demi-molle). (Booij et Ali, 1992).

- **Les dattes sèches** : moins de 20 pour cent d'humidité, riche en saccharose. Selon notre investigation Degla-Beida tout particulièrement, Mech-degla, Frezza....sont les plus répondues en Algérie ;
- **Les dattes demi-moules** : de 20 à 30 % d'humidité, elles occupent une position Intermédiaire à L'exception de la Deglet-Nour, datte à base de saccharose par excellence (Cook et Furr, 1952) ;
- **Les dattes molles** : taux d'humidité supérieur ou égal à 30 %, elles sont à base de sucres invertis (fructose, glucose).

IX. Production de dattes

IX.1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs de dattes sont : L'Égypte, L'Iran, L'Arabie-Saoudite, le Pakistan, L'Algérie et le Soudan, les Emirates Arabes Unis... (Figure I-4). La production mondiale de dattes réalisées en 2007 est de 5,09 million de tonnes (FAO, 2007). L'Irak, quant à lui, a atteint une production de 0,91 millions de tonnes (FAO, 2004).

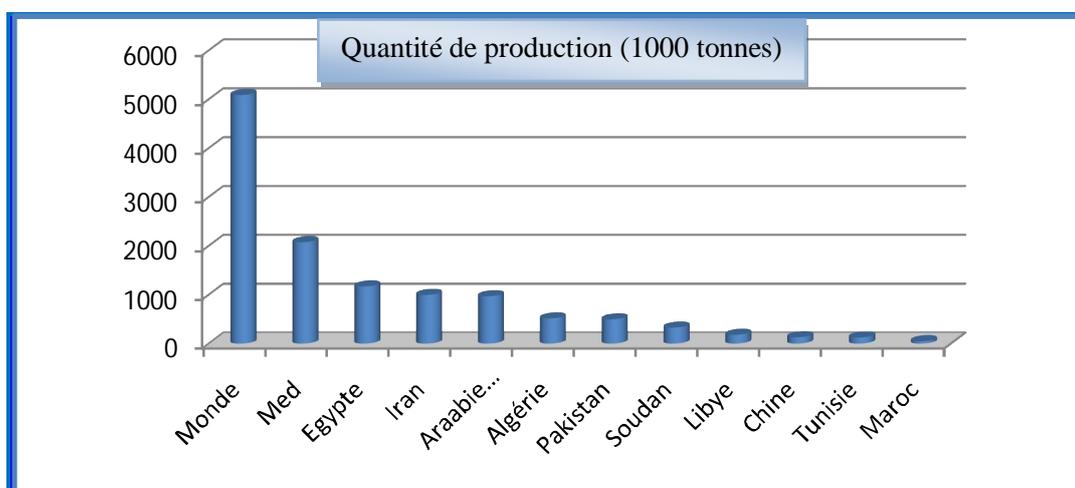


Figure I.4.La production des dattes (FAO, 2007).

IX.2. En Algérie

La production réalisée dans la campagne agricole (2000/2001) est de 4.18 millions de quintaux (tableau I.3) (Anonyme, 2002).

Tableau I.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
Ouargla	434 110	207 760	66740	708 610
El-Bayad	0	8750	0	8750
Illizi	90	620	8000	8710
Tindouf	0	500	0	500
El-Oued 1	895 450	234 920	105 820	236 190
Khenchela	1610	4880	1480	7970
Naama	0	1690	190	1880
Ghardaïa	106 000	38 600	131 400	276 000
Total	2 212 310	640 000	1 331 960	4 184 270

X. Composition biochimique de la partie comestible « Pulpe »

La chair représente 80 à 95 % du poids de la datte fraiche, elle est riche en sucre, ce qui lui donne un très grand pouvoir énergétique (Maatahlah, 1970).

Elle est également riche en eau, en éléments minéraux et en substances vitaminiques, par contre sa teneur en matière grasse est faible (Benattia, 1990).

Les sucres et l'eau sont les constituants les plus importants et ces deux éléments confèrent par leur proportion la consistance de la chaire (pulpe) (Munier, 1973).

X.1. Les constituants majeurs

X.1.1. L'eau

La teneur en eau est fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chaire fraiche avec une moyenne d'environ 19 % (Noui, 2007 ; Amellal, 2007).

Tableau I.4 : Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région Fliache (Biskra), en pourcentage (Noui, 2007).

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

X.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 (Estanove, 1990 ; Acourene et Tama, 1997). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, la xylose et le sorbitol (Favier et *al.*, 1993 ; Siboukeur, 1997 ; Amellal, 2007).

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 fraiche (Siboukeur, 1997 ; Amellal, 2007).

Le tableau I.5, déduit que 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.

Tableau I.5 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes algériennes de la région des Zbans, en% de matière sèche (Acourene et Tama, 1997)

Variétés	Consistance	Sucres totaux	Saccharose	Sucres
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

X1.3. Les fibres

La datte est riche en fibres, elle en apport 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 (Amellal, 2007).

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. Elles ont également un effet hypocholestérolémiant (Albert, 1998 ; Jaccot et Campillo, 2003 ; Amellal, 2007).

X.2. Les constituants mineurs

X.2.1. Les acides aminés

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines (tableau I.6). Elle varie entre 0,38 et 2,5% du poids sec. Malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement (Yahiaoui, 1998 ; Amellal, 2007).

Tableau I.6 : 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

X.2.2. Les acides gras

La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9% du poids frais (Djouab, 2007). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation (Amellal, 2007).

Selon Yahiaoui (1998), la teneur en lipides passe de 1,25% au stade Hababaouk à 6,33% au stade Kimiri (tableau I.8). Cette teneur diminue progressivement au stade Routab pour atteindre une valeur de 1,97% de matière sèche au stade Tamar (Amellal, 2007).

Tableau I.7 : Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, en % de matière grasse (Yahiaoui, 1998)

Acides gras	Teneur en % de matière grasse
Acide linoléique (C18:3)	12,30
Acide linoléique (C18: 2)	11,47
Acide oléique (C18:1)	10,74
Acide stéarique (C18: 0)	10,47
Acide palmitique (C16: 0)	7,89
Acide myristique (C14: 0)	8,66

X.2.3. 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 (Amellal, 2007).

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

Tableau I.8 : Composition minérale de quelques variétés de dattes molles algériennes, en mg/100g de la partie comestible (Siboukeur, 1997)

Eléments minéraux	Variétés		
	Chars	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

X.2.4. Les composés phénoliques

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques (Mansouri et *al.*, 2005 ; Amellal, 2007).

Tableau I.9 : 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

XI. La composition biochimique da la partie non comestible (noyau)

Dans le tableau I.10, est citée la composition des noyaux de deux dattes Mauritanienne et Irakienne.

Tableau I.10. : Composition biochimique de noyau de dattes (Meunier, 1973).

Constituant	Noyau (Mauritanie) %	Noyau (Irak) %
Eau	7,16	6,46
Cendres	1,22	1,12
Lipides	8,86	8,49
Protides	6,54	5,22
Glucides	58,90	62,51
Cellulose	17,32	16,20

Comme le montre ce tableau, le noyau constitue donc un sous produit des plus intéressants, qui ne doit pas être négligé et doit être récupéré au niveau des ateliers de traitement et de conditionnement.

XII. Valeur nutritionnelle de la datte

Les dattes constituent un excellent aliment que les caravanes utilisent dans le désert souvent presque exclusivement pendant de longs temps ; leur richesse nutritive est renforcée par une certaine quantité de vitamines « A », et de vitamine « B ». (Lecoq, 1965).

Le taux élevé des sucres permet de classer la datte parmi les aliments glucidique ce qui a permis de constituer un aliment de grande valeur nutritive et énergétique. Les matières sucrés peuvent atteindre 70% du poids des fruits et ne descendent jamais en dessous de 50% ce concentré de sucre permet aux dattes d'être utilisées dans les cas de grandes fatigues physiques (Toutain, 1977).

Tableau I.11 : Composition (g/100) et valeur énergétique des variétés (Iran)(Al-Farsi et *al.*, 2006)

Composants%	Fard	Khasab	Khalas
Eau	18,5	16,5	12,6
Protéines	1,47	1,61	1,68
Lipides	1,41	0,98	0,52
Cendres totales	1,49	1,59	1,79
Sucres totaux	77,13	79,32	83,41
Energie	278	281	301

La datte est caractérisée par :

- Une forte teneur en glucide, due à sa richesse en sucres réducteur (Maatallah, 1970).
- Un pouvoir énergétique élevé : 200 à 300 Kcalories/100 g du fruit (Munier, 1973).
- Protéines équilibrées qualitativement mais en faible quantité. (Tabib, 1999).
- Elle est riche en éléments minéraux plastiques : Ca, S, Mg, P et en éléments minéraux catalytiques : Fe, Mn. (Noui, 2007)

Tableau I.12 : Teneur en éléments minéraux dans la pulpe, en mg / 100g de matière sèche. (Chibane et *al.*, 2007)

Elément	Mech-Degla	Degla-Beida	Frezza
K	678	575	610
Ca	231,75	286,22	249,49
Mg	21,34	2,55	1,80
Na	34	12,25	15,77
Zn	1,27	2,02	1,82
Fe	0,99	2,74	2,84

Chapitre II

Technologie de la datte

Chapitre II: Technologie de la datte

I. Valorisation des déchets de dattes

De nombreux produits sont élaborés à partir de dattes déclassées de faible valeur marchande, ou à base des rébus de datte, ces produits sont regroupés comme suit (figure II.1) :

I.1. Produits non fermentés

I.1.1. La farine de dattes

Obtenue par broyage de dattes dénoyautées, dattes sèches du type Degla-Beida ou Mech-Degla, ou susceptible de le devenir après dessiccation (Maatallah, 1970).

A l'échelle industrielle le séchage se fait par des séchoirs avec système de réglage de la vitesse de circulation d'aire, et la température de séchage.

I.1.2. La pâte de dattes

Elle se prépare à partir de pulpe de dattes molles, il suffit d'ajouter de l'eau, et de pétrir la pulpe jusqu'à l'obtention d'une pate homogène.

Les dattes sèches ou demi molles doivent être traitées avec de l'eau acidulée, puis cuit jusqu'à obtention d'une masse compacte. Les pâtes de dattes sont utilisées en biscuiterie et pâtisserie ; elles peuvent être mélangées avec les arachides, la poudre du lait ou les levures alimentaire (Sawaya, 1982 in Imedjadj et Rahmouni, 1999).

I.1.3. Le miel de dattes

Sa préparation nécessite des variétés de dattes molles. L'extraction se fait par pressages de la pulpe de dattes, et le produit ainsi obtenu présentant l'aspect du miel d'abeilles.

I.1.4. Le jus de dattes

Le jus de dattes est connu depuis longtemps dans la plupart des pays producteurs de dattes, se jus est appelé « Roub » en Algérie et « Debs » en Irak.

Ce jus est extrait après trempage dans de l'eau chaude (80c°) pendant 1 heure au moins. Un autre procédé d'extraction par diffusion (procédé utilisé en sucrerie) est employé en Irak, l'eau d'extraction et les dattes circulent en sens inverse. L'avantage de ce procédé c'est d'extraire le minimum possible de non sucre (Dubourg, 1952 in Boughbou, 1980).

I.1.5. Le sirop de dattes

Il peut être fabriqué avec n'importe quelle datte de qualité secondaire, c'est un produit stable d'une couleur plus ou moins brune, utilisé en pâtisserie comme édulcorant (Abbas Hassan, 1982 in Imedjedj et Rahmouni, 1999).

I.1.6. Le sucre de datte

Qui est obtenu par concentration sous vide du sirop de dattes.

I.2.Produits obtenu après fermentation

I.2.1. L'alcool de dattes

Le moût datte sert de milieu de fermentation pour la production d'éthanol. Ce dernier estensemencé directement par la levure boulangère : *Saccharomyces cerviceae*, cependant il faut tenir compte de certaines conditions à savoir : la température, le pH, et l'anaérobiose (Cheikh ,1994).

I.2.2. Le vinaigre

Après la fermentation alcoolique, le jus alcoolisé obtenu servira de substrat pour la biosynthèse de l'acide acétique. Les bactéries utilisées sont des bactéries acétiques dont le principal est : *Acétobacter acétal*. (Boughnou, 1988).

I.2.3. L'acide citrique(C₆H₈O₇)

L'acide citrique est synthétisé par : *Aspergillus Niger*. La culture se fait dans des fermenteurs ou la température, pH et la pression sont constamment surveillés.

Le milieu de culture qui est du jus de dattes dilué à 10% permet d'obtenir un rendement de 8,9 % (El Akidi Hassan, 1982).

I.2.4. La vitamine B₁₂

La production de la vitamine B₁₂ est assurée par : *Streptomyces albidoflavus antibioticus*, ou *Streptomyces aureoflavus*.

Les rendements sont similaires à ceux obtenus sur d'autres substrats tels que la mélasse (El-akidi Hassen, 1982).

I.3. La biomasse

I.3.1. La levure boulangère

Jusqu'à présent, la production industrielle de la levure boulangère se fait sur la mélasse, ou sur les produits amylicés (Amidon).

En Algérie, des essais ont été entrepris par ; Rangeieux. R et Girard en 1960, leurs résultats sont comparables à ceux trouvés à l'échelle industrielle sur des substrats classiques.

Le rendement maximum atteint après 22 heures de culture en aérobiose est de l'ordre de 9 g/l, calculé en poids sec (Boughnou, 1988).

I.3.2. La levure alimentaire S.C.P (Signale celle protéine)

Les espèces de levures cultivées sur le jus de dattes dilué (1 à 4%) sont ; *Candida utilis* et *Torula S.p.*

Le rendement maximum est atteint en moins de 24 heures de culture. Selon (El Akidi Hassan, 1982) une tonne de dattes pourrait assurer une production de 250kg de S.C.P, dont la teneur en protéine est estimée à 52%.

