

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université « Dr. Moulay Tahar » de Saida

FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



Mémoire présenté en vue de l'obtention

Du diplôme de Master en : Biologie

Option: Microbiologie appliquée

Par

HELALI Hanaa

RAGUEB Kaouthar

Valorisation microbiologique des dattes fermentées

Soutenu devant le jury composé de :

Président	Benreguieg Mokhtar	Grade	Université de Saida
Examineur	Halla Noureddine	Grade	Université de Saida
Promoteur	Ghellai Lotfi	MCA	Université de Saida

2020-2021

Remerciements

Nous tenons à la fin de ce travail à remercier **ALLAH** le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

Nous remercions nos parents pour tout ce qu'ils ont fait pour nous. Ils ont beaucoup sacrifié pour créer les conditions pour que nous soyons ici. Notre confession envers eux est indescriptible.

Au terme de cette étude, nous tenons à adresser nos profondes reconnaissances à toutes nos familles qui nous ont soutenues, aidées et encouragées tout au long de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos profondes reconnaissances à Monsieur : GHELLAI Lotfi

Tout d'abord d'avoir acceptée de nous encadrer, et pour nous avoir fait confiance et pour nous avoir inspiré le sujet. Ensuite pour ses conseils précieux, ses orientations judicieuses et ses directives efficaces, ainsi que Pour les réflexions avisées qu'il nous a apportées.

Nous tenons à remercier les membres de jury Messieurs BENREGUIEG Mokhtar et HALLA Noureddine qui vont charger d'examiner et corriger ce mémoire. Nous vous remercions énormément et nous sommes très heureux et fiers de présenter notre travail devant des professeurs ainsi Compétents comme vous, merci beaucoup encore.

Enfin un remerciement particulier à HELALI Chahinez pour ses aides.

ملخص

مكن أن يشكل التحويل البيولوجي للمنتجات الثانوية من بستان النخيل مشروعًا مستقبليًا لتعزيز وتنمية الزراعة الصحراوية في الجزائر ودول شمال إفريقيا. يتيح تحويل التمور من خلال العمليات التقنية الحيوية الحصول على منتجات ذات قيمة مضافة جديدة يسهل تسويقها مثل العصائر والكحول والخمائر وغيرها. من بين عمليات التكنولوجيا الحيوية، يلعب التخمر الكحولي، الذي يحول السكريات الموجودة في المادة الضرورية إلى إيثانول، دورًا رئيسيًا. في هذه المخطوطة نهتم بالتقييم الميكروبيولوجي للتمور المخمرة. تناولت الدراسة الببليوغرافية فصلين:

I / التمور و التخمر الميكروبي

II / ميكروبيولوجيا التمور المخمرة

الكلمات المفتاحية: التمور، التخمر، الكحول، البيوايثانول.

Résumé

La bioconversion des sous-produits issus de la palmeraie dattier pourra constituer un projet d'avenir pour la valorisation et le développement de l'agriculture saharienne de l'Algérie et les pays du nord-africain. La transformation des dattes par des procédés biotechniques permet d'obtenir de nouveaux produits à valeur ajoutée facilement commercialisables tels que les sirops, les alcools, les levures et autres. Parmi les procédés biotechnologiques, la fermentation alcoolique permettant de transformer les sucres du moût en éthanol joue un rôle primordial.

Dans ce manuscrit nous nous sommes intéressés à la valorisation microbiologique des dattes fermentées. L'étude bibliographique a porté sur deux chapitres :

I/Dattes et fermentation microbiennes

II/ Microbiologie des dattes fermentées

Mots clés : Dattes, Fermentation, Alcool, Bioéthanol.

Summary

The bioconversion of by-products from the date palm grove could constitute a future project for the enhancement and development of Saharan agriculture in Algeria and North African countries. The transformation of dates by biotechnical processes makes it possible to obtain new, easily marketable value-added products such as syrups, alcohols, yeasts and others. Among the biotechnological processes, alcoholic fermentation, which transforms the sugars in the must into ethanol, plays a key role.

In this manuscript we are interested in the microbiological valuation of fermented dates. The bibliographic study covered two chapters:

I / Dates and microbial fermentation

II / Microbiology of fermented dates

Keywords: Dates, Fermentation, Alcohol, Bioethanol.

Tables des matières

Introduction :	1
Chapitre I : dattes et fermentations microbiennes	2
1. Généralités sur le palmier dattier	2
2. Historique	3
3. Répartition géographique du palmier dattier	4
3.1 Dans le monde	4
3.2 En Algérie	5
4. Exigences climatiques du palmier dattier	6
4.1 Températures	6
4.2 Lumières	6
4.3Eaux	6
4.4 Sols	7
4.5 Humidités	7
5. Systématique de phœnix dactylifera	7
6. Écologie	8
7. Économie	8
8. Description botanique	8
8.1 Système racinaire	9
8.2 Système végétatif	9
9. La datte (le fruit)	11
9.1 Définition	11
9.2 Formation et maturation de la datte	12
9.3 Classification	13
9.4 Les variétés des dattes	14
9.6 Composition biochimique de la datte	15
9.7 Valeur nutritionnelle et vertus thérapeutique de la datte	17
9.8 Technologie de la datte et sa valorisation	18
9.9 Les microorganismes impliqués dans la détérioration des dattes	19
9.10 Production local des dattes	21
9.11 Conservation des dattes	21
10. La fermentation microbienne	23
10.1 Définition de la réaction de la fermentation	23
10.2 La fermentation alcoolique	25
10.3 Autres types de fermentation	33

11. Transformation technologique de datte	35
11.1 Confiture de datte	36
11.2 Farine ou poudre de datte.....	37
11.3 Pâte de datte	37
11.4 Sucre de datte	38
11.5 Gelée de datte	38
11.6 Jus de datte	38
11.7 Yaourt de datte.....	39
11.8 Sirop de datte	39
11.9 Fabrication du charbon actif	39
11.10 Aliments de bétail.....	39
11.11 Utilisation dans l'environnement	40
Chapitre II : Propriétés de vinaigre de datte.....	41
1. Définition de vinaigre.....	41
2. Histoire de production du Vinaigre	41
3. Définition et réglementation.....	42
4. Composition du vinaigre	42
5. Différents types de vinaigres	43
6. Technologie du vinaigre	43
7. La fermentation alcoolique.....	45
8. La fermentation acétique	46
9. Importance économique du vinaigre	47
10. Vinaigre traditionnel de dattes.....	47
11. Cultivars utilisés pour la production du vinaigre traditionnel	48
12. Utilisation de vinaigre	49
12.1 Les vertus thérapeutiques de vinaigre	49
12.2 Utilisation en cuisine	49
12.3 Usage domestique.....	49
12.4 Usage traditionnel et effets thérapeutiques des dattes	49
13. Les majeurs groups microbiens impliqués dans les produits traditionnels fermentés.....	50
13.1 Bactéries	50
13.2 Levures	51
13.3 Champignons filamenteux (Moisissures)	51
13.4 La qualité microbiologique des dattes	52
14. Microflore associées aux dattes.....	52
14.1 Études de la diversité microbienne des dattes	52

14.2 Les vertus thérapeutiques de vinaigre	54
14.3 Utilisation en cuisine	54
14.4 Usage domestique.....	54
14.5 Usage traditionnel et effets thérapeutiques des dattes	55
Conclusion.....	56
Références	57

Liste de figures

Figure 1: Phoenix dactylifera L (Bouguera et al, 2003)	4
Figure 2: Carte de répartition géographique du genre Phoenix dans le monde (Anonyme 01, 2020)...	5
Figure 3: Carte de répartition des zones de culture de palmier dattier en Algérie (El Barnaoui, 2016).	6
Figure 4: Palme (Munier, 1973).....	10
Figure 5: Schéma de datte et de son noyau (Belguedj, 2001).....	12
Figure 6: Stades de maturations des dattes https://docplayer.fr/20253647-Essai-d-elaboration-d-une-boisson-petillante-a-base-des-dattes-a-faible-valeur-marchande.html	13

Liste de tableaux

Tableau 1 : Composition approximative de Saccharomyces cerevisiae en ions métalliques, besoins et limites dans le milieu (Ingledeu W.M, 1999).....	29
Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques de l'éthanol comme combustible liquide (Walker Graeme M., 2011)	31
Tableau 3 : Les principales fermentations microbiennes (Branger, 2008).	43

Liste des abréviations

ARN	Acide Ribo Nucléique
ATP	Adenosine-triphosphate
Pi	Phosphate inorganique
ADP	Adenosine-diphosphate
NAD	Nicotinamide adenine dinucleotide
CO2	Dioxyde de carbone
S.cerevisiae	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
CRP	Charançon rouge des palmiers

INTRODUCTION



Introduction :

La datte fruit de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) a toujours été depuis des temps immémoriaux un élément important de l'alimentation tant pour les humains que pour les animaux. Sa production mondiale s'élève à plus de 58 millions de tonnes plaçant ainsi l'Algérie au 4ème rang des producteurs de dattes avec 47000 t/an, dont 30% sont des dattes communes à faible valeur marchande, pour la plupart destinées à l'alimentation du bétail (FAO, 2017).

Malheureusement, cette matière première est peu ou pas transformée dans le Sud du pays car il existe peu d'industries qui sont spécialisés dans la transformation des produits agricoles.

Les produits issus de la fermentation des dattes, tel que le vinaigre, peuvent être obtenu industriellement ou traditionnellement on se basant sur des procédés biologiques faisant appel à des microorganismes spécifiques tels que les bactéries acétiques et levures. Ces produits fermentés sont très demandés par le consommateur car ayant des propriétés thérapeutiques et nutritionnelles reconnues.

La technologie de la datte recouvre toutes les opérations, qui de la récolte à la commercialisation, ont pour objet de préserver toutes les qualités de fruits et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommables, à l'état, en divers produits, bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie. Les transformations subies par les dattes sont de deux ordres. Elles ont pour but, soit d'augmenter la valeur marchande de la datte ou pulpe de datte saine, en fabriquant un produit de confiserie, telles que les dattes fourrées, ou confiseries à base de datte telles que les jus des dattes, soit de récupérer un sous-produit non consommable en l'état, telle qu'une datte abîmée, voire en cours de fermentation. Aussi, plusieurs produits à base de dattes, occupent une place sur le marché. Le sirop de dattes appelé communément : Robb, fabriqué avec n'importe quelle datte de qualité secondaire, est un produit stable d'une couleur brune. Plusieurs travaux ont étudié l'activité antibactérienne des dattes et dérivés. **RODRIGUEZ et al., (2007)**, attribuent cet effet à la présence de l'acide caféique ; **COWAN (1999)** a rapporté que les différents polyphénols, essentiellement les tanins et les flavonoïdes peuvent augmenter la toxicité des extraits de dattes envers les microorganismes.

Ce mémoire a pour objectif d'établir un aperçu bibliographique général sur la valorisation microbiologique des dattes fermentées. Le manuscrit comporte deux chapitres portant sur :

I/ Dattes et fermentations microbiennes.

II/ Microbiologie des dattes fermentées.

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE



Chapitre I : Dattes et fermentations microbiennes

1. Généralités sur le palmier dattier

Le nom scientifique du palmier dattier *Phoenix dactylifera* L, provient du mot « Phoenix » qui signifie dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec « dactylos » signifiant les fruits du palmier en forme de doigt (**Djerbi, 1994**).

Le palmier-dattier était primitivement cultivé dans les zones arides et semi-arides chaudes de l'Ancien Monde (**Bendjeloul, 2014**). C'est une plante qui nécessite pour sa croissance et la production des températures supérieures à 30° C et une forte luminosité ; elle est donc bien adaptée aux régions arides et semi-arides chaudes (**Fernandez et al., 1995**).

Phoenix dactylifera est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Palmaceae, et à la sous-famille des Coryphineae. Cette famille compte environ 235 genres et 4000 espèces (**Munier, 1973**).

Comme toutes les espèces du genre Phoenix, il existe des arbres mâles appelés communément dokkars ou pollinisateurs et des arbres femelles Nakhla (**CHAIBI., 2002**).