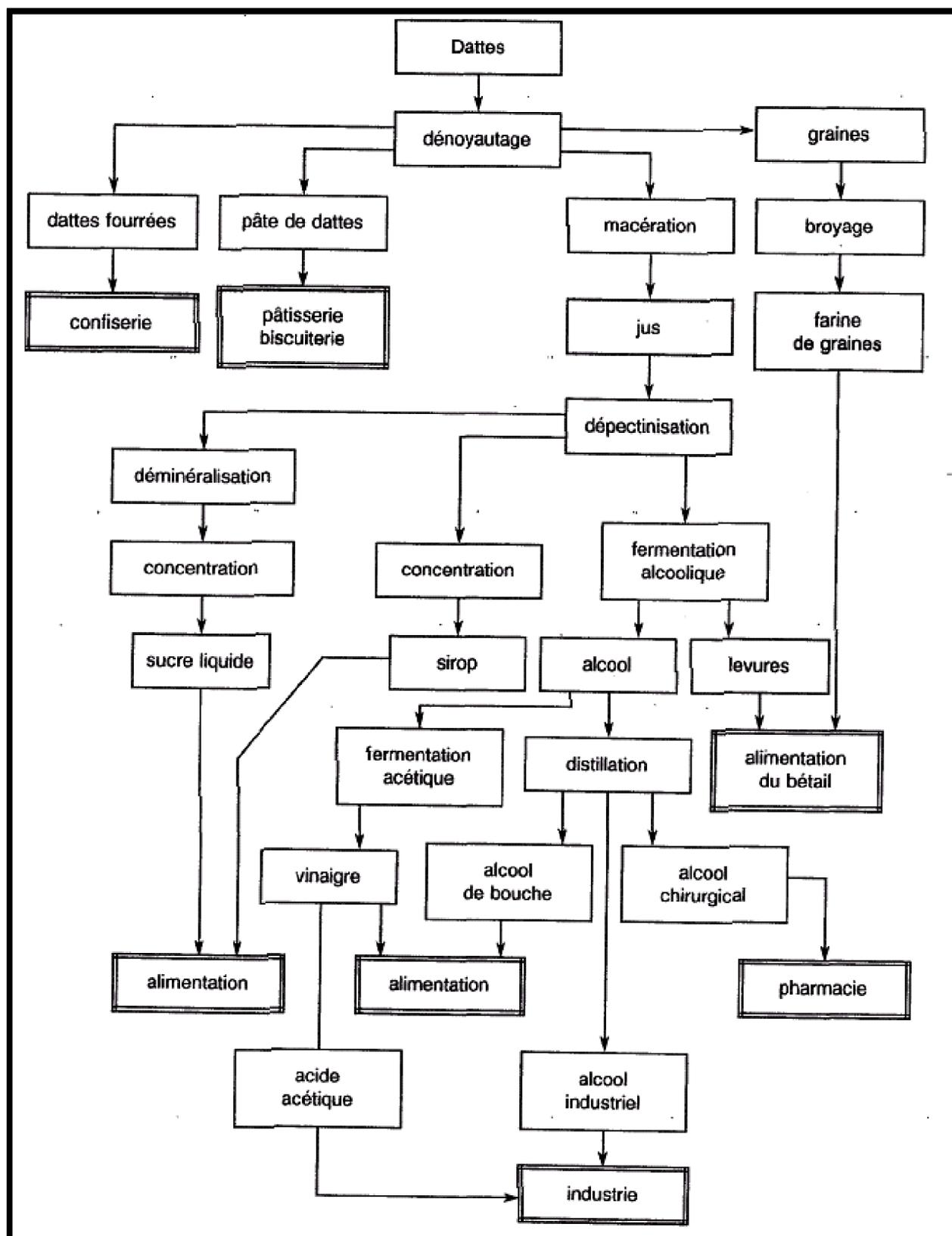


Figure II.1: opération de transformation des dattes (Estanove, 1990).

Chapitre III

Les bactéries lactiques

Chapitre III : Les bactéries lactiques

I. Les bactéries lactiques

I.1. Historique des bactéries lactiques

Les bactéries lactiques étaient largement employées dans la conservation des aliments, des légumes et des fruits depuis une époque immémoriale.

A la fin du 19^{ème} siècle, Conti aux USA, Stroch au Danemark et Weigmann en Allemagne, ont étudié la fermentation du lait pour trouver la cause de sa coagulation acide, et en conclu à la présence de bactéries responsables de l'acidification du lait et la maturation de la crème (Poullain, 1994).

Von Freudenreich et coll., sont parvenus à isoler en 1897 un streptocoque, Orla Jensen à publié en 1919 une monographie qui représentait une avance considérable dans la connaissance des espèces bactériennes (Poullain, 1994).

I.2. Définition et caractéristique

Les bactéries lactiques sont des cellules vivantes, procaryotes, produisent de l'acide lactique, comme produit majeur durant la fermentation des carbohydrates (Salmien et Wright, 1993).

Le groupe des bactéries lactiques se caractérisent par une très forte production d'acide lactique et comprend les quatre genres suivants : *lactobacillus*, *streptococcus*, *leuconostoc*, *pediococcus*. (Ramet, 1989 ; Larpent et Larpent Gourgaud 1985).

Ces bactéries lactiques sont des cocci (Streptocoque) ou des bâtonnets allongés (Lactobacilles).

- Gram(+)
- Catalase(-)
- Sphérique ou allongés
- Elles sont pour la plupart immobiles
- Ne réduisent pas les nitrates en nitrites
- Incapable de synthétisés les cytochromes

- Synthétisent leur ATP grâce à la fermentation lactique des glucides.
- L'acide lactique et parfois le seul produit terminal (homofermentaire), parfois à l'acide lactique s'ajoutent de l'éthanol, de l'acétate et de CO₂ (hétérofermentation).
- Sont en général aérotolérantes (microaérophiles), certaines espèces sont anaérobies strictes.
- Acido-tolérante (pH=5 et parfois moins)
- Ont des besoins complexes en facteurs de croissance, vitamine B, acides aminés, peptides, base purique et pyrimidiques.

I.3. Origine et habitat

Le lait par sa composition riche en substances nutritionnelles et facteurs de croissance, constitue un excellent milieu de culture pour les bactéries lactiques aptes à assimiler ses constituants par différentes voies microbiennes. (Alias, 1984).

En dehors des produits laitiers, les bactéries lactiques ont de nombreux habitats, elles sont largement rependues dans la nature, à la surface des végétaux, herbes, fruits et graines, on les retrouve dans les ensilages, les jus en fermentation et le pain.

Chez les mammifères, elles se retrouvent dans la bouche et les cavités rhino-pharyngiennes, la première partie de l'intestin, chez la femelle dans le vagin et sur les mamelles d'où elles passent dans le lait. (Vrignaut, 1982).

Habitat selon les genres (Lenoir et Coll., 1992).

Les espèces du genre *Streptococcus* ou *leuconostoc* se rencontrent plutôt chez l'homme, les animaux et les oiseaux, on peut les isoler de la peau des animaux et des matières fécales, mais aussi de l'ensilage.

Les espèces du genre *Lactobacillus* se rencontrent plus couramment dans la nature. On les retrouve aussi dans l'intestin des animaux et de l'homme car *Lactobacillus acidophilus* résiste aux sels biliaries. *Lactobacillus acidophilus* entre dans la flore normale du vagin où sa présence empêche l'innovation par les *Candida albicaus*. Peu d'espèces ont un caractère pathogène.

Les espèces du genre *Pédiococcus* ne se rencontrent pratiquement que sur les plantes.

I.4. Classification

La taxonomie des bactéries y compris les bactéries lactiques évolue depuis la première classification d'Orla-Jensen (1919), qui a été basé sur la nature et le pourcentage de l'acide lactique produit, la température de croissance et les exigences azotés.

Selon Lenoir et Coll., (1992), il existe deux grands groupes morphologiques bien distincts : les cocci et les bacilles.

❖ Les coques (cocci)

Sont des petites sphères plus ou moins ovoïdes, de 0,5 à 1,5 μm de diamètre, dont la division peut engendrer des paires, des tétrades, des chainettes ou des amas. Ce sont des bactéries non sporulées et immobiles.

❖ Les bacilles

Sont des petits bâtonnets, plus ou moins allongés de 0,5 à 2 μm de long, elles peuvent avoir différents aspects : droits, des coccobacilles ou de longue chaîne de bacilles. Les lactobacilles à des rares exceptions, sont immobiles.

D'après les mêmes auteurs leur classification vient d'être totalement revue et simplifiée, compte tenu des apports modernes de la taxonomie moléculaire.

L'application de l'hybridation des acides nucléiques et des techniques de séquençage conduit à diviser les coques en 05 groupes :

Streptococcus, Enterococcus, Lactococcus, Pédiococcus, et Leuconostoc.

La taxonomie des lactobacilles est désormais bien établie, le genre *Lactobacillus* comprend 50 espèces qui peuvent être scindées en trois groupes :

❖ Les Lactobacilles homofermentaire strictes

Ils fermentent les hexoses presque totalement en acide lactique.

❖ Les Lactobacilles hétérofermentaires facultatifs

Ils fermentent les hexoses en acide lactique, mais en plus ils ont capables de former de l'acide lactique et de l'acide acétique à partir des pentoses.

❖ Les Lactobacilles hétérofermentaires strictes

Ils fermentent les hexoses en acide lactique, acide acétique ou éthanol et gaz carbonique.

Le tableau I.1, représente les principaux critères de différenciation entre les genres des bactéries lactiques.

Tableau 1 : Principales bactéries identifiées (De Roissart, 1986).

Catégorie genre	Nombre D'espèces	Morphologie	Produits finaux de fermentation
Homolactique :			Acide lactique (au moins, 1,8mol par mol de glucose)
- <i>Streptococcus</i>	21	Sphère	
- <i>Pédiococcus</i>	5	Sphère	
- <i>Lactococcus</i>	16	Bâtonnet	
Hétérolactique :			Acide lactique et acétique et éthanol et CO ₂ (environ, 1 mole par mole de glucose)
- <i>Leuconostoc</i>	6	Sphère	
- <i>Lactobacillus</i>	11	Bâtonnet	
Total	59		

I.5. Les besoins nutritionnelles des bactéries lactiques

Selon Konnings, (1994), les bactéries lactiques sont très exigeantes du point de vue nutritionnel, car elles utilisent pour leur croissance des éléments complexes carbonés, azotés, ainsi que des facteurs de croissance comme les vitamines et les oligo-éléments.

Le tableau III.2, résume les besoins nutritionnels des bactéries lactiques.

Tableau III.2 : Besoins nutritionnels des bactéries lactiques (Konnings, 1994)

Substances de croissances	<i>Lc. Lactis</i>	<i>Lc. cremoris</i>	<i>Lc. diacétylactis</i>	<i>Sc. thermophilus</i>	<i>Sc. bulgaricus</i>	<i>Ln. cremoris</i>
<u>Acides aminés</u>	-	-	-	+	+	+/-
Lysine	+	+	+	+	+	+/-
Leucine	+	+	+	+	+	+/-
Histidine	+	+	+	+	+	+
Valine	S	+	S	+	S	+/-
Cystéine	nd	nd	nd	+	+	+
Aspartame	+	+	+	+ /-	+	+/-
Glutamate	+	+	+	+/-	+	+/-
Isoleucine	nd	nd	nd	+/-	+	+/-
Tyrosine	+	+	+	+/-	+	+/-
Méthionine						
<u>Vitamines</u>						
Vitamine B12	+	+	+	+	-	nd
Biocine	+	+	+	+	+	nd
Niacine	+	+	+	+	+	nd
Pantothecrate	+	+	+	+	+	+
Riboflavine	+	+	+	+	+	+
Thiamine	+	+	+	+	-	+
Pyriadaxol	+	+	+	+	-	+
Acide folique	+	+	+	+	-	+
<u>Acides organiques</u>						
A. Acétique	+	+	+	nd	nd	nd
A. Oléique	+	+	+	nd	S	nd
A. Orotique	nd	nd	nd	nd	S	nd
A. Formique	nd	nd	nd	nd	S	nd
<u>Acides nucléiques</u>						
Hypoxanthine	S	-	-	nd	-	+
Adénine	S	S	-	nd	S	+
Guanine	S	-	-	nd	S	+
Thymine	S	-	-	nd	-	-
Thymidine	S	-	-	nd	-	-
Uracile	S	-	-	nd	S	+

+: Essentiel à la croissance.

+/-: Essentiel pour certaines souches.

- : Non requise pour la croissance.

S : Stimulante.

nd : Non déterminé.

I.6. Différentes types de fermentation

Le métabolisme des hydrates de carbone se déroule en phases.

- Transport du glucide à travers la membrane grâce à la perméase ATP dépendante.
- Clivage des disaccharides en ses deux composants.
- Dégradation des mono saccharides.

Le lactose est le principal aliment énergétique des bactéries, il peut subir différentes voies métaboliques selon l'espèce bactérienne : homofermentaires ou hétérofermentaires (tableau III.3).

Les bactéries lactiques forment la partie la plus intéressante de la microflore acidifiante des produits laitiers, mais elles ne sont pas les seules à produire les quantités assez élevées d'acide lactique, comme le cas d'*Escherichia coli*, qui produit plus d'acide lactique qu'une bactérie lactique (Alias, 1984).

Tableau III.3 : Type de fermentation des bactéries lactiques (Dellaglio, 1989).

Genre	Types de fermentation	Principaux produits de dégradation	Isomères de l'acide lactique produits
<i>Streptococcus</i>	Homolactique	Lactate	L
<i>Pediococcus</i>	''	''	L, DL
<i>Lactobacillus</i> -Homofermentaire -Hétérofermentaires facultatif -Hétérofermentaires obligatoire.	Homo ou hétéro lactique Hétéro lactique	Lactate ou lactate et acétate Lactate, acétate, CO ₂	L, D ou DL L, D ou DL L, D ou DL
<i>Leuconostoc</i>	Hétéro lactique	Lactate, acétate, CO ₂	D
<i>Bifidobacterium</i>	Hétéro lactique	Lactate, acétate	L

I.6.1. Bactéries lactiques homofermentaire

Selon Alias, (1984) et l'Inson et coll., (1982) se sont les bactéries qui ne forment que des traces de produits accessoires, à côté de l'acide lactique qui représente 90 à 97% du lactose fermenté. Ces bactéries lactiques ne produisent ni de gaz ni d'ammoniac.

Deux (02) sous groupes appartiennent à ce groupe de bactéries lactiques homofermentaire :

Les *Lactobacilles* et les *Streptocoques lactiques*.

I.6.2. Les bactéries lactiques hétérofermentaires

Ces bactéries produisent en plus de l'acide lactique (représente 50% du lactose fermenté), d'autres acides accessoires comme l'acide acétique, l'acide succinique de l'alcool, du gaz carbonique et de l'hydrogène. Se sont des cocci ou des bacilles, attaquant notamment les glucides végétaux, mais qui existe aussi dans le lait et les produits laitiers. On trouve parmi elles : les *Betabactérium*, et les *Bétacoccus*, qui représentent 90% de la flore fécale du nourrisson allaité par sa mère et qui sont strictement anaérobies.

I.7. Rôle et importance des bactéries lactiques

I.7.1. Rôle dans l'industrie laitière (rôle utile)

De nombreuses espèces microbiennes sont utilisées dans la fabrication des produits laitiers variés : laits fermentés, crèmes, beures et fromages. Ces germes utiles sont à l'origine des modifications des produits et notamment leur qualité organoleptique.

En technologie laitière, on s'efforce de choisir les espèces et les souches des bactéries lactiques en fonction de leurs propriétés de telle sorte que celles-ci permettent au mieux les transformations souhaitées et donnent aux produits les caractères physico-chimiques recherchés (Lenoir et coll., 1992).

I.7.1.1. Rôle dans la production des composés d'aromes et de leurs précurseurs

-Rôle de l'acide lactique dans la coagulation et production de composés d'aromes à partir du lactose.

Tous les produits laitiers fermentés par les bactéries lactiques présentent un fon laitier « Clean acide odour » du à la présence d'acide lactique.

Le diacétyle et l'acétaldéhyde sont des composés intervenant fortement dans l'arome des produits fermentés.

L'acide lactique produit abaisse le pH, une fois le pHi de la caséine atteint, il ya formation d'un gel.

Il faut noter que le caillé acide est fortement déminéralisé et que le lactosérum qui on résulte est riche en sels minéraux. (Desmazeaud et Michel, 1982).

-Production d'acétaldéhyde

L'acétaldéhyde est normalement réduit par le métabolisme chez les bactéries lactiques mésophiles. Donc, il n'en apparait que très peu dans le milieu. Mais, il peut en être autrement chez les bactéries lactiques thermophiles. En effet, les germes du yaourt ne possèdent pas l'alcool déshydrogénase, l'acétaldéhyde intra cellulaire de ses micro-organismes ne sera réduit en éthanol mais sera excrété comme produit final.

En culture pure *Lb.bulgaricus* produit plus d'acétaldéhyde que *Sc.thermophilus*, mais en culture mixte les Streptocoques produit de plus grandes quantités de se composé (Lenoir et coll., 1992).

-Rôle de la protéolyse dans l'arome et le gout

La protéolyse due aux bactéries lactiques va surtout conduire à des peptides courts et à des aminés libres. Ces derniers sont des précurseurs pour de nombreux produits d'arome.

Dans le cas des bactéries lactiques thermophiles utilisés pour la fabrication des fromages à patte pressé cuite, il a été montré que ce sont elles qui ont un rôle fondamental pour la libération des peptides courts et des acides aminés. Il y a eu effet

une corrélation entre l'intensité de la flaveur et la proportion de l'azote soluble (Lenoir et coll., 1992).

I.7.1.2. Rôle dans la production des facteurs antimicrobiens

-Rôle de l'acide lactique et du pH

Les bactéries lactiques ont un rôle fondamental dans l'inhibition des flores non lactiques des produits laitiers. Deux facteurs principaux parfois difficilement dissociables : le pH et les acides, notamment l'acide lactique. (Piard et Desmazeaud, 1991).

Parmi les bactéries non lactiques, rare, sont celles qui peuvent croître à divers valeurs de pH inférieures à celles obtenus avec les germes lactiques, aussi une bonne acidification lactiques entraîne une inhibition de la croissance de *E.coli*, des *Pseudomona*, des *Salmonelle*, et des *Clostridia*.

En général, c'est la flore moléculaire (non dissociée) de l'acide lactique qui est le facteur toxique par les bactéries lactiques. (Lenoir et coll., 1992).

-Composés divers

Les concentrations d'acétaldéhyde atteignant 25 p.p.m dans les yaourts peuvent avoir des effets inhibiteurs sur *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* ou *E.coli*, car ses germes indésirables voient leur croissance ralentir à partir de 10p.p.m. (Piard et Desmazeaud, 1991).

En présence d'oxygène, les bactéries peuvent produire des peroxydes d'hydrogène, (H_2O_2) qui est toxique pour différentes bactéries. Ce composé par lui même est capable d'endommager les membranes bactériennes, les germes Gram(-) étant les plus sensibles. De plus, (H_2O_2) peut aussi provoquer des altérations au niveau de l'ADN, notamment chez *E.coli*. (Lenoir et coll., 1992).

-Production des bactériocines

Les bactéries du yaourt produisent également des bactériocines, substances à caractères bactéricide qui inhibent principalement le développement des bactéries Coliformes et d'autres bactéries indésirables. La production de bactériocines au départ d'acide lactique concerne principalement les Lactobacilles, mais en quantités moindres

les Streptocoques. La présence de bactériocines dans l'intestin assurait une certaine protection contre les germes pathogènes et banaux spécifiques et contre les troubles intestinaux qui peuvent leur être liés. (Guyot, 1992).

Chapitre IV
Les bactéries lactiques
thermophiles

Chapitre IV : Les bactéries lactiques thermophiles

I. *Streptococcus thermophilus*

Streptococcus thermophilus se présente sous forme de cellules sphériques ou ovoïde de diamètre compris entre 0,7 μ m et 0,9 μ m, isolés en paires ou groupés en chaînes par paire. Cette espèce est Gram positif et catalase négative (Larparent, 1989).

Cette espèce est thermorésistante (résiste à 60-65°C pendant 30 mn) avec une température de croissance comprise entre 19°C et 52°C. (Terre, 1986). *Sc. Thermophilus* est halotolérante (2 à 4 % de NaCl) et homofermentaire en produisant exclusivement de l'acide lactique (L+), dégradant principalement le lactose et le saccharose mais hydrolyse aussi le fructose et le glucose (Deroissart et Luquel, 1994, Larparent et coll., 1996 et Zourari et coll., 1992).

Streptococcus thermophilus acidifie et coaguler le lait tournesolé avec une réduction très lente et incomplète du tournesol (Larparent, 1991). Le pourcentage en GC de son ADN varie de 37 et 40 % le pont peptidique est le type L-lysine (Lucket, 1986 ; Novel, 1993).

On arrive à distinguer *Streptococcus thermophilus* des autres streptocoques par l'absence d'antigène de groupe (Acolas, 1980).

II. *Lactobacillus bulgaricus*

Cette espèce se présente sous forme de court bâtonnets lorsque la culture est jeune et elle présente des ramifications lorsqu'il s'agit d'une en culture âgée. *Lb. Bulgaricus* présente de granules métachromatiques colorées en bleu de méthylène (Larparent, 1989).

Lb. Bulgaricus est Gram positive, catalase négative, homofermentaire. Elle présente une bonne croissance dans un milieu à pH compris entre 4,5 et 6,4 (Larparent et coll., 1996 ; Zourari et coll., 1992). Cette bactérie est thermorésistante (60°C/90mn et 65°C/30mn) avec une température optimale de croissance située entre 37°C et 42°C. (Terre, 1986).

Le pourcentage en GC, varie de 49 à 51%, le pont peptidique est de type lys-D-asp (Luquet, 1986 ; Novel, 1993). *Lb. Bulgaricus* présente un spectre de fermentation des sucres restreint, il peut dégrader le glucose le lactose et le galactose mais ne métabolise ni le saccharose ni le pentose (Luquet, 1986).

III. Fonction et importances des bactéries lactiques thermophiles

III.1. Fonction des bactéries lactiques thermophiles

III.1.1. Pouvoir acidifiant

C'est l'un des principales fonctions des bactéries lactiques en technologie laitière. Il s'agit de la production d'acide lactique aboutissant ainsi à une forte diminution du pH. L'acidification du milieu entraîne la coagulation du lait (Terre, 1986 et Zourari et coll., 1992).

La vitesse de l'acidification est un critère important en technologie laitière. Les industriels recherchent des souches dont le pouvoir acidifiant est important ainsi que des cultures associatives qui optimisent la fermentation lactique de telle manière à avoir une acidité de 90-100°D en 3-4 h. (Accolas et coll., 1977 et Bouillanne et coll., 1980).

III.1.2. Aptitude aromatisante

En plus de l'acide lactique, la fermentation lactique libère un certain nombre de composés secondaires tel que l'acide formique, l'éthanol, l'acide acétique, le diacétyl, l'acétoïne, l'acétaldéhyde, le gaz carbonique (Tamime et Deeth, 1980). Parmi ces composés certains participent au développement de la saveur et l'arôme des produits laitiers dont l'exemple type est le yaourt où l'acétaldéhyde représente l'élément majeur de l'arôme caractéristique du yaourt (Zourari et coll., 1992).

L'acétaldéhyde est produit par deux espèces classiques du yaourt mais essentiellement par *Lb. Bulgaricus*. L'acétaldéhyde provient de la transformation d'une acide amine : la thréonine (Accolas et coll., 1980 ; Tamimar et Deeth, 1980 et Marshall et coll., 1983).

III.1.3. Aptitude texturante

Certaines souches de bactéries lactiques produisent des polysaccharides. Ces derniers donnent un aspect filant aux produits laitiers et augmentent la viscosité du produit fini (Cerning et coll., 1990).

Dans le cas du yaourt, les polysaccharides sont représentés essentiellement par le galactose et le glucose, l'addition de formate et de caséine dans le lait stimulent la synthèse de ces agents apaisants (Goncel et Novel, 1994).

III.1.4. Aptitude protéolytique

Les bactéries lactiques représentent un potentiel enzymatique de large spécificité : les protéases qui hydrolysent les caséines et les peptidases (endopeptidases et exopeptidases) qui dégradent les peptides résultant de la dégradation des protéines (Acolas et coll., 1980 et Desmazeaud, 1991).

Lb. Bulgaricus possède une activité protéolytique importante par rapport à *Sc. Thermophilus* du fait que la caséine du lait est dégradée par *Lb. Bulgaricus* en libérant des peptides de petit poids moléculaire. Ces peptides seront dégradés par la suite en tri et en dipeptides ou en acides aminés par *Streptococcus thermophilus* (Amoroso et coll., 1988 et Dellaglio, 1989).

III.2. importances des bactéries lactiques thermophiles

III.2.1. Importances technologiques

Les bactéries lactiques sont largement employées dans la fabrication des produits laitiers pour des raisons fondamentales qui sont comme suit :

- ❖ Grace à leur activité acidifiante, elles confèrent des conditions physico-chimiques qui facilitent un ensemble d'opération technologique comme la coagulation du lait et l'égouttage du caillé (Chamba et Prost, 1989 et Schmidt et coll., 1994).
- ❖ Grace à leur action lipolytique et protéolytique, elles interviennent dans le processus d'affinage et de la maturation des fromages (Acolas et coll., 1980 et Dellaglio, 1989).
- ❖ Grace à leur production de diacétyl et l'acétaldéhyde qui permettent l'amélioration de l'arome de produit (Terre, 1986 et Zourari et coll., 1991). La

- ❖ production des polysaccharides joue un rôle important dans la texture et la rhéologie des laits fermentés (Zourari et coll., 1992 et Corning, 1994).
- ❖ Grace à la synthèse des acides lactique et acétique qui inhibent le développement des micro-organismes indésirables (Terre, 1986).

III.2.2.Importances nutritionnelle et thérapeutique

Les bactéries lactiques représentent des intérêts nutritionnels et thérapeutiques du fait qu'elles représentent les critères suivants :

- Avoir une action hypo-chlosterolementes (Kailasapathy et Rybka, 1997).
- Avoir une action anti-tumorale (Larpent, 1994).
- Avoir le système immunitaire (Desimone et coll., 1989).
- Améliore la digestion du lactose (Greenberg et Mahoney, 1982).
- Stimule la digestion et l'absorption intestinales (Link-Amstar et coll., 1994).
- Avoir une action anti-microbienne : un traitement des diarrhées infantiles par le yaourt à été souvent mis en évidence (Schmidt et coll., 1994).

PARTIE
EXPÉRIMENTALE

Chapitre V

Matériel et méthodes

Chapitre V : Matériel et méthodes

Notre stage a été réalisé au niveau du laboratoire de l'unité de laiterie de « Trèfle », situé dans la commune d'OULED YAICH wilaya de BLIDA.

I. Présentation de l'unité Trèfle

L'unité de dérivés laitiers E.U.R.L « Trèfle » est située dans la zone industrielle site N1 de la commune de OULED YAICH, wilaya de BLIDA. Elle s'étend sur une superficie de 11.000m²; 6.500 abritent des bâtiments de production, de stockage et de l'administration l'unité est dotée également d'ateliers de maintenances et d'un poste de transformation électrique.

L'unité a été lancée en 1983 sa capacité de production était de 3500 pots/ heures de yaourt brassé. Après une stagnation qui a duré jusqu'en 1990, l'unité produira alors 6500 pots/heure, en outre également l'acquisition d'une chaîne fromagère (pâte molle et pâte pressée).