Le palmier dattier constitue de 3 parties : un système racinaire, un organe végétatif composé du tronc et de feuilles et un organe reproductif composé d'inflorescences mâles ou femelles (**Sedra, 2003**).

Le palmier dattier commence à produire les fruits à un âge moyen de cinq années, et continue la production avec un taux de 400-600 kg/arbre/an pour plus de 60 ans (**IMAD et al., 1995**).

D'après **Toutain (1979)**, le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien. En raison de ses utilités alimentaires, écologiques, sociales et économiques, le palmier dattier est l'arbre fruitier le plus apprécié par les populations des oasis (**Tirichine, 2010**).

D'autre part, le palmier dattier est une espèce bien adaptée au climat saharien et subsaharien. Sa présence dans ces zones lui confère un rôle écologique. En effet, il limite la progression des espèces désertiques. De même il contribue à limiter les dégâts d'ensablement dans les oasis (**Benahmed, 2007**). La culture de palmier dattier revêt une importance socio-économique certaine particulièrement dans les pays du Maghreb, du Moyen orient et de l'Asie orientale : c'est ainsi que la datte est considérée comme l'aliment de base des populations des déserts du Moyen orient (**Estanove, 1990**).

2. Historique

La nomenclature a été proposée par **Linné en 1934**. Le mot Phœnix est dérivé du nom du dattier chez les Grecs antiques qui l'ont considéré comme l'arbre des Phéniciens (du grec «Phoen» rouge sang, caractéristique de la couleur de leur peau) ou Phéniciens. Alors que «Dactylifera » vient du latin « dactylus» originaire du grec « daktylos» signifiant doigt par ressemblance avec la forme de la datte fruit du dattier (**Bezato, 2013**).

L'arbre palmier dattier est qualifié par plusieurs nominations en fonction de la langue considérée ainsi, il est nommé : palmier dattier en Français, Nakhla en Arabe, Tamar (Hébreu), Palmadatilera (Espagnol), Palma daterro (Italien), Manah (Persan). Dans la nomenclature vernaculaire Berbère on rencontre les désignations suivantes : Tazdaït, Tanekht, Tainiout (selon les régions Algériennes) (**Bouziane et Abdelli, 2017**).

Les palmiers les plus anciens remontent au miocène. Le palmier dattier a été cultivé dans les zones chaudes entre l'Euphrate et le Nil vers 4500 ans avant J.C. De là, sa culture fait introduite en Basse Mésopotamie vers l'an 2500 ans avant J.C. puis, elle progressa vers le Nord du pays et gagna la région côtière du plateau Iranien puis la vallée de l'Inde (**Munier, 1973**). Après l'Egypte, les techniques culturales du dattier gagnèrent la Libye puis se propagèrent d'abord vers les autres pays du Maghreb comme la Tunisie, l'Algérie et le Sud Marocain et arrivèrent ensuite dans l'Adrar Mauritanien (**Fig. 1**).

De nombreux fossiles de palmiers ont été découverts en Europe sur des terrains datant de l'Oligocène au Miocène. Cet arbre a été toujours vénéré par toutes les civilisations de la Méditerranée, ainsi il a été symboliquement pris en guise d'arbre de vie, de fécondité et du succès (**Baali, 2012**).

Actuellement la culture du dattier s'étend dans l'Hémisphère Nord préférentiellement dans les régions arides et semi-arides chaudes (**Quinten, 1995**).



Figure 1: *Phoenix dactylifera L* (Bouguera et al., 2003)

3. Répartition géographique du palmier dattier

3.1 Dans le monde

La culture du palmier dattier est localisée principalement dans les régions arides au sud de la méditerranée et dans la frange méridionale du proche Orient depuis le Sud de l'Iran à l'Est jusqu'à la côte atlantique de l'Afrique du Nord à l'Ouest, entre les latitudes 35° Nord et 15° Sud. (Baali, 2012). L'Espagne est le seul pays d'Europe qui produit des dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche, située à l'Ouest d'Alicante à 39° Nord. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine, en Australie et dans les Etats-Unis d'Amérique (Ghnabzi et Merghani, 2019).

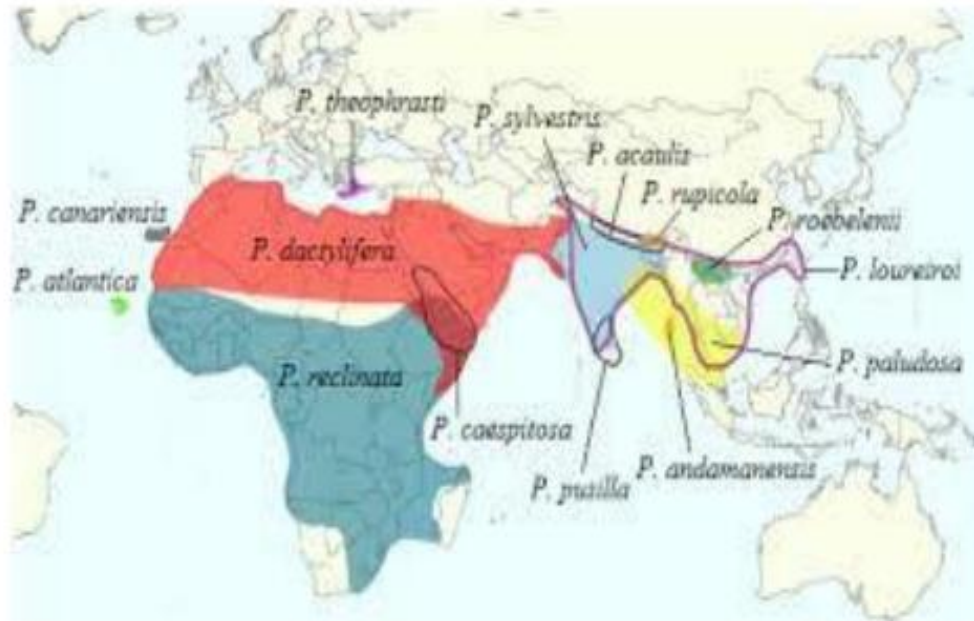


Figure 2: Carte de répartition géographique du genre Phoenix dans le monde (Anonyme 01, 2020)

3.2 En Algérie

L'Algérie est un pays phoenicicole classé au sixième rang mondial et au premier rang au Magreb pour ces grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de palmeraies et sa production annuelle moyenne allant jusqu'à 500 000 tonnes. (Bougandoura et al, 2010).

En général les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-Est du Sahara au niveau des oasis. Le palmier dattier est cultivé au niveau de 17 wilayas seulement, pour une superficie de 120830 hectares, cependant 4 wilayas représentent 83,6% du patrimoine phoenicicole national : Biskra 23%, Adrar 22%, El-oued 21% et Ouargla 15%. La distribution des cultivars principaux montre une répartition est-ouest très marquée. Une cinquantaine de cultivars se trouvent dans deux ou trois régions mais la majorité des cultivars reste endémique à leur région ou à leur zone d'origine (Kortebi et al., 2013).



Figure 3: Carte de répartition des zones de culture de palmier dattier en Algérie (El Barnaoui, 2016).

4. Exigences climatiques du palmier dattier

4.1 Températures

Le palmier dattier ne peut fructifier au-dessous de la température 18 °C, mais supporte les températures basses. Il ne fleurit que si la température moyenne est de 20 à 25°C. L'humidité qui convient au palmier est celle de la zone saharienne, souvent inférieure à 40%. D'après **Toutain (1979)**, le palmier doit bénéficier, pour donner une production normale d'un climat chaud, sec et ensoleillé.

4.2 Lumières

Le palmier dattier est une espèce héliophile, cultivée dans les régions à forte luminosité. En effet, la lumière a une action sur la photosynthèse et la maturation des dattes, mais elle ralentit ou parfois arrête la croissance des organes végétatifs, qui ne s'effectue normalement que d'une façon ralentie le jour (**Babahani, 1998**).

4.3 Eaux

Pour assurer une bonne production de datte, l'arbre a besoin de 16.000 à 20.000m³/ha/an, selon la nature du sol, la profondeur de la nappe et le degré d'insolation et de

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

température. Les besoins en eau, la fréquence des irrigations nécessaires sont maintenant connus avec une approximation suffisante dans des conditions de salinité de l'eau et des sols et de texture de sols déterminées (**Ben Abdallah et al.2000**).

4.4 Sols

Les palmiers sont cultivés dans des sols très variés, ils se contentent de sols squelettiques : sableux, sans aucune consistance mais affectionne les sols meubles et profonds, assez riches ou susceptibles d'être fertilisés. C'est une espèce qui craint l'argile (**Anonyme, 1993**). Le palmier dattier s'adapte à tous les sols, les plus légers lui conviennent le mieux. Dans les sols à nappes phréatiques peu profondes, le palmier dattier doit disposer d'un minimum de 1.20 m de sol assaini pour bien végéter (**Toutain, 1979**).

4.5 Humidités

Le palmier dattier est sensible à l'humidité de l'air pendant la floraison et la fructification. Une forte humidité diminue la transpiration des dattes. Les meilleures dattes sont récoltées dans les régions où l'humidité de l'air est moyennement faible (40%) (**Bouguedoura, 1991**).

5. Systématique de *phoenix dactylifera*

Le nom scientifique du palmier dattier est *Phoenix dactylifera* L. qui provient du mot *Phoenix* qui signifie dattier chez les phéniciens, et *dactylifera*, du terme grec *dactulos* signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (**Djerbi, 1994**). *Phoenix dactylifera* est une espèce dioïque, monocotylédone (**Munier, 1973**).

Le palmier dattier occupe un taxon particulier dans le genre *Phoenix* avec une typicité marquante des autres espèces du genre *Phoenix*. Le genre *Phoenix* comporte au moins douze espèces, la plus connue est le dattier (**Kortebi et al, 2013**).

La classification botanique du palmier dattier donnée par Djerbi, (**1994**) est la suivante :

- Embranchement : Angiospermes
- Classe : Monocotylédones
- Ordre : Palmales
- Famille : Palmacées
- Sous-famille : Coryphoïdées
- Tribu : Phoenicées

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

- Genre : Phoenix
- Espèce : PhoenixdactyliferaL

6. Écologie

Le Palmier Dattier est cultivé comme arbre fruitier dans les régions chaudes arides et semi arides. Cet arbre peut s'adapter aux conditions climatologiques variables. Naturellement il est thermophile ; exigeant un climat chaud, sec et ensoleillé. Il s'adapte aussi à tous les sols. Toutefois, il est très sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation (**Belimi et Reffas, 2017**).

7. Économie

Les palmiers sont des plantes parmi les plus utiles dans l'économie agricole des pays des zones phoenicicole (**Baali, 2012**). Il a toujours joué un rôle économique et sociale primordial pour les populations de ces régions par la production des fruits de dattes et partiellement par les petits revenus générés par les sous-produits Tels que (levure, bioéthanol, farine, sirop, pâtes, vinaigre, confiserie...) (**Laouar, 2020**).

8. Description botanique

Au niveau de la taxonomie, le palmier dattier est une plante de grande taille, monocotylédone, spadiceflore appartenant à la famille des palmaceae, Sous famille des coryphoideae, le genre Phoenix et l'espèce dactylifera (**Lasram et al., 2002**). Comme le montre la figure I .2, le palmier dattier est constitué de :

- **Le troc** : peut atteindre, pour certaines variétés 25 m de longueur. Ce stipe est en général cylindrique uniforme pour certains cultivars, relativement tronconique pour d'autres.
- **Les palmes** : sont des feuilles composées pennées plus au moins longues et plus ou moins flexibles en fonction des cultivars et des conditions de culture.
- **Le système racinaire** : est de type fasciculé souvent très puissant, repartit en 4 zones.
- **L'inflorescence** : le palmier est une plante dioïque, les sexes sont donc séparés en palmier femelle donnant les fruits et palmier male dit pollinisateur produisant du pollen.
- **Le régime** : les fruits sont plus ou moins insérés sur les épillets qui sont groupés pour former le régime.
- **Le fruit** : la datte est une baie ayant une seule graine communément appelée noyau. Elle comporte une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe ou peau, un mésocarpe plus ou moins

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

charnu et de consistance variable, présente une zone périphérique de couleur plus soutenue et de texture compacte, et une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe, réduit à une membrane parcheminée entourant la graine ou noyau (**ESPIARD, E2002**).

8.1 Système racinaire

(**Munier 1973**) note que le système racinaire est de type fasciculé. Les racines ne se ramifient pas et n'ont relativement que des radicules et le bulbe ou plateau racinaire est volumineux et émergé en partie au-dessus du niveau du sol.

Le système présent quatre zones d'enracinement :

- **Zone1** : ce sont les racines respiratoires, localisées à moins de 0,25m de profondeur qui peuvent émerger sur le sol.
- **Zone2** : ce sont les racines de nutrition, allant de 0,30 à 0,40 m de profondeur
- **Zone3** : ce sont les racines d'absorption qui peuvent rejoindre le niveau Phréatique à une profondeur varies d'un mètre à 1,8 m
- **Zone 4** : ce sont les racines d'absorption de profondeur, elles sont caractérisées par Un géotropisme positif très accentué, la profondeur des racines peut atteindre 20m (**Munier, 1973**).

8.2 Système végétatif

8.2.1 Stipe ou tronc

Contient des faisceaux libéroligneux qui relient directement chaque racine à une palme bien déterminée. D'autre côté, les vaisseaux conducteurs ont des cloisons terminales à perforations scalariformes. Pendant son jeune âge, le palmier dattier présente un cambium extra fasciculaire dans le méristème, sous le point végétatif, qui grossit le tronc. Cette assise de prolifération des cellules lui donne son calibre définitif puis disparaît. Il est doté d'un simple bourgeon terminal ou zone de croissance en longueur. Le stipe est couvert régulièrement des cicatrices des anciennes palmes (**Toutain, 1967**).

A l'aisselle de chaque palme se trouve un bourgeon axillaire qui en se développant, peut donner naissance à une inflorescence dans la région coronaire, à un rejet dans la région basale (Djerba) ou rarement à un gourmand dans la région moyenne et sous coronaire (Rokeb) (**Tahri, 2018**).

8.2.2 Feuille

Les feuilles du dattier sont appelées palmes, elles ont une forme pennée et sont insérées en hélice, très rapprochées sur le stipe par une gaine pétiolaire bien développée « cornaf » enfouie dans le « life » (**Belhabib, 1995**).

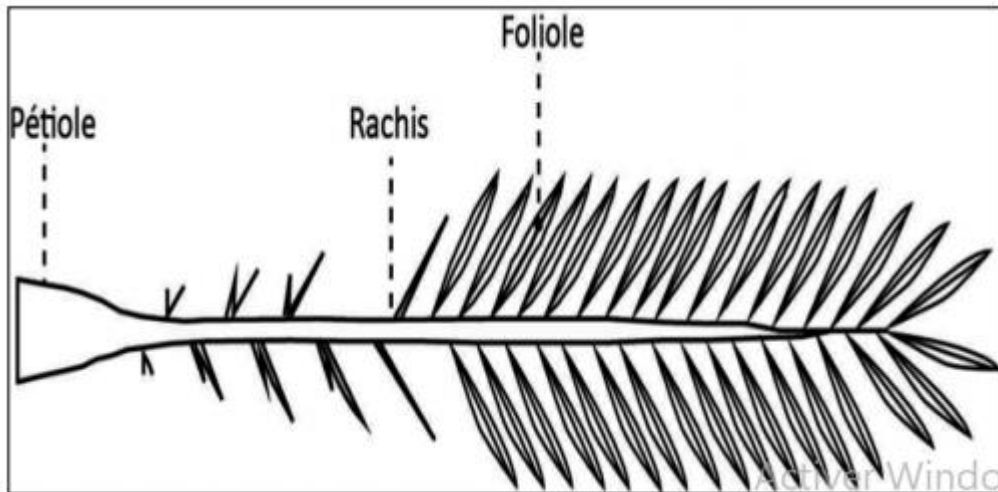


Figure 4: Palme (**Munier, 1973**)

8.2.3 Organes floraux

D'après Peyron (**2000**), tous les Phoenix, et donc le palmier dattier, sont des arbres dioïques. Les sexes étant séparés, il existe donc des pieds mâles donnant du pollen et des pieds femelles produisant des fruits, les dattes.

8.2.4 La fleur femelle

Elle est globuleuse, d'un diamètre de 3 à 4 mm et formée de 3 sépales soudés. Une corolle formée de 3 pétales ovales et arrondies et 6 étamines avortées. Le gynécée comprend 3 carpelles indépendants à un seul ovule (**Munier, 1973**).

8.2.5 La fleur mâle

Elle est forme allongée, constituée d'un calice composé de 3 spathes soudées par leurs bases, de 3 pétales légèrement allongées formant la corolle. La fleur possède 6 étamines à déhiscence interne et trois pseudo-carpelles (**Belhabib, 1995**).

8.2.6 Parasites et maladies

Comme toutes les plantes, le dattier est exposé à des ravageurs biologiques qui menacent l'état de sa floraison et sa maturation. Parmi ces ravageurs, on distingue des insectes et des champignons :

- **Paysandisia archon** : Le papillon ravageur du palmier
- **Rhynchophorus ferrugineus** : Le charançon rouge des palmiers (CRP). (**Baali, 2012**)
- **Oligonychus Afrasiaticus**: est le nom latin donné à un acarien appelé localement Boufaroua ou Ghobar au Maghreb Takar en Mauritanie, Goubar en Irak.
- **La pourriture de l'inflorescence du Khamedj** : est connue dans presque toutes les zones de cultures du dattier. C'est une maladie grave qui sévit dans les régions phoeniciculture les plus humides ou pendant les années plus humide. (**Bounaga et Djerbi, 1990**).

9. La datte (le fruit)

9.1 Définition

La datte est le fruit comestible sucré du palmier dattier. C'est une baie appelée « Datte, Tmar » en arabe généralement de forme allongée, oblongue ou arrondie (**PEYRONT, 2000**). Elle est composée d'un noyau, ayant une consistance dure, entouré de chair (**ESPIARD, 2002**).

La partie comestible de la datte, dite chair ou pulpe est constituée de:

- Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau ;
- Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et est de couleur soutenue ;
- Un endocarpe de teinte plus claire et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau (**Espiard, 2002**).

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés (**Djerbi, 1994**).

La couleur de la datte est variable selon les espèces : jaune plus ou moins clair, jaune ambré translucide, brun plus ou moins prononcé, rouge ou noire (**MUNIER, 1973**).

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

La partie non comestible, formée par la graine ou le noyau, a une consistance dure (ESPIARD, 2002; BELGUEDJ, 2001). Le noyau représente 10 % à 30 % du poids de la datte (ETIENNE, 2002). La figure 2 montre une coupe de la datte et de son noyau.

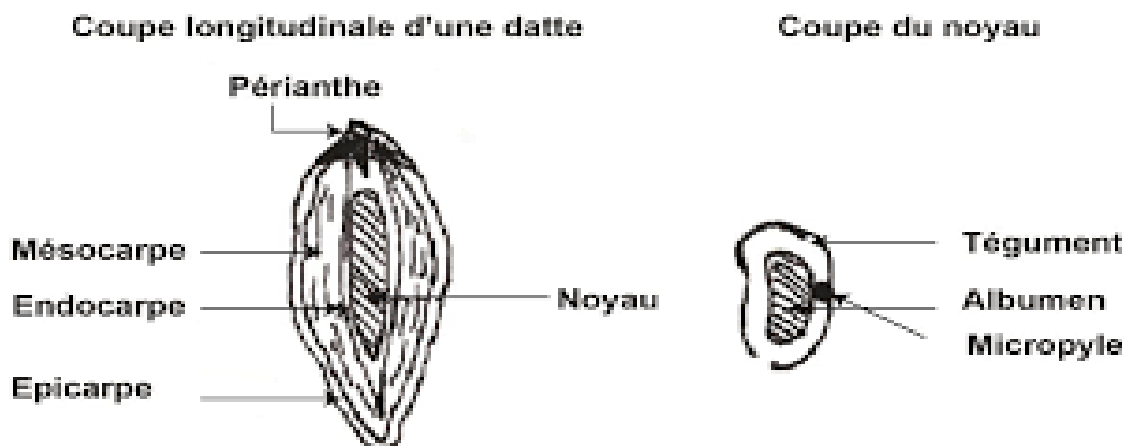


Figure 5: Schéma de datte et de son noyau (Belguedj, 2001)

9.2 Formation et maturation de la datte

Pendant sa formation et sa maturation, le fruit passe par un certain nombre de phases, se résumant en quatre stades appelés par leurs dénominations arabes : Kimri, khalal, Routab et tamar (BOOIJ et al., 1992). On peut distinguer différents stades d'évolution de la datte (AL-SHAHIB et al., 2003; SAWAYA et al., 1983) ; chaque stade porte une appellation particulière selon les pays. En Algérie se sont : Loulou, Khalal, Bser, Martouba et Tmer ; cependant, la majorité des auteurs ont adopté la terminologie utilisée en Irak et de nombreux pays arabes. Les cinq stades de maturation phénologiques utilisés ultérieurement sont repris dans toute la bibliographie de (DAWSON., 1963 ; MUNIER., 1973 ; AKIDI., 1987 ; BARREVELD., 1993 ; BEKER., 2002 ; BELGUEDJ., 2002 (b) ; IPIGRI., 2005) et ce sont les suivants :

9.2.1 Stades de maturation des dattes

Les différents stades de maturation des dattes peuvent être définis comme suit :

- **Bounoune, Loulou** : Ce stade commence juste après la fécondation et dure environ cinq semaines. A ce stade, le fruit est entièrement recouvert par le péricarpe et se caractérise par une croissance lente (DJERBI., 1994).

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

- **Blah, Khalal ou Kimri** : Ce stade dure sept semaines environ et se caractérise par une croissance rapide en poids et en volume des dattes. Les fruits ont une couleur verte vive et un goût âpre à cause de la présence des tanins (DJERBI., 1994).
- **Bser ou souffar** : Les sucres totaux atteignant son maximum en fin du stade. La couleur verte vire au jaune, au rouge et au brun, âtre suivant les clones. La datte atteint son poids maximal au début de ce stade. Il dure en moyenne quatre semaines (DJERBI., 1994).
- **Nokar, Routab ou Martouba** : La couleur jaune ou rouge du stade khalal passe au foncé ou au noir. Ce stade se caractérise par la perte de la turgescence du fruit suite à la diminution de la teneur en eau, l'insolubilisation des tanins qui se fixent sur l'épicarpe du fruit et l'augmentation de la teneur des monosaccharides qui donne un goût sucré au fruit. Ce stade dure de deux à quatre semaines (DJERBI., 1994).
- **Tamr ou Tamar** : C'est le stade final de la maturation de la datte. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé (DJERBI., 1994).



Figure 6: Stades de maturations des dattes <https://docplayer.fr/20253647-Essai-d-elaboration-d-une-boisson-petillante-a-base-des-dattes-a-faible-valeur-marchande.html>

9.3 Classification

La consistance ou la texture des dattes varie selon les cultivars. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories (ESPIARD, 2002).

- **Dattes molles:** L'humidité supérieure ou égale à 30%. Elles renferment des sucres réducteurs (fructose, glucose) (Ghars, Hamraia, Litima...etc.)
- **Dattes demi-molles :** de 20 à 30% d'humidité, Elles occupent une position (Deglet Nour), c'est une datte à base de saccharose par excellence (COOK et FURR, 1952).
- **Dattes sèches :** dures, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse (Mech-Degla, Degla Beida...etc.).