Entre 1990 et 1997, avec la relance de l'activité économique en Algérie on remarque la relance de l'investissement pour « Trèfle ». Effectivement en avril 1998 l'unité avait pu produire 12500 pots/heure de yaourt étuvé. En septembre 12500 pots/heure de crème dessert et de yaourt aux fruits, la capacité de production a atteint 77500 pots/heure. Toujours après investissement, l'unité a lancé en 2002 une nouvelle ligne de production de boissons lactées, de lait en bouteille plastique « PEHD » et cela grâce à l'installation de « SIDEL » : extrusion et soufflage avec autoclave en continu et 130.000 bouteilles/jours cela va assurer une gamme de produit frais et de longue conservation, elle est composée essentiellement de :

- ✓ Yaourt étuvé aromatisé en pots et en bouteilles.
- ✓ Yaourt brassé fruité.
- ✓ Yaourt édulcoré à l'aspartame (Light).
- ✓ Le dessert lacté au caramel et au chocolat.
- ✓ La crème fraîche aromatisée ou nature.
- ✓ Le lait et Iben en sachet et en bouteille.

Approvisionnement en matières premières

A l'exception de l'eau qui provient des puits se trouvant au niveau de l'unité, toutes les autres matières premières utilisées dans la fabrication des dérivés laitiers « Trèfle » proviennent de l'étranger : Poudre du lait entier et écrémé, sucre, édulcorants, arômes...Etc. De même pour les matières d'emballage.

Contrôle des matières premières

Dès leurs arrivées à l'usine, les matières premières sont soumises à un contrôle physico-chimique et microbiologique.

II. Description et choix de la variété (Mèche- Degla)

Nous avons choisi dans notre étude un milieu à base de datte suivante certains critères qui sont :

- ✓ La disponibilité ;
- ✓ La composition (Richesse en sucre);
- ✓ Faible valeur marchande.

La variété de datte retenue dans cette étude est très répandue dans les palmeraies de la région Sud-est. C'est la variété sèche : Meche-Degla (Figure V.1).

La datte Meche-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 (Belguedj, 1996).

Le choix de cette variété se justifie par son abondance au niveau national, sa faible valeur marchande, sa facilité de conservation (datte sèche) et sa composition : Il s'agit de sa richesse en sucres, un milieu favorable pour la croissance et le développement des bactéries lactiques.

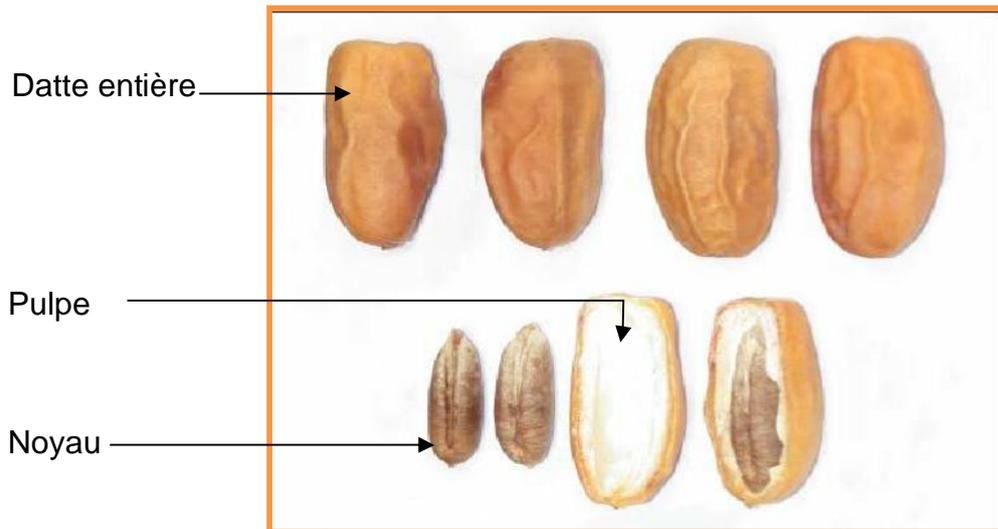


Figure V.1: Datte Meche-Degla (Massaid, 2008).

III. Prélèvement de l'échantillon

La datte étudiée provient des palmeraies de la région Toulga, de la wilaya de Biskra. Les fruits sont prélevés au hasard sur plusieurs régimes à divers hauteurs et orientations.

La datte est récoltée à pleine de maturité et conservée à température ambiante.

IV. Les bactéries lactiques utilisées

Les ferments lactiques utilisés sont représentés par *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus*.

V. Caractéristique morphologique de la datte entière (Mèche-Degla)

-La plus populaire des dattes sèches pour ses qualités gustatives et facilité de conservation.

- La datte est de forme sub-cylindrique, légèrement rétrécie à son extrémité : Elle est de taille moyenne: 3,5 / 1,8 cm et d'un poids de 6,5g.

- A maturité ; la datte est plutôt beige claire teintée d'un marron peu prononcé.

- L'épiderme est ridé, peu brillant et cassant, la pulpe est blanche à texture farineuse avec de légers reflets quartziques. Le calice se décolle facilement, voûté et de couleur jaune paille.

- Le tégument est fin et transparent.

VI. Caractéristique physico-chimique de rebut de datte (Mèche-Degla)

VI.1.Détermination de la teneur en eau

Principe

La teneur en eau est déterminée sur une partie aliquote de 5 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 5 g d'échantillon à une précision de $\pm 0,001$ g, et les placer dans l'étuve réglée à 103 ± 2 °C:
- ❖ 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).

La teneur en eau est égale à la perte de masse subie dans les conditions de la mesure (Audigie et *al.*, 1978).

Expression des résultats :

$$\mathbf{H\% = \frac{M_i - M_f}{P} \times 100}$$

Soit :

H% : Teneur en eau ou humidité ;

M_i : Masse initiale « avant dessiccation » « Matière fraîche + capsule » ;

M_f : Masse finale « après dessiccation » « Matière sèche+ capsule » ;

P : Masse de la prise d'essai.

La teneur en matière sèche est calculée selon la relation suivante :

$$\mathbf{\text{Matière sèche}\% = 100\% - \% \text{Humidité}}$$

La détermination du pH, sucres réducteurs et sucres totaux ont été déterminés sur un extrait de datte. Les autres composants (protéines, cendres et éléments minéraux) ont été déterminés sur la pulpe de datte.

Préparation de l'extrait de datte :

Pour obtenir un extrait de datte variété sèche : «Meche-Degla », nous devons passer par les étapes suivantes (figure V.2) :

- ❖ Laver la pulpe fraîche de la datte obtenue à l'eau ;
- ❖ Eliminer les loges capillaires et les noyaux des dattes ;
- ❖ Couper la pulpe en petit morceau ;
- ❖ Dans un bêcher ajouter une quantité d'eau distillée est égale à 5 fois le poids de la pulpe fraîche préparée ;
- ❖ Porter le mélange au Bain–marie à 70 - 75°C pendant 1 heure, avec agitation de temps en temps ;
- ❖ Après refroidissement, le mélange obtenu est en suite filtré ; la première filtration à l'aide d'un tissu (la gaze), la deuxième filtration sur papier filtre sous vide, ou sur sable ;
- ❖ En suite peuvent être effectués les analyses sur l'extrait obtenu.



Figure V.2 : Extrait de datte variété sèche : « Meche-Degla » (Bacha, 2008).

VI.2. Détermination de 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

- Placer datte variété sèche dans un bécher;
- Procéder à la détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

VI.3. Détermination de la teneur en cendre

Principe

Le dosage des cendres est basé sur la destruction de toute matière organique sous l'effet de la température élevée (500°C) (Linden, 1981).

Mode opératoire

- Peser 0,5 -1 g de matière sèche dans une capsule préalablement tarée ;
- Faire passer la capsule au four à température de 500°C pendant 5 heures ;
- Après refroidissement retirer la capsule ;

Expression des résultats :

$$\text{MO}\% = \frac{M_i - M_f}{p} \times 100$$

Soit :

MO% : Teneur en matière organique ;

M_i: Masse initiale « avant incinération » « Matière sèche + capsule » ;

M_f : Masse finale « après incinération » « Cendres + capsule » ;

P : Masse de prise d'essai.

La teneur en cendre est égale à :

$$\% \text{ Cendres} = 100 \% - \text{MO} \%$$

VI.4. Analyse des éléments minéraux (K, Na et P)

Principe

Le but de la minéralisation c'est la reprise des cendres obtenues précédemment sous forme liquide.

Selon Laurent (1991), le dosage des éléments minéraux répond à 2 objectifs :

- ✓ Connaissance de la valeur nutritionnelle par la détermination des éléments majeurs et les Oglio éléments ;
- ✓ Vérification des taux de certains minéraux.

Mode opératoire

- Après minéralisation de 0,5 g de matière sèche, en va prendre les cendres obtenues ;
- Humecter lentement les cendres dans 3 ml d'eau distillée et 3 ml d'acide chlorhydrique concentré pour assurer une franche réaction acide ;
- Chauffer sur un plaque chauffante sans dépasser 250°C jusqu'à apparition des premières vapeurs ;
- Ajoute 1 ml d'eau bi-distillée puis filtrer sur papier sans cendre dans une fiole jaugée de 100ml, rincer 3 ou 4 fois à l'eau bi-distillée à 30 - 40°C ;
- Incinérer le papier filtre et son contenu pendant une demi-heure à 550°C au maximum dans le four à moufle ;
- Ressortir après refroidissement les capsules ;
- Humecter une deuxième fois par 5 ml acide chlorhydrique 37% ;
- Mettre les capsules pour la deuxième fois sur plaque chauffante jusqu'à apparition des premières vapeurs ;
- Ajouter 1 ml de HCL concentré ;
- Ajouter 1ml d'eau bi-distillée puis filtrer sur papier sans cendres dans la même fiole de jaugée de 100 ml ;
- Laver à l'eau bi-distillée tiède ;
- Amener à 100 ml, compléter à la jauge après refroidissement avec l'eau bi-distillée ;
- Mettre 20 ml de cette solution dans des tubes à essais.

Dosage du potassium et sodium

Le dosage de sodium et potassium est réalisée par le spectrophotomètre à flamme.

Principe

Consiste à pulvériser l'échantillon dans une flamme, l'intensité de l'émission lumineuse est en rapport avec la concentration en élément dissous. Les lecteurs de la densité optiques sont faits à des longueurs d'onde de 766,5 nm pour le potassium et 590 nm pour le sodium.

Dosage du phosphore

Principe

Le dosage du phosphore est réalisé par spectrophotomètre à longueur d'onde 650nm, basé sur la formation d'un complexe d'acide phosphorique et d'acide molybdique.

L'addition d'un réactif sulfumolybdique, et d'une solution d'acide ascorbique à la solution mère, provoque par chauffage, le développement d'une coloration bleue, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration d'ortho phosphate.

VI.4.Dosage des sucres

VI.4.1. Détermination de la teneur en sucre totaux par la méthode de Dubois

Principe

La méthode Dubois permet de doser les oses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les sucres donnent une couleur jaune crème, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres totaux. La densité optique est déterminée à 490 nm (Linden, 1981).

Mode opératoire

Cette méthode consiste à préparer, une gamme étalon à partir d'une solution de glucose à 0,01%. Les données sont résumées dans le Tableau V.1.

Tableau V.1: La gamme étalon pour le dosage des sucres totaux

Volume de glucose à 0,01 % (ml)	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Eau distillée (ml)	2	1,6	1,2	0,8	0,4	0
Concentration en (μg)	0	40	80	120	160	200
Densité optique	0	0,08	0,14	0,20	0,26	0,38

- Introduire dans un tube à essai 2ml d'échantillon à doser (extrait de datte préparé);
- Ajouter à la gamme préparée et les tubes d'échantillon :
 - 0,1 ml d'une solution de phénol à 80% (voir l'annexe le mode de préparation) ;
 - 4 ml d'acide sulfurique concentré ;
- Mélanger lentement et légèrement ;
- Laisser la réaction se faire à une température de 20 - 30°C pendant 15 mn, puis refroidir les tubes pour arrêter la réaction ;
- Faire une lecture dans un spectrophotomètre UV visible à une longueur d'onde de 490 nm.

VI.4.2.Détermination des sucres réducteurs

Principe

Cette méthode basée sur la réduction de la liqueur de Fehling par les sucres réducteurs contenus dans l'échantillon (Navarre, 1974).

Condition de dosage : L'échantillon doit être privé de toutes les autres matières réductrices ; et dilué d'une façon que la quantité des sucres soit inférieure à 5 g / l.

Mode opératoire

Dans une première étape, étalonner la liqueur de Fehling à l'aide d'une solution de glucose à 5%. En suite, par comparaison, on détermine la quantité des sucres contenue dans l'extrait de datte.

Etalonnage

- Introduire dans un erlenmeyer :
 - 10ml de solution de Fehling A (voir dans l'annexe le mode de préparation) ;

- 10ml de solution de Fehling B. (voir dans l'annexe le mode de préparation) ;
 - 30 ml d'eau distillée ;
- Verser en très petites quantités, la solution de glucose à 5% contenu dans une burette graduée, jusqu'à la décoloration complète de la liqueur de Fehling et la formation d'un précipité Cu₂O rouge.

Dosage :

- Remplacer la solution de glucose par l'extrait préparé et dilué;
- Introduire dans un erlenmeyer :
- 10 ml de solution de Fehling A ;
 - 10 ml de la solution de Fehling B ;
 - 30 ml d'eau distillée ;
- Opérer comme précédemment.

Expression des résultats :

$$\mathbf{R = \frac{5 \times N}{N'} \times f}$$

Soit :

R : La quantité des sucres réducteurs en g / litres ;

N : Le nombre de ml de solution de glucose à 5% utilisée ;

N' : Le nombre de ml de filtrat utiliser pour la décoloration de la liqueur de Fehling ;

f : Le facteur de dilution.

VI.4.3. Détermination de la teneur en saccharose

La teneur en saccharose est obtenue par la différence entre la teneur en sucres totaux et les sucres réducteurs présents dans l'échantillon.

$$\mathbf{\% \text{ Saccharose} = \% \text{ Sucres totaux} - \% \text{ Sucres réducteurs}}$$

VI.5. Détermination de la teneur en protéines Méthode de Kjeldhal

Dans l'agroalimentaire, l'utilisation d'un facteur de conversion « F » fondé sur le taux moyen d'azote des protéines « F= 100/ 16 = 6,25 ». (Costes., 1981).