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

ESTANOVE (1990) a classé les dattes selon leur importance économique. On a classé les dattes selon leur importance économique à 3 catégories

- **Dattes nobles** : destinées à l'exportation et à la commercialisation à l'échelle nationale.
- **Dattes communes**: destinées à la consommation locale ou à l'alimentation du bétail
- **Dattes non consommées**: représentent les cultivars de faible valeur marchande destinés à l'alimentation animale ou perdues.

9.4 Les variétés des dattes

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Djerbi M., 1994; Buelguedj M., 2001). En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (Hannachi et al., 1997 cités par Ould El Hadj M.D., 2001). Les principales variétés cultivées sont :

- **La Deglet-Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (Kendri S., 1999).
- **Les variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech Degla (Kendri S., 1999).

9.5 Catégories de dattes

On distingue trois catégories de dattes communes :

- Les dattes primeurs et les dattes fraîches
 - Les dattes molles
 - Les dattes sèches
-
- **Les dattes primeurs et les dattes fraîches** : Les primeurs sont généralement des dattes grasses très sucrées et parfumées, mais de conservation médiocre. Le fruit doit être consommé dans un laps de temps relativement court, mais constituait, pour les habitants des oasis, une ressource alimentaire non négligeables pendant une période de 2 mois.

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

- **Les dattes fraîches :** Englobent les variétés ayant la particularité d'être consommés au stade de maturité Biser. A ce stade, le fruit n'est pas physiologiquement mur, mais se caractérise par un taux élevé en sucre et une faible teneur en tanin. Les dattes fraîches sont présentées à la vente à partir de fin aout.
- **Les dattes molles :** Sous l'appellation de dattes molles figurent les variétés à texture molle, mais de bonne conservation et qui arrivent à terme de la maturité. Les arbres sont rigoureux et rustique. Leur production constitué la base de la ration alimentaire des habitants cette catégorie de datte est *Allig* située en Tunisie et *Ghars* en Algérie.
- **Les dattes sèches :** Sous cette appellation, figurent les dattes communes à texture sèche, a pulpe épaisse et de couleur claire elles sont très sucrées (riche en saccharose), non collantes et disposant d'une grande faculté de conservation.

9.6 Composition biochimique de la datte

9.6.1 Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe"

La datte est constituée de deux parties, une qui est comestible, représentée par la pulpe (mésocarpe) ; et l'autre, non comestible, qui est le noyau, ayant une consistance dure. Ce dernier représente 10 à 30% du poids de la datte, il est constitué d'un albumen protégé par une enveloppe cellulosique. La datte se compose essentiellement d'eau, de sucres réducteurs « Glucose et fructose » et de sucres non réducteurs, « saccharose ». Les constituants non glucidiques représentent les protides, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes.

9.6.1.1 Teneur en eau

L'humidité est un élément essentiel pour le développement de la datte. Nous les différents stades de formation (NAHILI, 2006). La teneur en eau est en fonction des cultivars du stade de maturation et du climat. Elle varie de 8 à 30% du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19% (NOUI, 2007). D'après MUNIER (1973), la teneur en eau varie d'une classe à une autre. Les dattes de consistances molles ont une humidité supérieure à 20%, par contre les dattes sèches ont une humidité inférieure à 20%. Les dattes de consistance demi-molles ont une humidité variante entre 20-30%.

9.6.1.2 Sucres

La teneur en glucides varie généralement en fonction du cultivar, de la consistance et des stades de maturation. De façon générale les dattes molles sont caractérisées par une teneur élevée en sucres réducteurs (glucose, fructose) et les dattes sèches par une teneur élevée en saccharose (NOUI, 2001). Selon AL-SHAHIB et MARSHALL (2003), le contenu en sucres totaux de la datte varie entre : 44 et 88% du poids de la pulpe fraîche. Elle est comprise entre 50 à 80% de la pulpe fraîche pour les sucres totaux avec des proportions qui peuvent atteindre jusqu'à 60% du poids de la pulpe fraîche en saccharose et 17 à 80% pour les sucres réducteurs (SIBOUKEUR, 1997).

9.6.1.3 Protéines

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines. Elle varie entre 1.5% et 2% du poids sec (RAZI, 1993). Malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont bien équilibrées qualitativement (YAHIAOUI, 1998). Leur composition en résidus aminoacyls correspond parfaitement aux besoins de l'organisme (ALKAABI et al., 2011).

En effet, douze résidus aminoacyls dont 4 quantitativement majoritaires ont été décelés chez la variété « Elkhallas » d'Arabie Saoudite (BERINDI, 2000). Il s'agit du glutamate (Glu), de l'aspartate (Asp), de la glycine (Gly) et de la serine (Ser) jouant un rôle important dans le métabolisme cellulaire. Ces acides aminés ont de nombreuses fonctions biologiques importantes. Ils jouent souvent le rôle de messagers chimiques dans la communication entre cellules

Les acides aminés minoritaires de la datte sont représentés par la lysine (Lys), l'arginine (Arg), le tryptophane (Trp), la valine (Val), la thréonine (Thr), l'alanine (Ala), la tyrosine (Tyr) et la leucine (Leu) qui malgré leur faible teneur sont importants pour le bon fonctionnement de l'organisme et confèrent aux protéines des dattes une bonne valeur biologique. En effet, la majorité de ces acides aminés sont des acides aminés indispensables (DONALD et JUDITH, 1998).

9.6.1.4 Lipides

La datte referme une faible quantité de lipides. Leurs taux varient entre 0.43 et 1.9 % du poids frais (DJOUAB, 2007). Cette teneur en lipide est en fonction de la variété et du stade de maturation. Selon YAHIAOUI (1998), la teneur en lipides passe de 1.25% au stade Hababouk

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

à 6.33% au stade Kimri. Cette teneur diminue progressivement au stade Routab pour atteindre une valeur de 1.97% de matière sèche au stade Tmar.

9.6.1.5 Fibres

Les fibres se trouvent dans les fruits de dattes à des taux de 8.1 à 12.7% du poids sec. (AL-SHAHIB et MARSHALL, 2003). Elles contiennent des pectines, lignines, hémicellulose et la cellulose. Leurs pourcentages sont différents selon les cultivars et les conditions écologiques (AATEF et NADIF, 1997).

9.6.1.6 Autres constituants

D'après l'étude réalisée par AL FARSI et al., (2007), Les dattes constituent une le source importante de minéraux essentiellement sélénium et le potassium . Elle renferme des quantités appréciables de la vitamine de groupe B et la vitamine C (AATEF et NADIF, 1997).

La datte renferme d'autres substances vraies que les polyphénols (MANSOURI et al., 2005). L'analyse quantitative des composés phénoliques de la datte a révélé la présence des acides cinnamiques, de flavones, des flavanones et des flavonols (MANSOURI et al., 2005). Les dattes sont peu aromatiques, et leur arôme, plus ou moins prononcé, semble dû à des esters ou à des groupes d'esters (MUNIER, 1973). Parmi les enzymes qui jouent un rôle important, on peut citer l'invertase, les polygalacturonases et pectinesterases, les polyphénoloxydases. (ELBOUZIR et ELIMAM, 2006).

9.6.2 Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau " Le noyau

Présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un album en blanc, dur et corné, protégé par une enveloppe cellulosique (ESPIARD., 2002). Selon DJERBI (1994), les noyaux constituent un sous-produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge. Des données analytiques sur la composition chimique des noyaux de dattes montrent qu'ils renferment plusieurs acides gras avec une proportion plus importante d'acides oléiques et l'auriques (DEVSHONY et al., 1992).

9.7 Valeur nutritionnelle et vertus thérapeutique de la datte

Leur taux élevé en sucres permet de les classer la datte parmi les aliments glucidiques. Les glucides peuvent atteindre 70% du poids du fruit. Ce concentré de sucre permet aux dattes

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

d'être utilisées dans les cas des asthénies (TOUTAIN, 1977).cent grammes de pulpe de dattes Deglet Nour donnent 306 Kilocalories. Néanmoins, PATRON cité par MUNIER (1973), affirme que 100 g de pulpe de variétés communes donnent 260 Kilocalories. Les dattes sont également riches en éléments minéraux plastiques: Ca, S, Mg, P et en éléments minéraux catalytiques: Fe, Mn. (NOUI, 2007) Les recettes à base de dattes sont utilisées pour la croissance des nouveaux nés et les enfants. **Le prophète Mohammed** (QLSSSL) recommande de frotter la bouche du nouveau-né avec une datte molle juste après sa naissance. Elles sont aussi conseillées aux femmes enceintes et allaitantes. Elles traitent également l'infection cutanée (RABIA et HATI, 2006). Des recherches récentes ont montré que les dattes activent la circulation sanguine et empêchent la constipation. En effet, les des fibres cellulosiques non digestives constituant ce fruit qui facilitent le transit digestif. Les dattes sont également indiquées pour des problèmes digestifs car elles neutralisent l'acidité de l'estomac.

9.8 Technologie de la datte et sa valorisation

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

9.8.1 Transformation des dattes

Constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que le jus de dattes (SIBOUKEUR, 1997), l'alcool (OULD EL HADJ et al., 2001) ...etc.

9.8.1.1 Pâte de datte

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

9.8.1.2 Farine de datte

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants (KENDRI, 1999; AÏT-AMEUR, 2001) et dans la fabrication du yaourt (BENAMARA et al., 2004; AMELLAL, 2008).

9.8.1.3 Sirop de datte

Il est fabriqué à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière-goût de fermentation. C'est un produit stable d'une couleur plus ou moins brune qui peut être utilisé comme un édulcorant (MIMOUNI, 2015).

9.8.1.4 Sucre de datte

Ce produit est obtenu par concentration et déshydratation des sirops de dattes pour l'obtention d'un composé solide. Il est de couleurs plus au moins brunes et possède un pouvoir édulcorant supérieur à celui du glucose (CHELGHOUM, 2012).

9.8.1.5 Alcool

Selon OULD EL HADJ et al., (2001) les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. La fermentation permet d'obtenir de 30 à 34 litres d'alcool pur pour 100kg de dattes (ESPIARD, 2002).

9.8.1.6 Vinaigre

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration du vinaigre. Ce dernier a été produit par culture de la levure *Saccharomyces uvarum* sur un extrait de datte (BOUGHNOU, 1988 ; OULD EL HADJ et al., 2001 ; BENAMARA et al., 2007).

9.8.2 Valorisation des rebuts de dattes

Les dattes de faible valeur marchande (attaquées par les oiseaux, ratatinées...etc.) peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucres pour la production de biomasse KENDRI (1999), ou comme aliments de bétail...etc.) (GUALTIERI et RAPPACCINI, 1994).

9.9 Les microorganismes impliqués dans la détérioration des dattes

Les dattes sont particulièrement vulnérables à la pourriture surtout après de fortes pluies durant les derniers stades de leur maturation. L'altération pourrait même avoir lieu dans des mauvaises conditions de gestion de stock.

Récemment Hashem et al., (2014) ont exploré la diversité des levures des dattes pourries. L'observation microscopique a confirmé le développement des levures dans les tissus des dattes visiblement pourries. Les auteurs ont analysé les séquences du domaine D1/D2 du gène ARN

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

26S pour identifier 10 levures isolées des dattes pourries. Ainsi six genres ont pu être identifiés, il s'agit de 3 espèces représentatives du genre *Hanseniaspora spp* (*H. guilliermondii*, *H. uvarum* KKUY-0078 et *H. opuntiae* KKUY-0152). Les autres espèces isolées sont *Pichia kudriavzevii*, *Yarrowia lipolytica*, *Wickerhamomyces anomalus*, *Zygosaccharomyces rouxii* et *Issatchenkia orientalis*. L'équipe a conclu que la pourriture des dattes est manifestée par une fermentation alcoolique due au développement des levures. Pour cette raison ils ont comparé leur potentiel de production d'éthanol à partir d'extrait de datte. Les résultats ont montré que la quantité d'éthanol produite ne varie pas considérablement entre les espèces, elle est comprise entre 48.44 et 67 g/l. Les deux espèces *P. kudriavzevii* et *H. uvarum* sont les plus performante en matière de production d'éthanol alors que *Z. Rouxii* et *Y. lipolytica* sont modérément les moins productive.

Dans la même démarche, **Ibiso (1988)** a isolé 4 moisissures depuis des dattes stockées en *vacwx*, *Aspergillus niger*, *Botryodiplodia theobromae*, et quelques espèces de *Rhizopus* et *Penicillium*.

Il a rapporté que *B. theobromae* a provoqué chez les dattes une maladie de stockage connue par : « Black Rot ». Les fruits infectés sont recouverts au bout de deux jours d'infection d'un mycélium gris. La datte devient noire dans le huitième jour et au fur et à mesure de l'avancement de l'infection, les fruits perdent progressivement leurs valeurs nutritives, et dans le 20ème jour le taux de sucres a baissé de 98,85%, conduisant à une énorme perte de récolte. Dans une autre étude (**Salik et al.,1979**) ont porté une intention particulière à la détérioration des dattes molles, ainsi ils ont mis en évidence le rôle des levures et des bactéries lactiques dans la diminution de la période de préservation des dattes conditionnées. Selon cet auteur, L'altération de dattes se manifeste, par abaissement du pH ce qui rend les dattes aigres et par conséquent, dépréciées par les consommateurs. Pour rappel, le premier travail apparu dans la littérature portant sur l'état microbiologique des dattes, remonte aux années 1931, lorsque **Melliger (1931)** a constaté que les variétés égyptiennes dites « Amhat » ont suffisamment de sucres pour inhiber la croissance de levures, alors que les variétés dites « Hayami » n'ont pas suffisamment de sucres, ce qui les rend sensibles à la croissance et l'acidification par les levures. Ce constat a été confirmé par **Mark (1940)** qui a montré l'incapacité de levures à se développer sur des dattes américaines riches en sucres (65-70% du poids sec). **Mark (1940)** ajoute que l'acidification des dattes est due non seulement aux levures mais à d'autres groupes microbiens, à savoir les bactéries acétiques et les bactéries lactiques

9.10 Production local des dattes

L'Algérie est l'un des plus importants pays producteurs de la dattes avec une production annuelle de 400. 10³ tonnes de dattes dont la variété Deglet-Nour représente 50 %. La Deglet-Nour est une variété commerciale par excellence tandis que les variétés communes sont de moindre importance économique (Ghars, Degla-Bayda...). La production mondiale de dattes, selon les statistiques réalisées en 2007, est de 5,09 millions de tonnes. Quantitativement l'Algérie représente 7 % de la production mondiale mais du point de vue qualitatif elle occupe le premier rang grâce à la variété Deglet-Nour, la plus appréciée mondialement.

La production est estimée à 492.217 tonnes dont 244.636 tonnes (50 %) de dattes demi molles (Deglet Nour), 164.453 tonnes (33 %) des dattes sèches (Degla Beida et analogues) et 83.128 tonnes soit 17 % des dattes molles (Ghars et analogues). Actuellement, la palmeraie Algérienne est constituée de plus de 11 millions de palmiers répartis à travers 09 wilayas sahariennes : Biskra, El-Oued, Ouargla, Ghardaïa, Adrar, Béchar, Tamanrasset, Illizi et Tindouf. Le palmier dattier se trouve également dans d'autres wilayas situées dans des zones de transition entre la steppe et le Sahara que l'on considère par rapport aux palmeraies sahariennes, de « marginales » (Buelguedj, 2007). En Algérie, la superficie occupée par le palmier dattier couvre 103.129ha. Elle diffère d'une wilaya à une autre. La superficie la plus importante concerne les wilayas de Biskra et d'El-Oued atteignant toutes les deux 53.533 ha soit 52 %, soit plus de la moitié de la superficie totale par le palmier dattier. (Buelguedj, 2007).

9.11 Conservation des dattes

Les dattes permettent l'obtention d'un certain nombre de produits dérivés, parfois conservables sur une longue durée, et dont certains entrent dans la préparation de recettes traditionnelles.

9.11.1 Méthodes artisanales

Ces différents systèmes de conservation demandent préalablement un triage et lavage des dattes :

9.11.1.1 El Khabia

La khabia, est une autre méthode de conservation des dattes mais cette fois ci dans de grandes jarres en poterie dans les quelles sont empilées les dattes puis recouvert

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

hermétiquement : la femme est chargée de ce conditionnement. Cette pratique tend à s'amenuiser (**Belguedj et al., 2008**).

9.11.1.2 Bajou

Le Bajou est une espèce d'armoire murale construite spécialement pour la conservation des dattes à la base de laquelle se trouve un orifice pour la récupération du miel de dattes. Les dattes peuvent se conserver plusieurs années (**Belguedjet al., 2008**).

9.11.1.3 Btana

Le Btana est un mode de conditionnement artisanal, l'opération est basée sur un tri des dattes molles, suivi d'un procédé qui consiste à mélanger les dattes avec des plantes.

9.11.2 Méthodes industrielles

9.11.2.1 Séchage

Durant le séchage, l'eau est enlevée de l'aliment, réduisant le potentiel de croissance des microorganismes et des réactions chimiques indésirables (ex : brunissement enzymatique), donc augmentation de la durée de vie du produit. (**Gowenet al., 2008**) quel que soit le mode de séchage (air chaud ou aux micro-ondes), le transfert d'eau est dû à la différence de pression de vapeur d'eau entre l'intérieur et la surface du produit, ce qui fournit une force entrainante pour l'humidité (**Maskan , 2000**).

9.11.2.2 Traitements des dattes par micro-ondes

En vue d'éviter l'utilisation de produits chimiques (bromure de méthyle) pour désinfecter les dattes, une technique basée sur l'utilisation des micro-ondes a été développée. L'appareil se présente comme un tunnel dans lequel les dattes sont traitées. Les caractéristiques physiques (constantes diélectriques) des dattes sont permis de déterminer le couple durée /température de traitement permettant la destruction des œufs et la préservation de la qualité (**Reynes et tabuna, 1999**). Le séchage aux micro-ondes est très efficace pour les produits ayant une alternative pour améliorer la qualité des produits déshydratés (**Maskan, 2000**)

9.11.2.3 Pasteurisation

La pasteurisation est un procédé employant un chauffage modéré et qui est souvent

- Pasteurisation flash : 95°C durant quelques secondes (**Estanove1990**)

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

- Pasteurisation haute : 73 /75°C durant quelques minutes ;
- Pasteurisation basse : 63°C durant environ 30 minutes ;
- Appliqué aux produits laitiers et autres aliments thermosensibles

9.11.2.4 Utilisation du froid

La réfrigération et la congélation remplacent de plus en plus les systèmes traditionnels, surtout pour les dattes grappillées (dattes dont la maturité n'est pas complétée) (**Estanove1990**).

9.11.2.5 Fumage

C'est l'action d'exposer à la fumée certaines denrées pour les conserver (**Forest, 2004**) la fumée produite par la combustion lente de bois, choisis pour leurs propriétés odoriférantes, est antioxydant, antibactérienne et antifongique. Cette fumée naturelle est remplacée, industriellement, par des solutions phénoliques (crésol) ou par des acides organiques qui sont antiseptiques et qui donnent l'illusion du < gout de fumée > (**Maskan, 2000**).

10. La fermentation microbienne

10.1 Définition de la réaction de la fermentation

La fermentation c'est tout processus métabolique au cours duquel est utilisé un microorganisme spécifique pour la libération de l'énergie contenue dans une molécule organique. Ce processus ne nécessite ni d'oxygène ni de chaîne de transport, et utilise une molécule organique comme accepteur d'électron final. La fermentation peut parfois se poursuivre en présence de l'oxygène.

La fermentation entraîne des modifications importantes de l'aliment en ce sens qu'elle améliore les caractéristiques organoleptiques des denrées alimentaires, leur valeur nutritionnelle et leur qualité sanitaire (**Salunkhe et al., 1985 ; Kadam, 1999**). De plus, la fermentation augmente la digestibilité des carbohydrates, et la disponibilité des micronutriments et contribue à l'élimination d'éléments toxiques et de facteurs antinutritionnels existants dans certains produits végétaux (**Prajapati and Nair, 2008**).

De façon générale, la fermentation, consiste en une transformation de la matière première brute (d'origine végétale ou animale) à une variété de produits à valeurs ajoutées sous l'action des microorganismes. Cela montre combien la connaissance de ces acteurs microbiens est primordiale pour comprendre le processus de fermentation mis en place. Le premier pas a été

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

mené par le célèbre microbiologiste français Louis Pasteur dans le 19^e siècle, depuis lors, il est considéré comme le père de la fermentation microbienne (**Bourdichon et al., 2012**).

Il existe plusieurs voies de fermentations, dont la fermentation alcoolique, la fermentation lactique, la fermentation butyrique et la fermentation propionique. Les fermentations alcoolique et lactique sont les plus connues et les plus couramment utilisées par les microorganismes.

La fermentation alcoolique, principalement réalisée par les levures telle que *S. cerevisiae*, produit de l'éthanol et du CO₂. La fermentation lactique est réalisée par les bactéries lactiques pour produire principalement de l'acide lactique et d'autres métabolites tels que l'éthanol et le CO₂ (**Makhloufi, 2011**)

De façon générale, la fermentation procure différents avantages aux aliments parmi les quels on cite

1- La conservation et la préservation de l'aliment via la production des métabolites inhibiteurs Comme les acides organiques (acide lactique, acide acétique, acide formique, et acide propionique), éthanol, dioxyde de carbone (CO₂), diacetyl, reuterine, bacteriocines. La fermentation est souvent corrélée avec un abaissement de l'activité de l'eau ce qui va empêcher le développement microbien (**Gaggia et al., 2011**).

2- La fermentation contribue à la sécurité du produit traditionnel par l'inhibition des microorganismes pathogènes (**Adams and Nicolaidis, 2008**) et l'élimination des produits toxiques (**Ray and Panda, 2007**).

3- La fermentation améliore la valeur nutritionnelle et la qualité organoleptique du produit (**van Boekel et al., 2010**). Dans le temps actuel, on recense de centaines des produits fermentés parmi lesquels on peut citer, le lait fermenté (Dahi, kurut, Lben, fromages, yaourt), les céréales fermentés (Cassava, Gergoush ...), fruits (fermented masau) légumes (Idli, Hawaijar.), poissons (Jeotgal.), viande (salami, nem chua), graines (Maari, Bikalgais, Kantong) et d'autre produits mixtes qui ne cessent d'émerger (**Jashbhai et al., 2008 ; Parkouda et al., 2010, Thorsen et al., 2011, Compaoré et al., 2013a ; Kpikpi et al., 2009 ; Guan et al., 2011 ; Aidoo et al., 2006 ; Jeyaram et al., 2008 ; Nyanga et al., 2007**).

La liste des matières premières à partir du quelles les produits fermentés sont fabriqués est très longue.

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

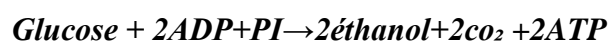
Généralement on admet la classification selon les critères suivants (**Dirar, 1993; Iwuoha and Eke, 1996; Steinkraus, 1997; Gadaga et al., 1999**):

- Selon, les microorganismes impliqués dans la fermentation (levures, moisissures, bactéries)
- Selon le type de produit : ex ; boisson, produit céréale, produit laitier
- Selon la nature des produits : fruit, céréales, tubercules.
- Selon la méthode de préparation : back-slopping, fermentation spontanée, culture starter
- Selon la localisation géographique : produit originaire d'un pays ou région spécifique ; roquefort, ...

La préparation des produits traditionnels est toujours faite dans les demeures des particuliers ou sous forme d'une activité artisanale limitée dans l'espace. Notons que certains produits traditionnels ont franchi cette barrière et sont maintenant produits à grande échelle (ex : Kimchi). Dans le passé, il n'y avait pas des données fondées sur les produits fermentés ni sur leur impact économique, nutritionnel et sanitaire. Néanmoins, ces dernières années, de nombreux articles et livres sont consacrés à ces produits indigènes et leurs différents impacts sur tous les aspects de la vie de producteurs et de consommateurs (**Cagno et al., 2012, Arroyo-López et al., 2012**).