Les résultats sont donnés sous la forme suivante :

$$\mathbf{\% \text{ PROTEINES} = \% \text{ N} \times 6,25}$$

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 (Lecocq., 1965).

Réactifs

- Acide sulfurique pur ;
- Sulfate de cuivre et de potassium (comme catalyseurs) ;
- Acide borique à 4% ;
- Indicateur coloré (mélange de bleu méthylène et rouge méthylène) ;
- Soude NaOH 4N ;
- Acide sulfurique pour la titration à 0,05 N.

Mode opératoire

- Avant de procéder au dosage de l'azote total l'échantillon doit subir une minéralisation. Pour cela, introduire dans un matras de minéralisation 0,2 g d'échantillon, ajoutez une pincée des catalyseurs (sulfate de cuivre et sulfate de potassium) ;
- Ajouter 15 ml d'acide sulfurique pur ;
- Nous utilisons un chauffage progressif ; d'abord une attaque au froid pendant 15 mn jusqu'à l'apparition de vapeur blanche d'anhydride sulfurique ; puis le chauffage et rendu plus énergique (attaque à chaud) pendant 4 à 5 heures ;
- Après décoloration complète, la solution est refroidie et complétée à 100 ml avec de l'eau distillée ;
- La solution minéralisée, à laquelle nous ajoutons 20 ml de soude, est distillée ;
- Le dégagement d'ammoniac est récupéré dans une solution d'acide borique contenant l'indicateur coloré. L'excès d'ammoniac est alors dosé par l'acide sulfurique 0,05N.

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

$$\mathbf{N\% = V / V' \times (N - N') \times 0,05 \times 1,4 / P}$$

Soit:

V : solution minéralisée et complétée 100 ml;

V' : volume de la soude ajoutée 20 ml ;

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

N' : le témoin 0,2 ;

0.05 : la normalité d'acide sulfurique ;

P : poids de la prise d'échantillon 0,2 g.

VII. Procédure de la fabrication de la farine de rebut de datte (Mech-Degla)

L'obtention de la farine a été réalisée selon le diagramme suivant :

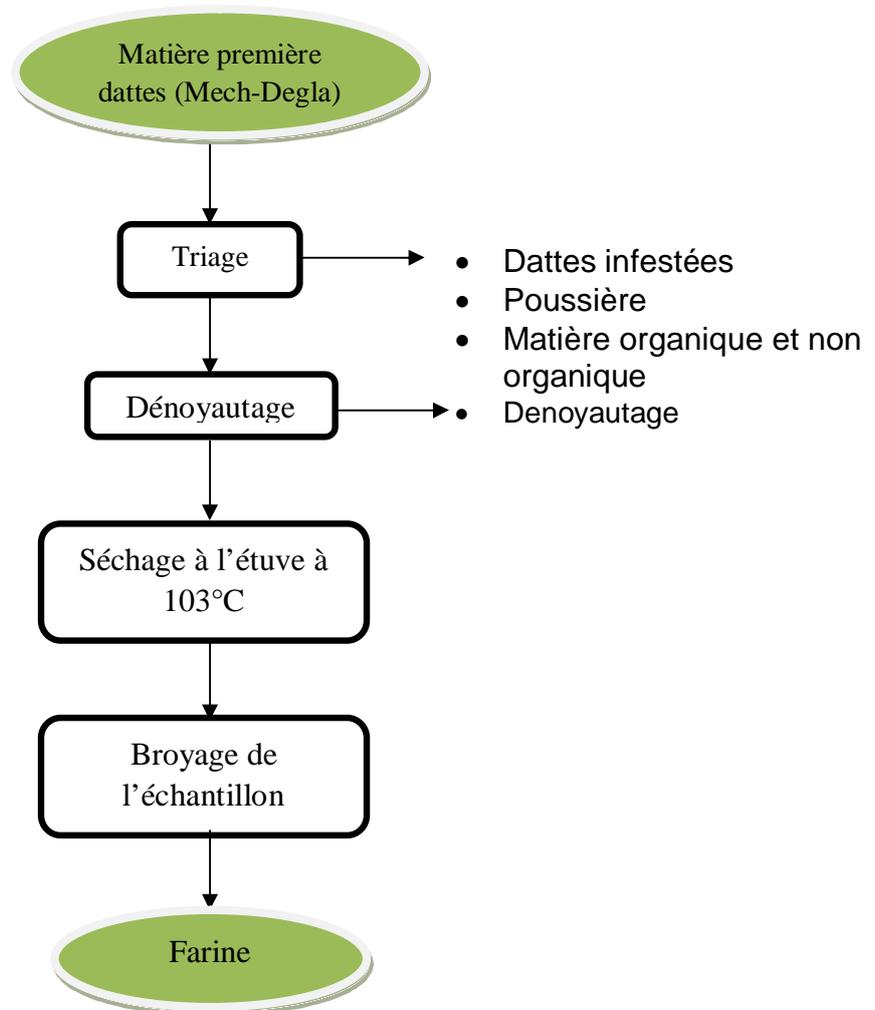


Figure V.2. Fabrication de la farine de rebut de datte (Mech-Degla)

VIII. Fabrication d'un yaourt à base de farine de rebut de datte (Mech-Degla)

La fabrication de yaourt est réalisée à l'échelle de laboratoire en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt standard avec une modification portant sur la substitution du sucre blanc par la poudre de rebut de datte (figure V.2). L'ajout de celle-ci à lieu avant traitement thermique.

Tableau V.2: Recette d'un yaourt à la poudre de rebut de datte (Mech-Degla).

Recette	Poudre de lait (g)	Sucre (g)	Poudre de datte (g)	Eau (ml)	Ferment lactiques (%)
Yaourt aux poudres de datte	13,7	0	12,5	100	0,03

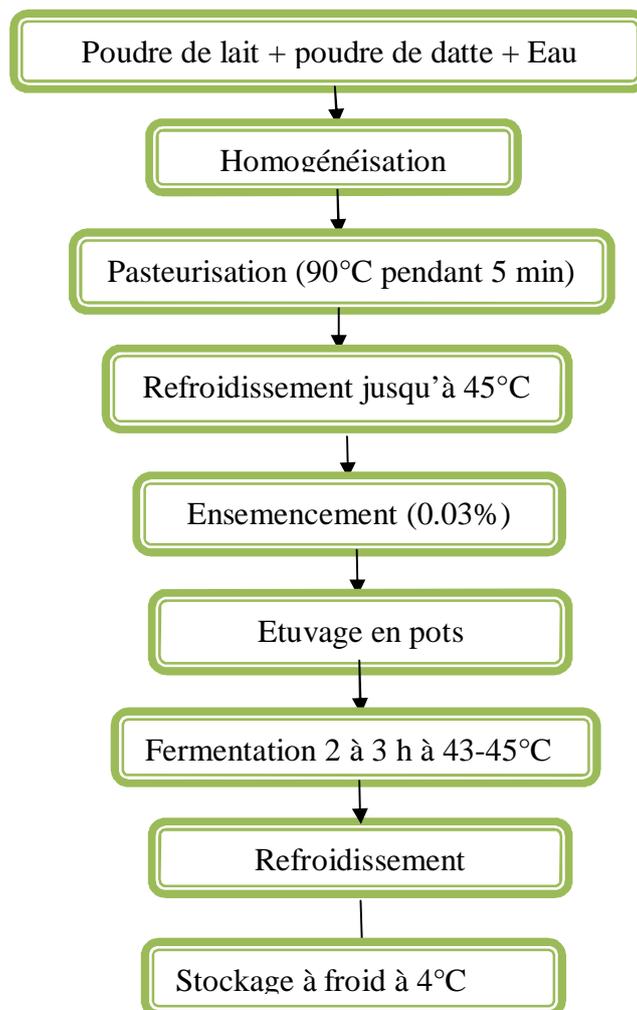


Figure V.3: Diagramme de fabrication d'un yaourt

VIII.1. Analyse physico-chimique de produit fini

VIII.1.1. Détermination de pH : Grace à un pH-mètre à 20°C.

Détermination en unité pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de yaourt a base de farine de datte.

Mode opératoire :

- Placer 10g de yaourt dans un bécher;
- on ajoute 90ml d'eau distillé;
- Procéder à la détermination du pH en prenant soins que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

VIII.1.2. Détermination de la matière grasse

Selon la méthode de Gerber

Mode opératoire :

- Placer 20g de yaourt dans un bécher ;
- Ajouter 20 ml d'eau distillé ;
- Ajouter 10ml d'acide sulfurique (digestion) ;
- Ajouter 1ml d'alcool a la surface ;
- Centrifugation a quelqueux minutes ;
- La lecture.

VIII.1.3. Détermination de la matière sèche

Grace à un dessiccateur

Mode opératoire

- Placer dans une capsule 20g de yaourt à base de farine de datte ;
- Etalonner bien dans la capsule ;
- Placer dans le dessiccateur pendants 10min à une température de 105°C
- La lecture.

VIII.1.4. Acidité titrable

Mode opératoire

- Placer 20g de yaourt à base de farine dans un bécher ;
- Ajouter 20ml d'eau distillé ;
- Ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine comme indicateur ;
- Titrer grâce à une solution de soude N=0,1 jusqu'à la disparition de la couleur de l'indicateur
- La lecture.

VIII.2. Analyse microbiologique

Objectif

Le contrôle microbiologique a pour but de garantir à la fois une bonne qualité hygiénique et Pour voir le développement et l'effet des bactéries lactiques . Le tableau V.3, résume l'ensemble de germes recherchés et dénombrés (Guirand, 1998).

Tableau V.4 : Analyses microbiologiques

Germes recherchés	Milieus utilisés	T°C d'incubation	Durée d'incubation
Coliformes totaux	BCPL	37°C	24h
Coliformes fécaux	Schubert	44°C	24h
<i>Staphylococcus aureus</i>	Chapman	37°C	24/48h
Salmonelles	BLMT+SFB+ Hecktoen	37°C	72h
Levures et moisissures	Sabouraud	20°C	3 à 5 jours
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	MRS	37°C	72h
<i>Streptococcus thermophilus</i>	M17	37°C	24h

VIII.1. Préparation de dilution mère et dilution décimales

❖ Dilution mère

Dans notre cas solide, introduire aseptiquement 10g de produit (yaourt à base de rebut de datte) à analyser dans un bocal stérile préalablement taré contenant préalable 100ml de diluant (TSE). Homogénéiser. Cette dilution constituée alors la dilution mère (DM) qui correspond donc a la dilution 10^{-1} .

❖ Dilutions décimales

- Introduire ensuite aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile 1ml de la dilution mère dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution sera alors au 10^{-2} .
- Introduire par la suite 1ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9ml du même diluant : cette dilution sera alors au 10^{-3} .

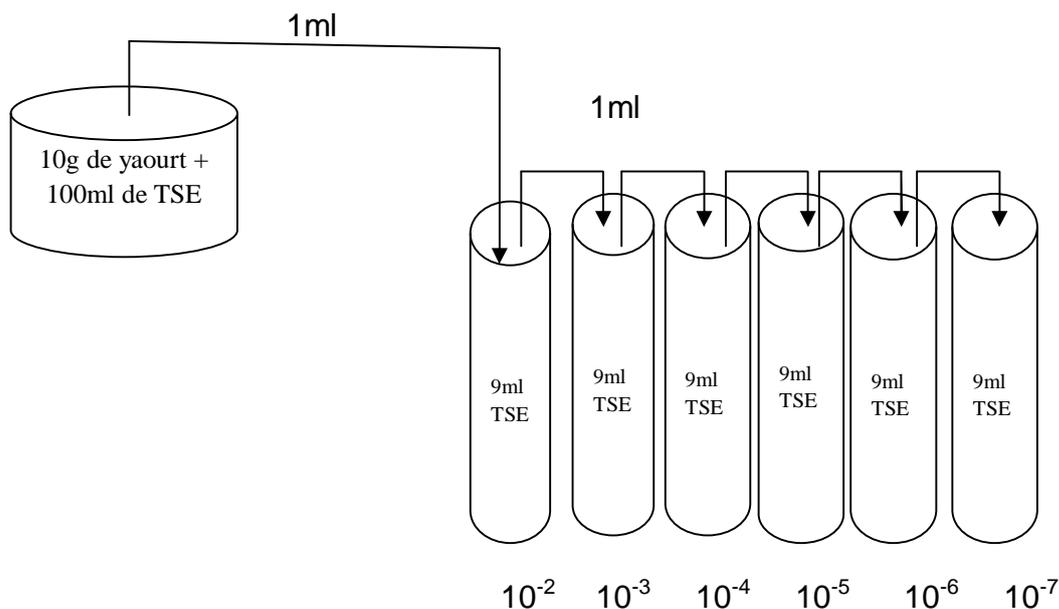


Figure V.4 : Préparation de la dilution mère et dilution décimales.

VIII.2. Recherche et dénombrement des bactéries lactiques thermophiles

❖ Matériel :

- Boite de pétries stériles ;
- Pipettes pasteur ;
- Etuve ;
- Bec bunsen ;
- Bain marie.
- L'huile de paraffine pour crier l'anaérobiose.

❖ Milieu de culture :

- Gélose MRS (Gélose de Man, Rogosa, Sharpe)
- Gélose M17.

VIII.2.1. *Lactobacillus bulgaricus*

❖ Mode opératoire :

- Prendre sept boites de pétries stériles et poser 20ml de gélose MRS dans chaque boites. (voire la composition de MRS dans l'annex).
- Laisser refroidir, jusqu'à la gélose devient solide ;
- A partir des sept dilutions décimales 10^{-2} ... 10^{-7} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boite de pétrie vide préparée à cet usage et numérotée.
- Puis ajouter une petite quantité de l'huile de paraffine pour chaque boite.