10.2 La fermentation alcoolique

Est un processus biochimique par lequel des sucres (glucides, principalement le glucose) sont transformés en alcool (éthanol) dans un milieu liquide, privé d'air. La fermentation a pour but de réoxyder le NADH (Nicotinamide adénine dinucleotide Déshydrogénase structure d'un énergie) en NAD (Nicotinamide adénine dinucleotide) car NAD est une molécule qui est limitée, et si elle n'est plus présente, la glycolyse ne peut plus avoir lieu. La fermentation est donc là pour assurer la continuité de la glycolyse. Ensuite, de chaque molécule de pyruvate, une molécule de dioxyde de carbone est détachée. On obtient de l'acétylaldéhyde, un produit extrêmement nocif pour l'organisme, elle va donc être rapidement transformée. L'acétylaldéhyde est transformée en éthanol, suite à l'oxydation de NADH en NAD⁺. L'équation finale de la transformation du glucose en éthanol s'écrit :



La fermentation alcoolique se constate par :

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

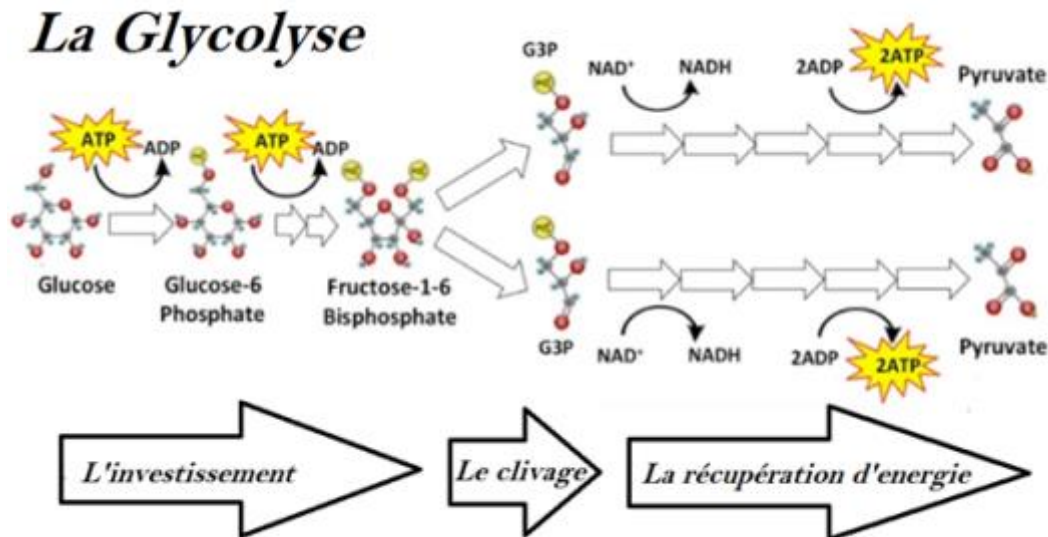
- Dégagement de CO₂
- Bouillonnement du moût
- Augmentation de la température
- Changement de couleur du moût
- Changement de saveur
- Diminution de la densité du liquide.

La dégradation biochimique des sucres pour la production de l'alcool passe par les étapes suivantes:

- **La glycolyse :**

La glycolyse est un ensemble de réactions chimiques qui se déroulent dans le cytoplasme d'une cellule. La glycolyse a pour but la production de 2ATP et 2pyruvates, pour chaque glucose présent.

Ces pyruvates vont ensuite suivre des chemins différents en fonction du milieu car la levure est un micro-organisme aérobie facultatif. Elle est capable de s'adapter au milieu dans lequel elle se trouve. S'il y a présence de dioxygène (milieu aérobie) la levure utilise la respiration cellulaire pour produire de l'énergie (ATP) avec un fort rendement, tandis que s'il n'y a pas de dioxygène présent (milieu anaérobie) la levure va utiliser le processus de fermentation. Cependant, ce dernier possède un rendement nettement plus faible en énergie. La production d'éthanol par des levures, malgré la présence de suffisamment d'oxygène, a été observée. Ceci se produit quand ces levures vivent dans un milieu sur-sucré. C'est le phénomène qui se produit lors de la fermentation alcoolique.



Au cours de la glycolyse, le glucose va être transformé en différentes molécules par l'action de nombreuses enzymes. Elle est composée de 3 phases distinctes : L'investissement, le clivage et la récupération.

- **La phase d'investissement**

Cette phase comporte 3 sous-étapes : La molécule de glucose est tout d'abord phosphorylée. C'est l'addition d'un groupe phosphate. Cette réaction est consommatrice d'un ATP (l'ATP étant un nucléotide qui sert à stocker et transporter de l'énergie, il fournit l'énergie nécessaire aux réactions chimiques).

La molécule obtenue s'appelle, alors, le glucose-6-phosphate. De l'ADP est aussi formé (L'ADP est le produit de déphosphorylation de l'ATP) et un ion H⁺ est séparé du glucose. La molécule précédemment obtenue subit ensuite une isomérisation (conversion d'une molécule chimique en un de ses isomères). L'isomère formé est le fructose-6-phosphate. La 3ème sous-partie est la même réaction que la première. La molécule de fructose-6-phosphate est phosphorylée et un atome H est exclu de la molécule donnant un ion H⁺ et la réaction est consommatrice d'ATP. On obtient au final du fructose-1,6-bisphosphate de l'ADP et un ion H⁺.

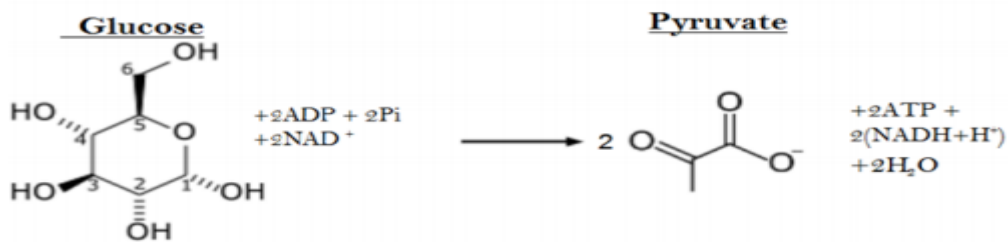
- **La phase de clivage (séparation)**

La molécule de fructose-1,6-bisphosphate va être divisée en deux molécules identiques nommées glycéraldéhyde-3-phosphate, (d'abréviation G3P). On peut donc dire que chaque molécule de fructose-1,6-bisphosphate donne deux molécules G3P

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

- **La phase de récupération d'énergie**

Cette phase va permettre de produire suffisamment d'ATP pour avoir un rendement positif. Le G3P est phosphorylé et oxydé en 1,3-diphospho-D-glycérate (1.3-DPG). En même temps, il y a réduction de NAD^+ en $\text{NADH} + \text{H}^+$. NAD et NADH sont présents car pour qu'il y ait une oxydation il faut qu'un autre couple (ici NAD/NADH) soit réduit. Le groupe phosphate présent sur la molécule 1,3-DPG doit phosphoryler la molécule d'ADP en ATP. On obtient alors 1ATP et une molécule 3PG. La molécule 3PG est isomérisée en molécule 2PG qui elle-même est déshydratée donnant une molécule H_2O et une PEP (phosphoénolpyruvate). Le groupe phosphate présent sur PEP va permettre la phosphorylation d'une molécule d'ADP en ATP. La molécule 2PG privée de son groupe phosphate donnera un pyruvate. Le bilan de cette étape est donc la production de 2ATP et 1Pyruvate pour chaque molécule de 3GP. Bilan final de la Glycolyse :



- **Procédés de fermentation alcoolique**

Dans la plupart des procédés de fermentation, les changements métaboliques ont lieu dans des conditions environnementales précises. Le contrôle rigoureux de paramètres comme la température, le débit d'aération (oxygène dissous) et le pH sont essentiels pour atteindre le rendement maximal et la qualité de production. Le procédé de fermentation est employé aussi bien dans l'industrie pharmaceutique que dans la fabrication de bio polymères, du pain, de biofuels ou dans les unités (Sistec, 2018). Après ensemencement du milieu par la levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae* (1 g/l), le bio réacteur est plongé dans un bain-marie où la température est maintenue à 30 ± 2 °C. La fermentation est conduite en anaérobiose pendant 72 heures. Toutefois, la fermentation est favorisée par une agitation due au mouvement des bulles du CO_2 dégagé. Pour suivre l'évolution de la fermentation, on procède chaque 24 heures à des prélèvements pour effectuer les analyses physico-chimiques par alcoomètre et détecter l'odeur de l'alcool dans le moût. Après 72 heures, la fermentation est arrêtée. Pour chaque

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

variété de dattes, l'opération de fermentation est répétée trois fois dans le but d'obtenir une valeur moyenne représentative des différentes analyses. Au cours de la fermentation, nous allons suivre :

L'acidité du moût à l'aide d'un pH mètre

- Le taux de sucre.
- Le degré alcoolique.
- La densité du milieu réactionnel.
- Teneur en protéines totales.
- **Rôle de l'oxygène en fermentation alcoolique**

En conditions d'anaérobiose, la croissance levurienne requiert de l'oxygène moléculaire pour sa propre synthèse de lipides (stérols et acides gras insaturés) (**Andreasen, TJB, 1954**). Qui sont des composés essentiels pour le maintien de l'intégrité cellulaire, et donc de la viabilité. En conditions œnologiques, des travaux récents ont montré que l'oxygène était en fait essentiellement utilisé pour la synthèse de stérols, et peu pour celles des acides gras insaturés (**Rosenfeld E, et al., 2003**). En anaérobiose, la levure peut utiliser directement les phytostérols présents dans le moût en tant que substituts de stérols, pour démarrer sa croissance et initier la fermentation. Toutefois, en absence d'oxygène, cette incorporation de phytostérols finit par perturber les propriétés membranaires de la levure, et entraîne rapidement une forte chute de la viabilité cellulaire (**Luparia V, et al., 2004**)

Dans les conditions anaérobioses, la levure *Saccharomyces cerevisiae* nécessite l'apport de 5 à 7,5 mg L⁻¹ d'oxygène pour permettre une croissance optimale et une viabilité forte tout au long de la fermentation (**Rosenfeld E, et al., 2003**)

- **La composition du milieu**

La croissance de la levure nécessite une source d'azote, de phosphore, de soufre, de sels minéraux et de vitamines. Ceci permet d'assurer la synthèse des composants cellulaires, mais aussi le fonctionnement des enzymes et donc d'influencer la productivité de la levure ainsi que sa tolérance au stress dû à l'éthanol ou au substrat (**Alfenore S, et al., 2002**).

Les ions métalliques indispensables pour la croissance de la levure sont illustrés dans le tableau 1.

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

Tableau 1 : Composition approximative de *Saccharomyces cerevisiae* en ions métalliques, besoins et limites dans le milieu (Inglelew W.M, 1999).

	(g.kg ⁻¹ levure sèche)	Milieu (mg. L ⁻¹)	Dans le milieu (mg. L ⁻¹)
Potassium	20-21	80-7900	390
Magnésium	1.3–1.65	39-144	24000
Calcium	0.6-0.75	180-1500	1000
Sodium	0.12-0.3		
Zinc	0.17-0.2	0.3-3	65
Fer	0.02-0.03	0.001-0.8	840
Manganèse	0.008	0.06-0.12	55
Cuivre	0.008	0.06-0.12	0.6

La présence des ions métalliques en quantité adéquate permettant d'augmenter le métabolisme de la levure et la vitesse de la glycolyse et donc la conversion du pyruvate en éthanol (Soyuduru D, et al., 2009). En effet, les ions métalliques sont vitaux pour les levures car de nombreuses enzymes les utilisent comme cofacteurs. Ces enzymes voient, en l'absence de ces ions, leur activité fortement diminuer ou devenir nulle. Cependant, ces ions, s'ils sont présents en trop grandes quantités, deviennent toxiques pour la levure et donc pour la production d'éthanol (Jacques K.A, et al., 2003). Ceci souligne l'importance d'apporter les bons ions métalliques en bonne quantité. Enfin, les concentrations optimales en ions métalliques sont spécifiques de la souche utilisée et du milieu (Rees M.R.E, et al., 1997).

- **La température**

La température agit sur les vitesses de croissances et de production de métabolites. Plus la température est élevée plus la croissance sera rapide et ce jusqu'à atteindre la température optimale, au-delà de laquelle la vitesse de croissance diminuera. La température optimale de croissance pour est comprise entre de 30 et 32°C (Aldiguier A. S, et al., 2004). Cela dépend néanmoins des souches, du milieu ainsi que des conditions de culture. L'augmentation de la température, jusqu'à la température optimale, permet de diminuer le temps de fermentation. La température optimale pour la production d'éthanol n'est pas forcément la température optimale pour la croissance de la biomasse. En effet, plus la température est élevée plus la levure est soumise au stress. De plus, la température optimale de production, dépend à la fois de la souche

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

et de la composition du milieu de culture (**Jones A. M, et al., 1994**). Enfin, au-delà de 25°C la levure devient significativement plus sensible à la pression osmotique et la présence d'éthanol. Il a été observé que pour des températures supérieures à 25°C, il y a augmentation des sucres résiduels et diminution du rendement de conversion des sucres en éthanol (**Bvochora J.M, et al.,2000**).

- **L'acidité**

L'acidité se mesure en gramme équivalent d'acide sulfurique par litre de milieu. Plus l'acidité augmente, plus la vitesse de croissance diminue pour devenir nulle à une concentration de 5 g.L⁻¹ exprimée en équivalent acide sulfurique. La mesure de l'acidité est un paramètre complémentaire à celle du pH qui dépend du moût utilisé. Par exemple, le pH 4 correspond pour un sirop à environ 1,5 g.L⁻¹ d'acide sulfurique et pour une mélasse à 5 g.L⁻¹ d'acide sulfurique. L'acidité sert essentiellement à limiter le développement bactérien ce qui est très important dans les milieux non stériles comme les produits sucriers. Une acidité comprise entre 1,5 et 2,5 g.L⁻¹ serait un compromis entre l'effet bactériostatique et le développement optimal de la levure (**De Miniac M.,1988**).

- **Produit de la fermentation alcoolique (l'éthanol)**

L'éthanol est de formule brute C₂H₆O et usuellement désigné par l'abréviation Et OH, l'éthanol est un produit à usages multiples (pharmaceutique, parfumerie, alimentaire, combustible, carburant, etc...). Il est produit chimiquement par hydratation catalytique directe de l'éthylène (CH₂=CH₂) et biologiquement par fermentation alcoolique du glucose. Le bioéthanol a les mêmes caractéristiques que l'éthanol tableau .2 :

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

Tableau 2 : Caractéristiques physico-chimiques de l'éthanol comme combustible liquide
(Walker Graeme M., 2011)

Paramètre	Caractéristique propriétés
Formule moléculaire	C ₂ H ₅ OH
Masse moléculaire	46,07g /mol
Apparence	Liquide incolore
Solubilité dans l'eau	∞ (miscible)
Densité	0.789kg
Température d'ébullition	78.5°C (173°)
Point de congélation	-117°C
Point d'éclair	12.8°C
Température d'inflammation	425°C
Limites d'explosion	Moins de 3.5%(v/v) plus de 19%(v/v)
Pression de vapeur à 38°C	50 mm hg
Pouvoir calorifique supérieure à 20°C	29.800 kj/kg
Pouvoir calorifique inférieur à 20°C	21.090 kj/kg
Chaleur spécifique	Kcal/kg 60°C
Acidité (pKa)	15.9
Viscosité	1.200 mPas (20°C)
Indice de réfraction	1.36 (25°C)
Indice d'octane	99

Ethanol est un alcool primaire, liquide incolore, d'odeur agréable, miscible à l'eau en toutes proportions, miscible à de nombreux solvants organiques, l'éthanol ou alcool éthylique, CH₃-CH₂OH.

La distillation fractionnée des solutions aqueuses fournit en tête de colonne un azéotrope à minimum, c'est-à-dire un mélange de composition fixe passant à température constante : alcool à 95 p. 100 (en fait 95,4 p. 100 en poids) distillant à 78,2 0C. Pour obtenir l'alcool anhydre, il faut procéder à une distillation spéciale, en présence d'un entraîneur d'eau tel que le benzène, qui élimine celle-ci sous forme d'hétéro azéotrope (azéotrope formé de deux liquides non miscibles). L'éthanol est connu, dans toutes les civilisations, depuis la plus haute antiquité : la

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

Bible fait allusion à la conduite scandaleuse de Noé sous l'empire de boissons alcoolisées. C'est en effet sous cette forme qu'était connu l'alcool, obtenu par fermentation directe des sucres (hexoses) sous l'action des enzymes de certaines levures selon l'équation chimique de principe :



L'éthanol produit au cours de la fermentation est toxique pour la levure et entraîne des fermentations languissantes ou même des arrêts de fermentation. Les effets de l'éthanol sont très variés (Ansanay-Galeote V, et al., 2001).

- diminution de la vitesse de croissance
- diminution de la viabilité
- diminution des capacités fermentaires
- déstabilisation de la membrane plasmique et augmentation de la perméabilité membranaire
- stimulation des ATPases membranaires ce qui entraîne une perte d'énergie disponible pour la cellule
- inhibition du transport du glucose et de l'azote.

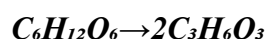
Il a été démontré que même à de faibles concentrations en éthanol, comprise entre 4 et 6% (v/v), il y a formation de « heat shock proteins » (protéine de choc thermique) indiquant un stress important subi par la levure [62]. Cependant, les effets inhibiteurs apparaissent sur la production d'éthanol à partir de concentrations comprises entre 1 La sensibilité à l'éthanol est très variable, elle dépend à la fois du potentiel génétique de la souche [63], du milieu de culture [62], de la température et du procédé de fermentation [64] c'est pour cela que de nombreux paramètres sont à prendre en compte. 0 et 13 % (v/v) [65].

10.3 Autres types de fermentation

La nature des produits issus de la réaction enzymatique, on distingue plusieurs types de fermentation sont :

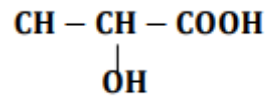
10.3.1 Fermentation lactique

Il se forme de l'acide lactique à partir du glucose.

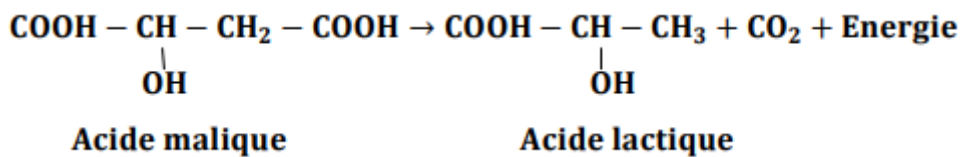


CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

L'acide lactique ayant comme formule semi-développée :



La fermentation malolactique est un cas particulier, l'acide lactique se formant au détriment de l'acide malique.



La fermentation lactique intervient dans l'élaboration des yaourts, des laits fermentés, des saucissons, de la choucroute, du levain pour le pain, de certains fromages. Elle est homolactique quand sous l'action de bactéries homofermentaires l'acide lactique est majoritaire. Parmi les bactéries homofermentaires des bactéries des genres *Lactococcus*, *Lactobacillus* et *Streptococcies*. La fermentation lactique peut être hétéro lactique quand sous l'action de bactéries hétéro fermentaires on obtient de l'acide lactique et d'autres produits, éthanol, acide éthanoïque, Dioxyde de carbone. Parmi les bactéries hétéros fermentaires des bactéries des genres *Leuco nostoc* et certains *Lactobacilles*.

10.3.2 Fermentation acétique

Il se forme de l'acide éthanoïque à partir de l'éthanol.



Ethanol Dioxygène Acide éthanoïque

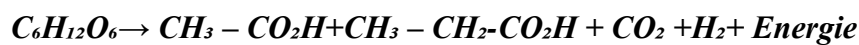
Remarquons que cette fermentation est aérobie, l'oxydation nécessitant l'oxygène de l'air pour avoir lieu. C'est à Louis Pasteur (1808-1873) que nous devons la découverte de la nature biochimique du processus de formation du vinaigre. A partir de 1865, sur la base des recherches de Pasteur, la production industrielle de vinaigre a connu un grand essor. La bactérie du vinaigre "aceto-bacter" se développe dans le vin non bouché. Les petites mouches qui sont fortement attirées par le vin placé à l'air libre et qu'on appelle mouches du vinaigre (drosophiles)

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

véhiculent l'aceto-bacter. Les bactéries de l'acide acétique forment une couche à la surface que l'on appelle la mère du vinaigre. L'aceto-bacter utilise pour vivre l'énergie libérée par l'oxydation. Les processus qui ont lieu en présence d'oxygène de l'air sont dits aérobies. Toute solution alcoolique diluée peut donner de l'acide acétique ; dans ce cas le taux d'alcool correspond à la quantité d'acide acétique qui résultera de la transformation.

10.3.3 Fermentation propénoïque

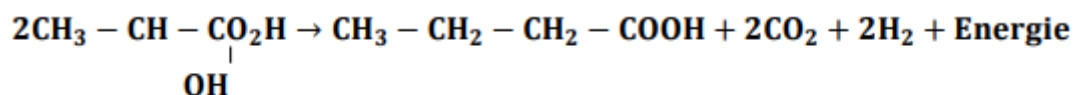
De l'acide propénoïque, de l'acide éthanoïque ainsi que du CO₂ et du dihydrogène se forment.



L'acide propénoïque (ou propénoïque) et l'acide éthanoïque sont responsables de la flaveur des fromages à pâte cuite et le gaz carbonique responsable de l'ouverture de ces fromages (Comté, Gruyère et Emmental). Les bactéries qui produisent ce type de fermentation sont les bactéries propioniques (genre *Propionibacterium*).

10.3.4 Fermentation butyrique

Il se forme de l'acide butanoïque, du CO₂ et du dihydrogène à partir de l'acide lactique déjà formé par fermentation lactique.



L'acide butyrique est responsable de l'odeur putride et du goût piquant de certains Fromages à pâte cuite. Cette fermentation a lieu sous l'effet des bactéries *Clostridium butyricum*.

11. Transformation technologique de datte

Les dattes constituent la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produits alimentaires tels que la pâte de datte, le sirop, le miel, la confiture, le vinaigre, l'éthanol de première instance, la levure boulangère, les protéines unicellulaires comme la levure de fourrage, l'acide citrique, la datte aromatisées et les produits laitiers fermentés probiotiques. On peut distinguer deux types de transformation de dattes selon **Harrak et Boujnah (2012)** :

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

- Transformations technologiques (techniques basées sur des procédés industriels de transformation de la datte).
- Transformations biotechnologiques (techniques visant à réaliser des applications industrielles de la bioconversion).

Parmi les nombreux produits alimentaires élaborés à partir des dattes on peut citer :

11.1 Confiture de datte

Les crèmes et les confitures de dattes sont fabriqués à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière-goût de fermentation. Par mélange et cuisson de la pâte ou de morceaux de dattes et de sirop nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité (**Espiard, 2002**).

11.1.1 Production de confiture

La technologie de cette gamme de produits est basée sur l'extraction par diffusion des sucres et composants solubles de la datte. On peut ainsi obtenir en six à dix heures de diffusion, selon la variété de la datte, un jus titrant environ 50% d'extrait sec soluble au réfractomètre. Une concentration sous vide permet de porter ce jus à 70% d'extrait sec, donnant un sirop de longue conservation ($A_w < 0.6$) (**Episard, 2002**). La confiture de dattes est préparée selon le procédé suivant : (**Harrak et Boujnah, 2012**).

1. Triage

-Idem que pour le procédé de la pâte de dattes.

2. Nettoyage (lavage)

- Idem que pour le procédé de la pâte de dattes.