▪ Incubation :

Les boites seront incubées pendant 72h à une température de 37°C

▪ Dénombrement :

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussées sur les boites en tenant compte les facteurs suivants :

- Ne dénombrer que les boites contenant entre 15 et 300 colonies ;
- Multiplier toujours le nombre trouvé par l'inverse de sa dilution.

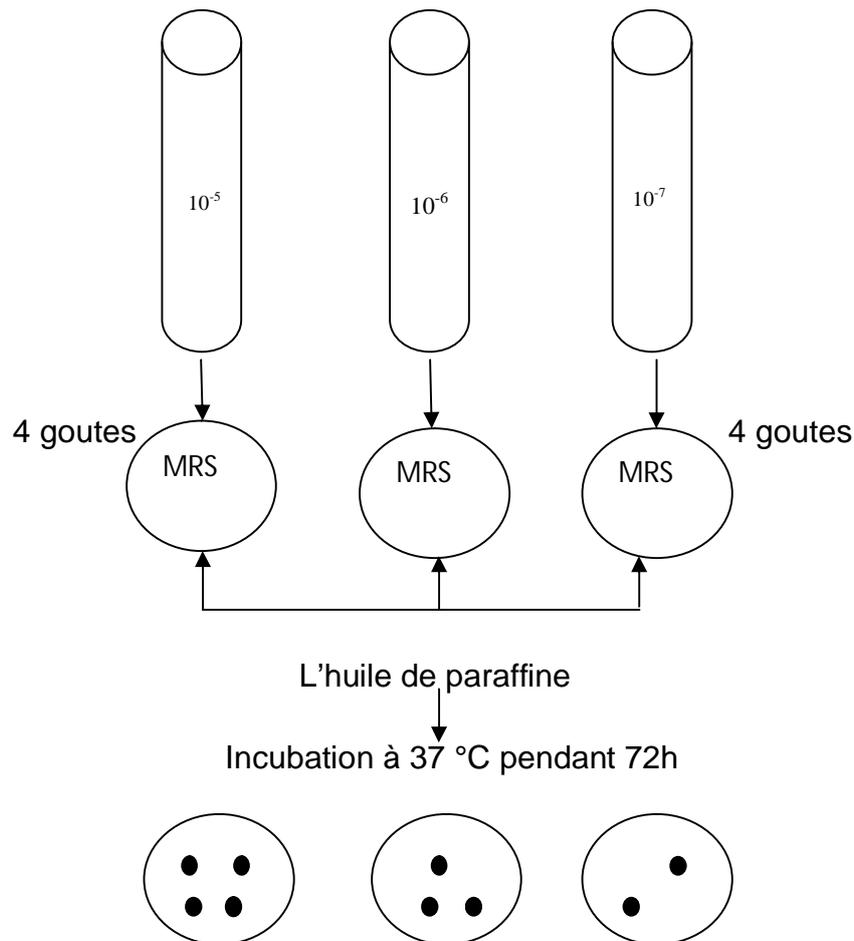


Figure V.5 : Recherche et dénombrement des bactéries lactiques thermophiles (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*).

VIII.2.2. *Streptococcus thermophilus*

❖ Mode opératoire :

- Prendre sept boîtes de pétries stériles et poser 20ml de gélose M17 dans chaque boîtes. (voire la composition de M17 dans l'annex).
- Laisser refroidir, jusqu'à la gélose devient solide ;
- A partir des sept dilutions décimales 10^{-2} ... 10^{-7} , porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétrie vide préparée à cet usage et numérotée.

❖ Incubation :

Les boîtes seront incubées pendant 24h à une température de 37°C

Dénombrement :

Il s'agit de compter toutes les colonies ayant poussées sur les boîtes.

Chapitre VI

Résultats et discussions

Chapitre VI : Résultats et discussions

I. Caractéristiques morphologiques de datte entière Mech-Degla

Les caractéristiques morphologiques sont réalisées sur 10 fruits de la datte étudiée sont présentées dans le tableau VI.1.

Tableau VI.1 : Les caractéristiques morphologiques de la datte étudiée (Mech-Degla).

		
✓	Forme de fruit : —————→	Ovoïde
✓	Couleur de la pulpe épicarpe : —————→	marron peu prononcé.
✓	Couleur du mésocarpe : —————→	blanche.
✓	La consistance : —————→	Sèche.
✓	Texture : —————→	Fibreuse farineuse.
✓	Couleur du noyau : —————→	Marron.
✓	Masse totale du fruit (g) : —————→	5,5-6,5.
✓	Masse de la pulpe (g) : —————→	4-5.
✓	Masse du noyau (g) : —————→	1-2.
✓	Longueur (cm) : —————→	3-3,5.
✓	Largeur (cm) : —————→	1,5-2.

Le tableau VI.1 ressort que la forme de Mech-Degla est de forme ovoïde, d'une couleur marron et d'une consistance sèche. La variété Mech-Degla présente une masse en datte et en pulpe varie entre (5,5-6,5 g) et (4-5g) respectivement. La longueur et la largeur sont variées entre 3-3,5cm et de 1,5-2cm respectivement.

Selon Meligi et Saurial. (1982) ; Mohamed et *al.* (1983) ; Acourene et *al.* (2001), une datte est dite de qualité physique acceptable quand :

- Le poids de la datte entière est supérieur ou égal à 6g ;
- Le poids de la datte (pulpe) est supérieur ou égal à 5g ;
- La longueur est supérieur ou égal à 3,5 cm ;
- Le diamètre est supérieur ou égal à 1,5 cm.

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

II. Compositions biochimiques de la datte variété sèche : « Mech-Degla »



Figure VI.1 : Variété sèche : « Mech-Degla » (Bacha, 2008).

Tous les résultats sont la moyenne de 3 répétitions.

Les résultats relatifs à l'analyse biochimique de la pulpe de datte variété sèche utilisée, « Mech-Degla » dans notre étude sont présentés dans le Tableau VI.2 :

Tableau VI.2 : Composition biochimique de la datte variété sèche (Mech-Degla).

Les composants.	La teneur (%) du poids frais
Teneur en eau	13,1
Sucres totaux	62,89
Sucres réducteurs	20,92
Saccharose	41,27
Protéines (6,25 x N%)	1,57
Cendre	1,73

II.1.La teneur en eau

L'humidité nous permet de déterminer la teneur en matière sèche par rapport au poids totale, et d'exprimer les constituants biochimiques en % de la matière sèche. La teneur en eau de la datte utilisée dans notre expérience est de 13,1, cette valeur est comparable à celle donnée par Benflis (2006); Noui (2007) ; Benamara et *al.* (2007), avec des teneurs de 13,1, de 14,15% et de 14,71%, cette faible teneur en eau permet une bonne conservation du produit pendant une longue durée.

II.2. Le pH

Le pH est un paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (Giddey, 1982 ; Gatel, 1982 ; Brissonet et *al.*, 1994). Ainsi, un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures.

Le pH de l'extrait de datte est l'égerment acide, il est de 5,5. Cette valeur est légèrement inférieur à celle donnée par : Soltani (2007) et Noui (2007), avec des valeurs de 5,56 et de 6,14. Il peut donc favoriser la multiplication des levures et moisissures et parallèlement freine le développement des bactéries à l'exception des acidophiles.

II.3. Teneur en sucres

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

De nombreux auteurs, dont Munier, (1973) ; Nixon et *al.* (1978), Sawa et *al.* (1983) s'accordent sur le fait que les sucres des dattes varient en fonction de la variété considérée, du climat et du stade de maturation. Les résultats rapportés par différents auteurs dépendent en partie de la méthode utilisée. Néanmoins, tous s'accordent à dire que les teneurs en sucres totaux des dattes sont de l'ordre de 60 à 80%.

II.3.1. Teneur en sucres totaux

L'extrait de datte utilisé dans notre expérience possède une teneur de 62,89 % du poids frais, cette valeur est obtenue par la méthode Dubois.

Cette teneur est conforme aux résultats donnés par : Soltani (2006) et Noui (2007), avec des valeurs de l'ordre de 70,66 %, et sont supérieur à celles données par Benflis (2006), avec une teneur de 52,79 % du poids frais.

Généralement, la valeur trouvée montre la richesse de la datte en sucres totaux, ce qui constitue un substrat favorable à la multiplication des levures.

II.3.2.Teneur en sucres réducteurs

D'après le Tableau VI.2, la teneur de la datte sèche : «Mech-Degla » en sucres réducteurs (glucose et fructose), déterminés par la méthode de Fehling, est de 20,92 % du poids frais. Cette teneur est conforme aux résultats donnés par plusieurs travaux : Belguedj (2002), Benflis (2006) et Soltani (2007), avec des valeurs de 16,64 % à 20,92%.

II.3.3 : Teneur en Saccharose

Les résultats que nous avons obtenus montrent que la datte sèche : « Mech-Degla », est riche en saccharose. En effet, les résultats obtenus par la formule sont est de 41,27 % du poids frais. Ce taux, est conforme aux résultats donnés par plusieurs travaux donnés par Belguedj (2002), Ersin et *al.* (2004) et Soltani (2007), avec des valeurs de 42 % à 54,74 %. Selon Dowson et Aten, (1963), les dattes molles sont caractérisées par un taux élevé en sucres réducteurs et les variétés sèches par un taux élevé en saccharose.

III. Teneur en protéines totales (azote Kjeldhal)

La teneur en azote total est de l'ordre de 0,2 % du poids frais, pour évalué le taux en protéine, nous avons utilisé le coefficient de conversion 6,25, la teneur en protéines à été estimée à 1,57 g / 100g de matière fraîche. Certains auteurs ont rapporté des teneurs en protéines relativement faibles, effet, Al-Farsi et *al.* (2006), qui a trouvé des valeurs de 0,52 à 1,41 g/100 g du poids sec dans des variétés sèches; Boudraa (2004), qui donne une valeur de 1,09 g/100g du poids frais.

IV. Teneur en cendres

Le taux des cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans l'échantillon. La teneur moyenne trouvée dans notre échantillon est de 1,73 % du poids frais, nous pouvons dire que cette dernière est conforme à celle donnée par : Yousif et *al.* (1982), Belguedj (1996) et Noui (2007), avec des teneurs respectives de 1,92 %, 1,9 % et 2 %. Cette valeur élevée explique la richesse de la variété Mech-Degla en éléments minéraux.

V. Teneur en éléments minéraux

Les résultats des éléments minéraux que nous avons dosés dans notre échantillon sont mentionnés dans le Tableau VI.3.

Tableau VI.3 : Teneurs en éléments minéraux de la datte sèche : « Mech-Degla »

Éléments minéraux.	Potassium	Sodium	Phosphore
Teneur en mg / 100 g du poids frais	780,01	43,20	64,86

Le potassium :

Comme le montre le tableau VI.3, la teneur moyenne enregistrée en potassium est de l'ordre de 780,01 mg / 100 g du poids frais. Cette valeur est supérieure à celle résultats donnée par : Chibane et *al.* (2007), qui ont trouvé une valeur de 678 mg / 100 g du poids sec de la datte sèche. Cette différence peut s'expliquer par l'influence des conditions climatiques.

Le sodium :

La teneur de la pulpe de datte en sodium est de l'ordre de 43,20 mg/100 g du poids frais, valeur élevée par rapport à celle donnée par : Chibane et *al.* (2007), qui rapportent une teneur de l'ordre de 34 mg /100 g du poids sec. Cette différence montre que la pulpe de datte que nous avons analysée est riche en sodium.

Notre résultat est important, mais inférieur aux variétés molles telle que : Ghars donnée par : Kendri (1999), avec une valeur de l'ordre de 132,63 mg /100 g du poids sec.

Le phosphore :

La teneur en phosphore de la pulpe de datte dans notre expérience est de l'ordre de 64,86 mg/100g du poids frais. Cette valeur est conforme aux données bibliographiques, Sawaya et *al.* (1982), avec une teneur de 71,1 – 76,7 mg / 100 g du poids sec.

Les résultats que nous avons obtenus montrent la richesse de la datte variété sèche : « Mech-Degla», en éléments minéraux (phosphore, potassium, et sodium).

VI. La caractérisation de yaourt fabriqué

VI.1. Caractéristique physico-chimiques

Tous les résultats sont la moyenne de 2 répétitions.

Les cendres (Cen), l'acidité titrable (AT), matière sèche (MS) et matière grasse (MG) sont donnés dans le Tableau VI.4 : D'après les résultats données dans le tableau VI.4, le yaourt à base de farine de datte Mech-Degla et riche en cendres (0,79%). Cette valeur est inférieure à celles trouvées par Ozer et *al.* 1998. Ces dernières sont comprises entre 0,98 et 1,30% pour des yaourts à base d'un lait concentré par ultrafiltration.

Tableau VI.4 : Caractéristiques physico-chimiques de yaourt fabriqué :

Paramètres	pH	MG g/100g	MS g/100g	AT g/100g	Cen g/100g
Yaourt à base de farine de rebut de datte.	4,5	3.91	23.2	0,61	0,79

Le pH est de 4,5 ce résultat s'accorde avec celles d'Amellal et *al.* (2007), et celle annoncée par Nougounerma et *al.* (2006).

L'extrait sec est de valeur 23,2%. Il est clair que l'incorporation de poudre de datte dans le yaourt augmente l'extrait sec. Notre résultat est supérieur à celle signalé par Amellal et *al.* (2007), 21,39%.

Acidité titrable est de valeur 0,61%, ce résultat est supérieur à celle signalé par Amellal et *al.* (2007), 0,56%.

VII. Caractère microbiologique

VII.1. Dénombrement des bactéries lactiques thermophiles

Le tableau VI.5, présente les résultats de dénombrement des bactéries lactiques thermophiles (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*). Les inocula standards des deux souches lactiques sont de l'ordre de $1,3 \times 10^9$ UFC pour *Sc. thermophilus* et de $3,5 \times 10^8$ UFC pour *Lb. bulgaricus*. Ces taux sont recommandés pour la prise d'un complément alimentaire.

Le tableau VI.5 : Dénombrement des bactéries lactiques thermophiles.

Germes recherché (yaourt)	<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>	La dilution
Nombre de colonies	Indénombrable	Indénombrable	10 ⁻⁴
	Indénombrable	Indénombrable	10 ⁻⁵
	Indénombrable	Indénombrable	10 ⁻⁶
	3,5×10 ⁸ UFC	1,3 ×10 ⁹ UFC	10 ⁻⁷
Norme	≥ 10 ⁷	≥ 10 ⁷	

Les résultats concernant la flore lactique (*Lactobacillus bulgaricus* et *Streptococcus thermophilus*) sont conformes aux normes. La culture de cette flore est très satisfaisante dans le yaourt à base de farine de Mech-Degla. Ceci peut s'expliquer par la composition du milieu (yaourt à base de farine de datte étant riche en nutriments (tableau VI.4)).

Le tableau VI.6. Résultats des analyses microbiologiques (Bactéries pathogènes)

Germes pathogènes	Yaourt à base de farine de rebut de datte	Normes
Coliformes totaux	5	10/g
Coliformes fécaux	0	1/g
Levures	780	10 ² /g
Moisissures	87	Absence/g
<i>Salmonella</i>	Abs	Absence/25g

Les résultats des analyses des bactéries pathogènes, les levures et moisissures ne sont pas conforme aux normes (tableau VI.6). Ceci peut s'expliquer par l'absence de la stérilisation de la matière première (farine de Mech-Degla).

Conclusion

CONCLUSION

L'exploitation des systèmes micro-organismes/substrats intéresse actuellement la recherche, en vue d'obtention d'un produit facilement séparable du milieu. Pour cette raison, nous avons essayé de valoriser les rebuts de datte ou les dattes communes en générale et Mech-Degla en particulier (matériel végétal de cette étude) par la production des bactéries lactiques et pour cette raison on a enrichi un yaourt par la farine de rebut de datte.

Le présent travail a montré que la valorisation des dattes sèches en général et Mech-Degla en particulier, en vue de leur transformation en poudre après séchage est possible. Le but de l'opération est de ramener la teneur en eau de 13,1 à 5g/100g de matière sèche, valeur caractéristique des poudres de fruits a été atteint.

La poudre de datte obtenue a été utilisée dans un produit laitier (yaourt) puisque les objectifs fixés dans le cadre de problématique posée ont abouti :

- A voir le développement et l'effet des bactéries lactiques dans un produit enrichi par la poudre de Mech-Degla. (yaourt).
- A une substitution du sucre cristallisé dans le yaourt élaboré sachant qu'environ 70% de matière sèche de datte sont représentés par des sucres ;
- A l'enrichissement du yaourt formulé par différents minéraux.

Les résultats les plus intéressants au terme de ce travail sont :

-La caractérisation morphologiques et physico-chimiques (masse volumique, épaisseurs, couleur,...). Le poids moyen de la datte entière de Mech-Degla varie entre 6 et 7g, celui de la pulpe est de l'ordre de 5 et 5,6g. Une datte est dite par ailleurs de qualité physique acceptable quand elle présente :

- Un poids supérieur ou égal à 6g ;
- Le poids de la pulpe supérieur ou égal à 5g ;

La datte étudiée est une variété sèche car elle présente une teneur en eau inférieure à 26%.

On note que la Mech-Degla présente un pH de 5,5.

Les sucres sont les constituants les plus importants dans la datte (soit 62% de la matière fraîche). Ils sont également responsables de la douceur de l'aliment.

.....**Conclusion**.....

La Mech-Degla est riche en minéraux à raison de 780,01 mg/100g de Potassium, 43,20 de sodium et 64,86 de phosphore.

-Les bactéries lactiques présentent une bonne croissance dans le produit enrichi par la farine de datte soit à raison de $1,3 \times 10^9$ UFC pour *Sc. thermophilus* et de $3,5 \times 10^8$ UFC pour *Lb. acidophilus*.

D'après les résultats de cette présente étude, il est possible de produire un yaourt sucré, aromatisé, coloré naturellement et riche en élément minéraux par utilisation de la poudre de datte comme ingrédient naturel.

En perspectives il serait intéressant d'étudier les points suivants:

- Valorisation de d'autres variétés de dattes sèches locales pour une application technologique;
- Possibilité de combinaison des différentes poudres des variétés sèches ;
- Proposition d'autres utilisations possibles de la poudre en biotechnologies (substrat de fermentation, boulangerie...);
- Réalisation d'une étude économique.

Références
Bibliographiques

Références bibliographiques

- **Accolas J.P., Bloquel R. Didienner R. et Regnier J. (1977).** Propriétés acidifiantes des bactéries lactiques thermophiles en relation avec la fabrication du yaourt. Lait, 57, 561-562.
- **Accolas J.P., Hemme D., Desmazeaud M.J, Vassal L., Bouillane C. et Veaux M. (1980).** Les levains lactiques thermophiles Propriétés et comportement en technologie laitière. Lait, 60,487-524.
- **Acouren, S., Tama, M., 1997.** Caractéristique physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. *Recherche Agronomique*, N°1. Ed. INRAA, 59-66.
- **Acourene, S., Buelguedj, M., Tamma, M., Taleb, B., 2001.** Caractéristique, 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, 19-39.
- **Al-Farsi M., Moris A., Baron M., 2006.** Functional Proprietes of dates (*Phoenix dactylifera*).Acta Horticultrae 736, P : 479-484.
- **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, 719-721.
- **Albert L., 1998.** La santé par les fruits. Ed. VEECHI, 44-74.
- **Alias C., (1984)**-Science du lait. Principe des techniques laitières.4ème édition, Paris, 812.
- **Amoroso M.J, Manca de Nadra M.C et Olivier G. (1988).** Glucose, galactose, fructose, lactose and sucrose utilization by *Lactobacillus bulgaricus* and *Streptococcus thermophilus* isolated from commercial yoghurt *Milchwissenschaft*, 43, 10, 626-631.
- **Amellal A., 2008.** Aptitudes technologique de quelques variétés communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse doctorat. Université Boumerdes. Algérie.
- **Anonyme, 2002.** Statistiques agricoles: Superficies et productions. Ministère de l'agriculture et du développement rural. Série A, 5-6.
- **Audigié D., Dupont G., Zonszain T., 1978.** Manipulation d'analyse biochimique. Ed. Doin. Paris, p : 27-74.

- **Bacha A.**, 2008. Production et étude de l'activité de l'invertase produite par la levure *saccharomyces cerevisiea* sur substrat a base de datte. Thèse Magister. Université de Batna. Algérie.
- **Belguedj 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.
- **Benattia A.**, 1990. Valorisation des rebus de dattes, composition chimique de digestibilité in vitro. Mémoire d'ingénieur, Institut d'agronomie, Batna, 50p.
- **Benchabane, A.**, 1996. Rapport de synthèse de l'atelier « Technologie et qualité de la datte ». In option méditerranéennes, série A, N° 28. Séminaire méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, 205-210.
- **Booij, I., Piombo, G., Risterucci, J.M., Coupe, M., Thomas, D., Ferry, M.**, 1992. Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). Journal of Fruits, vol. 47, N°6, pp. 667-677.
- **Boughnou N.**, 1988. Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes. Thèse Magistère : I.N.A, El-Harrache, Alger.
- **Bouillane C. et Desmazeaud M.J. (1980)**. Etude de l'activité acidifiante de *streptococcus thermophilus* utilisées en fabrication de yaourt et proposition d'une méthode de classement. Lait, 60, 598, 458-473.
- **Buelguedj, M.**, 2001. Caractéristique des cultivars de dattes dans les palmerais du sud-est Algérien, N° 11, INRAA. El-Arrach, Alger, 289 p.
- **Cerning J. (1990)**. Exeo cellular polysaccharides produced by lactic acid bacteria F.E.M.S Microbiology Rev, 87, 113-130.
- **Chamba J.F et Prost, (1989)**. Mesure de l'activité acidifiante des bactéries lactiques thermophiles utilisées pour la fabrication des fromages à pâte cuite. Lait, 69, 419-430.
- **Cheikh.M.**, 1994. Contribution a l'étude de la production d'alcool et de vinaigre par quatre variétés de dattes communes (Degla-Biedha, Terterwite, hamaraya, et assabri) de la cuvette d'Ouargla. Thèse Ing : I.N.F.S.A Saharienne, Ouargla.
- **Chibane H., Benamara S., Noui Y., Djouab A.**, 2007. Some Physiochemical and Morphological Characterizations of Three Varieties of Algerian Common Dates. European Journal of Scientific Research. 18(1): 134-140.
- **Cook, J.A., Furr, J.R.**, 1952. Sugars in the fruits of soft, semi-dry and dry commercial date varieties. Date Grower's Institute Report, 29, pp. 3-4.
- **Dellaglio F.**, (1989)-Starters for fermented milk. Bulletin of the IDF, 277 : 7-11.

- **Dellaglio F. (1989).** Characteristic of thermophilic lactic acid bacteria. Les laits fermentés Actualité de la recherche Ed. J. Libbey Ltd., 11-18.
- **Djerbi, M., 1994.** Précis de phoeniciculture. FAO, 192p.
- **Djouab, A., 2007.** Essai de formulation d'une margarine allégée à base d'un extrait de dates Mech-Degla, Thèse de Magister, spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès. 102 p.
- **Dowson H. W., Aten A., 1963.** Récolte et conditionnement des dattes. Ed. F. Rome, 398p.
- **De Roissart H.B. (1986).** Bactéries lactiques, lait et produits laitiers. Ed. Technique et documentation Lavoisier, Paris, 3, 343-410.
- **De Roissart H.B., (1996)**-Bactéries lactique.in « lait et produits laitiers, Paris : 343 408.
- **De Simone C .Bianchi Salvadori B., Jirillo E., Baldinelli L., Difabia S. et Vesely R. (1989).** Les laits fermentés. Actualité de la recherche Ed. John Libbey, Eurotext Ltd, 63p.
- **Desmazeaud M. (1991).** Maîtrise des bactéries lactiques par la connaissance de leur métabolisme. Act du colloque lactique 91. Ed. Adria Normandie, 59-66.
- **Desmazeaud M.J., et Michel J., (1992)**-Les bactéries lactiques. (CIPIL: 201-300).
- **Espirad E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Techniques et documentation Lavoisier, Paris. Pp 147-155.
- **Estanova, P., 1990.** Note technique : Valorisation de la datte. In options méditerranéennes, série A, N°11. Système agricole oasiens. Ed. CIHEAM, 301-318.
- **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 Edition, Lavoisier, INRA Edition, 27-28.
- **Gilles, P., 2000.** Cultiver le palmier dattier .Ed. CIRAS, 110p.
- **Guiraud J., Galzy P., 1998.** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. Paris. 615 P.
- **Guyot A., (1992)**-Les yaourt (D.L.G Food, TEC: 4-11).
- **Hannachi, S., Khitri D., Benkhalifa, A., Brac de Perrière, R.A. 1998.** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. 225 p.
- **Henk, J., Zwir, E., Rik, L., 2003.** Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. *Arômes ingrédients additifs*, N°44, 42-45.

- **Imedjadj et Rahmouni, 1999.** Valorisation de deux variétés de dattes de faible valeur marchande (Degla-Beida et Ghars) par l'obtention d'un sirop. Thèse Ing : Agronomie, Blida.
- **Jaccot, B., Campillo, B., 2003.** Nutrition humaine. Ed. MASSON, Paris, 311 p.
- **Kalasapathy K. and Rybka S. (1997).** *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium spp* their therapeutique potential and survival in yourt. The Australian journaln of dairy technology, 52,28-35.
- **Konnings S., (1994)**-Mécanisme de transport des nutriments dans les bactéries lactiques In « bactéries lactiques » vol 1.ed. Lorica. Lavoisier : 198-218.
- **Larpent J.P. et M. Larpent Gourgaud, (1985)**-Elément de microbiologie Tec et Doc, Lavoisier : 380-392.
- **Larpent J.P. (1989).** Les bactéries lactiques. Microbiologie alimentaire. Ed. CDUIPA, Techniques et documentation Lavoisier Paris, 2,3-15.
- **Larpent J.P. (1991).** Les fermentations microbiennes dans les industries agro-alimentaires. Ed. CDIUPA, techniques et documentation Lavoisier. Paris, 46,1-117.
- **Larpent J.P. (1994).** Les bactéries lactiques et leur action probiotique. Ed. Techniques et documentation Lavoisier, 87-97.
- **Larpent J.P. et Bourgeois C.M. (1996).** Microbiologie alimentaire TII Aliments fermentés et la fermentation alimentaire. Techniques et documentation Lavoisier. Paris, 532p.
- **Laurent L., 1991.** Eléments minéraux. In : Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agroalimentaires. Vol 4. Ed. Lavoisier. Paris, pp : 79-79.
- **Lecoq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaire et d'expertises usuelles. Tome I. Ed. DOIN, DEREN et CIE, pp 241-251.
- **Lenoir J., Hermier J.Weber F., (1992)** Les groups microbiens d'intérêt laitier CIPIL : 30-50.
- **Linden G., 1981.** Techniques d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires. Vol II : Principe des techniques d'analyse. (Ed) Collection Science et Technique Agroalimentaire. Paris, 434 p.
- **Luquet F.M. (1986).** Lait et produits laitiers transformation et technologies 2^{ème} éditions, Techniques et documentation Lavoisier, 2, 346-347.
- **Maatalah S., 1970.** Contribution a la valorisation de dattes algérienne. Thèse Ing : I.N.A., El-Harrache, Alger.

- **Marshall V.M. et Cole W.H (1983)**. Yogurts made from single starter organisms using heat- or enzyme treated milk or milk which casein hydrolysate or sodium formate is added. *J. Dairy research*, 49, 147-152.
- **Mansouri, A., Embarek, G., Kokkalou, E., Kefalas, P., 2005**. Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Food chemistry*, 89, 411-426.
- **Matallah M.A.A., 2004**. Contribution à de la conservation des dattes variété Deglet-Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption Mémoire d'Ingénieur, Institut National D'Agronomie. EL-Harrache, 79p.
- **Mazoyer, M., 2002**. Larousse agricole, le monde agricole au XXI^{ème} siècle. Ed. Mathilde Majorel, p224.
- **Meligi M.A., Sourial G.F. (1982)**. Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grows under conditions of barrage region. Ed: First symposium on the date palm, Saudi-Arabia, 23-25 March, 212-220.
- **Mohammed S., Shabana H. R., Mawloud E. A. (1983)**. Evaluation and identification of Iraqi date cultivars. *Fruits characteristics of fifty cultivars*, 2, 27-55.
- **Munier, P., 1973**. Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve, Paris, 221p.
- **Navarr J., 1974**. Manuel d'œnologie (2^{ème} édition), Bailliere. Paris, 218 p.
- **Noui, Y. 2007**. Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Thèse de Magister spécialité génie alimentaire, Université de Boumerdès. 62 p.
- **Novel G. (1993)**. Les bactéries lactiques, microbiologies industrielles, « les micro-organismes d'intérêt industriel ». Ed. Techniques et Documentation Lavoisier, 170-330.
- **Peyront G., 2000**. Cultiver le palmier-dattier. (Ed) Groupe de recherche et d'information .Paris, pp 19-22.
- **Piard D. et Desmazeaud, (1991)**-Les levains lactiques. Propriétés et comportement en technologie laitière. *Le lait* : 487-524.
- **Pollain F., (1994)**-Evolution de la préparation commerciale des ferments lactiques. IN « Bactéries lactiques » vol 1 .ED Loria - Lavoisier : 200-218.
- **Ramet (1972)**-Aspect microbiologique et physico-chimique du chauffage du lait. *Technicien du lait. Rev*, 72P : 9-21.
- **Salmien S. et Wright A.V., (1993)**-(Information F.A.M .Station fédéral de recherche laitière, suisse).

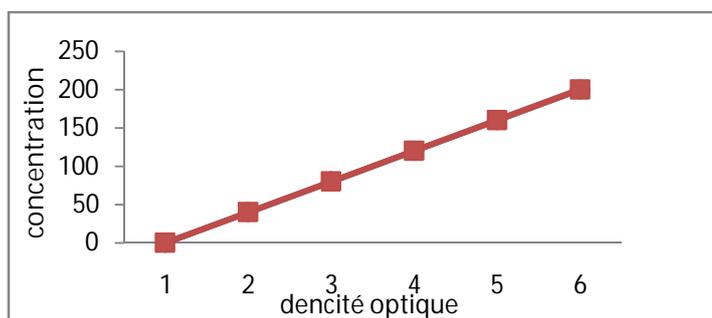
- **Schmidt J.L., Tourneur C. et Lenoir J. (1994).** Fonction et choix des bactéries lactiques T II. Ed. Loriga, 37-54.
- **Siboukeur, O., 1997.** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106 p.
- **Tamime A.Y. et Deeth H.C. (1980).** Yogurt: Technology and biochemistry. J. Food protection, 43, 12, 939-977.
- **Tabib R., 1999.** Contribution à l'étude de quelques caractéristiques morphologiques et pomologiques du fruit de quelques cultivars de palmier dattier « Phoenix dactylifera » dans la région de M'caonneche. Mémoire d'Ingénieur. Institut d'agronomie. Batna, 67 p.
- **Terre S. (1986).** Propriétés technologiquement nutritionnelles et physiologiques de *Streptococcus thermophilus* et *Lactobacillus bulgaricus* techniques laitières et marketings, 1008, 26-36.
- **Toutain G., 1979.** Elément d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed. JOUVE, Paris, 276p.
- **Vringnaud Y., (1982)**-Les ferments lactiques dans les industries alimentaires. Importance dans la flore intestinale. Supplémentaire des aliments d'allaitement en culture de ferments lactiques. Les ferments lactiques chez l'homme. Industries alimentaires et agricoles : 147-160.
- **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-Harrache, Alger, 103 p.
- **Zourari A., Accolas J.P et Desmazeaud M.J. (1992).** Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. Le lait, 72-1 – 34.

Annex

ANNEXE

1- Gamme étalon de Glucose à 0,01% pour les sucres totaux (Méthode Dubois).

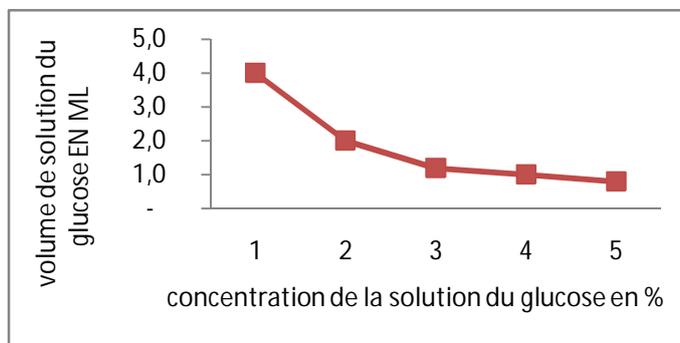
Quantité de glucose en ml	0	0,4	0,8	1,2	1,6	2
Eau distillée en ml	2	1,6	1,2	0,8	0,4	0
Concentration en $\mu\text{g/ml}$.	0	40	80	120	160	200
Densité optique.	0	0,08	0,14	0,20	0,26	0,38



Courbe étalon du glucose à 0,01 %

2- Gamme étalon du glucose 5% pour les sucres réducteurs (Méthode de Fehling).

Concentration de la solution du Glucose en %.	1%	3%	6%	9%	12%
Volume de solution de glucose en ml	4	2	1,2	1	0,8



Courbe étalon du glucose à 5%

Le mode de préparation des solutions de Fehling :

- Solution de Fehling A:

- CuSO_4 :40 g/l.
- H_2SO_4 :05 ml.
- Eau distillée :100ml.

- Solution de Fehling B :

- Tartrate double de Na et de K.....200g / l.
- NaOH :150 ml
- Eau distillée.

3- Détermination des minéraux :

Les 3 principaux minéraux déterminés sont : **le K, Na, P.**

Dosage du potassium :

Réactifs :

Solution mère de potassium à 1000 ppm (préparée à partir de KCL préalablement calciné à 500°C .Dissoudre 1,9066 g de KCL dans un litre d'eau distillée).

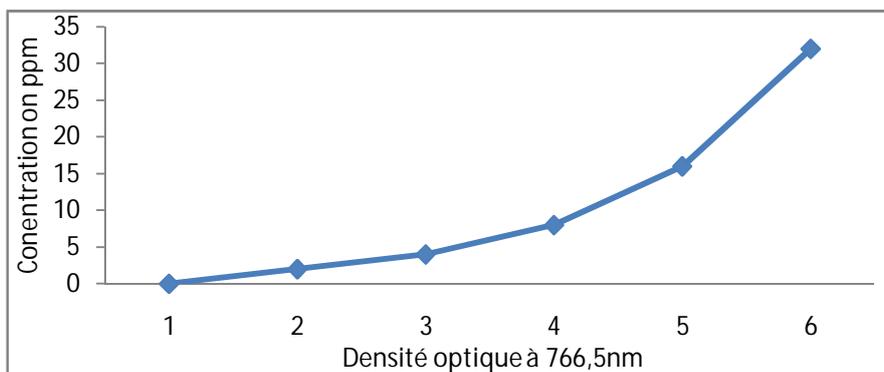
Solution de potassium à 100 ppm : dilution de la solution mère 10 fois.

Préparation de la gamme étalon :

A partir de solution fille (100 ppm), on prépare la gamme étalon comme l'indique le tableau :

Gamme étalon du potassium

N° du tube	Témoin	1	2	3	4	5
Solution de potassium (100 ppm)	0	2	4	8	16	32
Eau distillée (ml).	Compléter à 100 ml					
Concentration (ppm)	0	2	4	8	16	32
Densité optique à 766,5 nm	0	0,02	0,03	0,05	0,1	0,19



Courbe étalon du potassium.

Expression des résultats :

La teneur en potassium en mg / 100 g de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$k\% = \frac{XxUxV}{104XP'} \times 100$$

Soit :

K% : Exprimée en mg /100 g de poids sec ; **U** : Le nombre de dilution (25 fois) ;

V : Volume de la solution minéralisée (20 ml); **P** : Le poids de la matière sèche en (g);

X : La concentration calculée à partir de l'équation lue sur le graphe.

Dosage du sodium :

Réactifs :

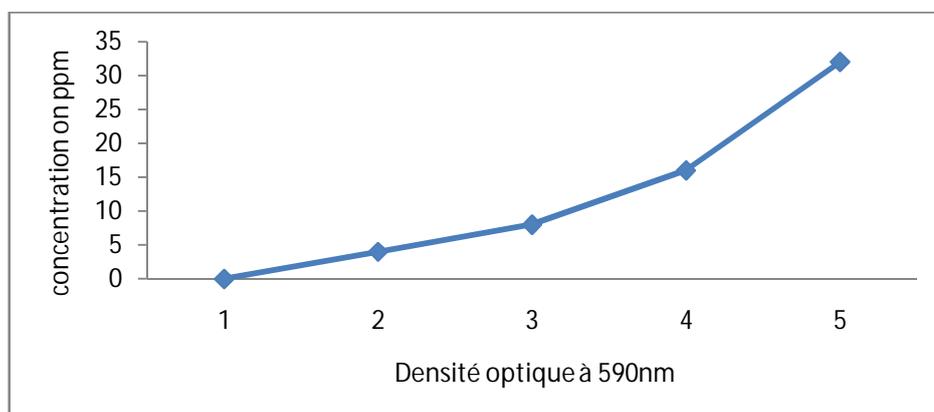
Solution mère de sodium à 1000 ppm (préparée à partir de NaCl préalablement calciné à 550°C. Dissoudre 2,5434 g de NaCl dans un litre d'eau distillée) ;

Solution de sodium à 100 ppm : dilution de la solution mère 10 fois.

Préparation de la gamme étalon :

A partir de la solution fille (100 ppm), on prépare la gamme étalon comme l'indique le tableau :

N° du tube	Témoin	1	2	3	4
Solution de sodium (100 ppm)	0	4	8	16	32
Eau distillée (ml).	Compléter à 100 ml				
Concentration (ppm)	0	4	8	16	32
Densité optique à 590 nm	0	0,01	0,016	0,028	0,05



Courbe étalon de sodium

La teneur en potassium en mg / 100 g de matière sèche est donnée par la formule suivante :

$$\text{Na\%} = \frac{\text{XxUxV}}{104\text{XP}'} \times 100$$

Soit :

Na% : Exprimée en mg /100 g de poids sec ; U : Le nombre de dilution (25 fois) ;

V : Volume de la solution minéralisée (20 ml) ;

X : La concentration calculée à partir de l'équation lue sur le graphe ;

P : Le poids de la matière sèche en (g).

Dosage du phosphore :

Réactifs :

Solution de KH_2PO_4 .

Acide ascorbique 0,1 %.

Réactif sulfomolybdique.

Mode Opératoire :

Prélever 1,5 ml de la solution à doser et mène dans un tube à essai ;

Ajouter 6,5ml d'acide ascorbique à 0,1% ;

Ajouter 2 ml de la solution de réactif sulfumolybdique ;

Mettre les tubes à essai dans un bain-marie pendant 10 mn ;

Refroidir les échantillons.

Préparation de la gamme étalon :

A partir de la solution fille (100 ppm), on porte la gamme étalon comme l'indique le tableau :

N° du tube	Témoin	1	2	3	4	5
Solution KH ₂ PO ₄ (ml)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Eau distillée (ml)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Réactif sulfumolybdique (ml)	2	2	2	2	2	2
Acide Ascorbique (ml).	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6
Concentration finale (ml).	0	0,5	1	1,5	2	2,5
Densité optique à 650 nm	0	0,19	0,39	0,63	0,74	0,99

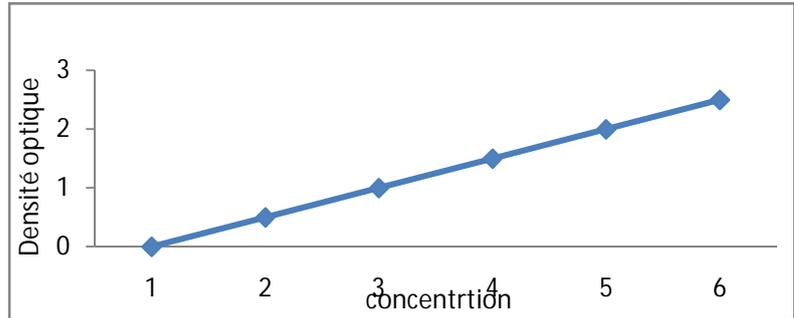


Figure N°23 : Courbe étalon du phosphore

Expression des résultats :

La teneur en phosphore en **mg / 100 g** de matière sèche est obtenu par la formule suivant :

$$P\% = \frac{X \times U \times V}{104XP'} \times 100$$

Soit :

P%: Exprimée en **mg /100 g** de poids sec ;

U : Le nombre de dilution (**25 fois**) ;

V : Volume de la solution minéralisée (**20 ml**) ;

X : La concentration calculée à partir de l'équation lue sur le graphe ;

P : Le poids de la matière sèche en (**g**).

Composition des milieux de culture

Milieux MRS	g/l
Peptone	10
Extrait de viande	10
Glucose	5
Extrait de levure	5
Phosphate dipotassique	2
Tween 80	1ml
Acétate de sodium	5
Citrate triammoniaque	2
Sulfate de Mg	0,2
Sulfate de Mn	0,05
H ₂ O distillée	1000ml

pH : 6,5

-Autoclaver à 120°C/15mn

Milieux M17

Trypton	5,0 g
Peptone de soja	5,0 g
Infusion de viande	5,0 g
Extrait de levure	2,5 g
Glycérohydrogénophosphate de sodium	19,0 g
Lactose	5,0 g

..... ANNEXE.....

Acide ascorbique	0,5 g
Sulfate de magnésium	0,25 g
Agar	11,0 g
H ₂ O distillée	1000ml
pH = 6,9	