3. Dénoyautage

- Le dénoyautage est fait à la main ou à l'aide d'un dénoyateur. Selon la consistance des dattes, cette opération peut être facilitée par le trempage des dattes dans l'eau ou une cuisson préalable à l'eau permettant également de libérer et mettre en solution la pectine.

4. Broyage/Raffinage

- La préparation de la confiture peut se faire à partir de la pâte des fruits entiers dénoyautés ou de la pulpe coupée. Pour la pâte, la datte dénoyautée est broyée et homogénéisée à l'aide d'un

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

broyeur homogénéisateur. - Une pré-cuisson ou un trempage dans l'eau permettent de faciliter le dénoyautage et la libération de la pectine. La séparation de la pulpe et des noyaux et le broyage peuvent se faire à l'aide des tamis manœuvrés manuellement ou à l'aide d'un broyeur séparateur électrique permettant l'obtention d'une purée ayant 30 degrés Brix

5. Cuisson

- On mélange les ingrédients pulpe et sucre et on fait bouillir pendant 3 à 5 minutes de façon à concentrer jusqu'à atteindre 60 degrés Brix en utilisant un réfractomètre. - La cuisson se fait soit dans des bassines ouvertes concentré sous vide d'agitateurs dans ce cas-là la concentration a lieu à basse température généralement 45 à 65°C ce qui réduit au minimum la dégradation de la pectine naturellement présente dans le fruit et évite également toute caramélisation des sucres préjudiciable à la saveur du produit. La pectine et l'acide sont ajoutés vers la fin de la cuisson lorsque le mélange atteint approximativement 58°Brix.

La préparation de la marmelade est similaire à celle de la confiture sauf que dans ce cas on utilise de la pulpe de datte broyée qu'on ajoute avant cuisson à un sirop de sucre préalablement préparé. D'autres fruits peuvent être mélangés aux dattes pour la fabrication de la confiture telle que la poire et la pomme.

On peut également renforcer le goût par des arômes artificiels ou naturels de type cannelle, vanille ou cacao, etc. On trouve également des confitures diététiques de dattes, des confitures de dattes sans sucre ajouté.

La qualité de la confiture de dattes doit répondre aux normes recommandées pour la fabrication de la confiture. Les paramètres physico-chimiques à contrôler durant sa préparation sont le pH qui doit être aux alentours de 3 ou de 2,5, le degré Brix du produit fini (60 à 65 ou plus) et les valeurs de l'activité de l'eau A_w doivent être comprise entre 0,60 et 0,85 (à 25°C).

11.1.2 Farine ou poudre de datte

La poudre de dattes est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants (**Ait-ameur, 2001**) et yaourt (**Benamara et al., 2004**).

11.1.3 Pâte de datte

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de dattes, la fabrication est faite mécaniquement (**Espiard, 2002**). La pâte est utilisée en

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

biscuiterie et en pâtisserie pour le fourrage des gâteaux, pour la confection des glaces, sorbets, crèmes, etc. Elle peut être consommée pure ou mélangée avec divers produits pour constituer des friandises: fruits confits, écorces d'agrumes, cacao, amandes, noix. Aromatisée à la vanille, la cannelle, au gingembre ou des aliments de grande valeur énergétique en mélange avec des tourteaux de sésame, d'arachides, des levures alimentaires, de la poudre de lait, avec adjonction de calcium assimilable et de vitamines (**Munier, 1973**).

Donc la pâte de datte a été utilisée comme matière de remplissage et remplace aussi le sucre dans de nombreuses formulations alimentaires (**Jasim et al., 2006**).

11.1.4 Sucre de datte

Obtenu par concentration de sirop, il se présente sous un état amorphe, sa couleur est plus ou moins brune (**El-Aalidi, 2000**). Selon **Harrak et Boujnah (2012)**, le sucre est obtenu à partir d'un broyage suivi d'un malaxage des dattes dans l'eau chaude. Il est préférable d'utiliser un procédé de diffusion qui permet de récupérer l'essentiel des sucres tout en limitant la diffusion des nous sucres dans le jus. La concentration du sirop se fait de 30 à 35 degrés Brix à basse température (de 40 à 45 °C) et sous vide. On obtient un concentré brun clair au jaune vif selon s'il est décoloré ou non. Ce concentré représente un produit sucré d'emploi facile. S'il a été épuré, il n'apporte pas de couleur, ni d'astringence aux boissons diluées ce qui permet de l'utiliser directement dans le thé ou le café. Son pouvoir édulcorant, comme celui du sirop, dépend des sucres qui le composent, surtout le lévulose qui a un pouvoir sucrant bien supérieur à celui des sucres invertis.

11.1.5 Gelée de datte

Ce produit est fabriqué par gélification du sirop de dattes. Il est caractérisé par sa haute valeur énergétique et peut être utilisée à des fins multiples comme matière dans la pâtisserie et pour les tartines (**Harrak et Boujnah, 2012**).

11.1.6 Jus de datte

La fabrication de jus de dattes est connue depuis l'antiquité dans les pays de moyen orient où on trouve une grande quantité de dattes de qualité médiocre destinées à la transformation (**Chaira et al., 2007**).

Concernant la préparation de jus, les pulpes de datte sont finement hachées et une quantité d'eau est ajoutée. Le mélange est ensuite incubé au bain-marie selon un couple temps température

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

donné. Puis, on procède à une étape de filtration suivie d'une clarification pour éliminer les déchets et les solides insolubles (**Mahjoub et Jraidi, 1992**).

Le jus de datte peut être utilisé dans nombreuses préparations alimentaires telles que les boissons gazeuses, le vinaigre, l'alcool, etc... (**Estanove, 1990**).

11.1.7 Yaourt de datte

La préparation des yaourts à base de dattes est réalisée en respectant le diagramme de fabrication d'un yaourt standard avec une modification portant sur la substitution du sucre blanc par la poudre de dattes (**Amellal et Chibane, 2008**).

L'addition des poudres de dattes dans le yaourt en tant que substituant du sucre cristallisé, a permis d'obtenir des yaourts enrichis en minéraux, en protéines, en matière grasse et en solides totaux (**Amellal et Chibane, 2008**).

11.1.8 Sirop de datte

Les dattes de qualité secondaire, trop molles ou écrasées, peuvent être utilisées pour la fabrication de sirops (**Benjamain et al., 1985**).

Elles sont découpées puis chauffées dans l'eau pour obtenir un sirop riche qui peut être filtré et concentré sous vide jusqu'à l'obtention d'un produit concentré à 65-70 % de matière sèche. Ce produit, bien qu'il possède un aspect sombre et stable, il est utilisé comme édulcorant dans de nombreuses préparations pâtisseries et peut également servir comme matière de base dans la production de boissons gazeuses (**Hamad et al., 1982**).

11.1.9 Fabrication du charbon actif

D'après **Haimour et Emeish (2006)**, les déchets agricoles ligno cellulosiques (substances organiques et inorganiques) sont considérés comme une bonne source de production du charbon actif. Ces déchets contiennent des valeurs élevées en charbon (**Banat et al., 2003**).

11.1.10 Aliments de bétail

Les sous-produits du palmier dattier (rebuts de datte, pédicelles de dattes et palmes sèches) peuvent être utilisés comme aliment de bétail. En effet une étude a été faite par **Chehima et Longo (2001)** sur la valeur alimentaire de ces sous-produits chez le dromadaire et le mouton. Cette étude a révélé une grande efficacité dans l'alimentation de ces animaux, dans le sens ou

CHAPITRE I : DATTES ET FERMENTATIONS MICROBIENNES

les palmes sèches et les pédicelles de dattes sont utilisés comme aliment grossier et les rebuts comme aliment concentré.

La farine des noyaux de dattes peut être incorporée avec un taux de 10% dans l'alimentation des poissons et des poulets sans influencer négativement leurs performances (**Gualtieri et Rappacini, 1994 ; Youssif et al. 1996 ; Rahman et al., 2007 ; Al-farsi et Lee, 2008**).

11.1.11 Utilisation dans l'environnement

Actuellement la poudre des noyaux de dattes est utilisée pour l'environnement comme agent de détoxification et de dépollution des eaux polluées par des substances toxiques (**Alhamed, 2009**). Le charbon actif des noyaux de dattes, possède une capacité d'absorption élevée du chrome (Cr) (**El-Nemer et al., 2007**).

Chapitre II : Propriétés de vinaigre de datte

1. Définition de vinaigre

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre. Ce dernier est produit à partir d'un jus de datte par une double fermentation alcoolique puis acétique par *Saccharomyces uvarum* ou *saccharomyces cerevisiae* suivi d'une acétification par *Acétobacter aceti*. Selon **Ould El Hadj et al., (2001)** la double fermentation spontanée des dattes trempées dans l'eau permet la production d'un vinaigre traditionnel très apprécié au sud Algérien (**BOUKHIAR, 2009**). La technique d'élaboration du vinaigre traditionnel est basée sur une double fermentation combinée anaérobie et aérobie (**OULD EL HADJ et al., 2001**).

Cette bioconversion utilise des levures et des bactéries acétiques présentes naturellement dans la datte. Celles-ci entraînent une production d'éthanol qui est transformé en acide acétique. C'est un procédé où les deux réactions biotechnologiques se déroulent au même moment, bien que les exigences des organismes unicellulaire mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène (**Ould el hadj et al., 2001**).

2. Histoire de production du Vinaigre

De plus de 5000 ans, la découverte du vinaigre est intimement liée à la fabrication de vin dont il tire son nom. En effet, le vin exposé à l'air pendant une certaine période se transformera naturellement en un liquide au goût acide : c'est la naissance du vinaigre ou du « vin- aigre ». En 1822, le botaniste PERSOON, reprend les idées de FABRONI et de CHAPTAL, attribue la production de vinaigre au voile qui se transforme à la surface du vin laissé à l'air libre. Croyant être en présence d'un champignon, il lui donne le nom de Mycoderma Acéti (**HYPERLINK, 2005**). Cependant, il faudra attendre PASTEUR et son célèbre mémoire sur la fermentation acétique, publié en 1864, pour comprendre enfin les véritables mécanismes de son élaboration. Le vinaigre est simplement le produit de l'oxydation de l'alcool par l'oxygène de l'air sous l'action d'un ferment le Mycoderma acéti. Louis PASTEUR identifie scientifiquement les cinq critères indispensables à sa production.

1-présence d'Alcool : celui contenu dans le vin, le cidre ou autre boisson alcoolisée.

2-présence d'Oxygène : celui de l'air convient parfaitement l'affaire.

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

3-présence d'un ferment : Mycoderma acéti, en fait une bactérie qu'on renommera Acétobacter acéti (TESFAYE et al., 2002).

3. Définition et réglementation

Le vinaigre, étymologiquement dérive de vin et aigre. C'est un vin rendu aigre par le développement de bactéries acétiques. Par extension, on a appelé vinaigre tout produit obtenu par la fermentation acétique de boissons ou de dilutions alcooliques (BOURGEOIS et LARPENT, 1996). Selon la FAO (1987), le vinaigre est un liquide adapté pour la consommation humaine. Il est produit à partir du matériel approprié d'origine agricole. Il renferme dans sa composition de l'amidon et/ou des sucres, Il contient une quantité indiquée d'acide acétique obtenu par le processus de la double fermentation, alcoolique et acétique (TESFAYE et al., 2002). Dans la législation française, la dénomination « vinaigre » est réservée aux produits obtenus par fermentation acétique de boissons ou dilutions alcooliques et renferment au moins 6% d'acide acétique (décret du 28 juillet 1908 modifié par le décret du **28 mars 1924**). La fabrication de vinaigre est due aux bactéries acétiques « Acétobacter » (GUIRAUD, 199 De même que le Codex Alimentaire, la législation algérienne exige une teneur minimale d'acide acétique de 6% pour le vinaigre de vin et 5% pour les autres vinaigres (JORA, 1998).

4. Composition du vinaigre

Le principal constituant du vinaigre est l'acide acétique. Les composés secondaires, tel que l'acide tartrique, l'acide succinique et les matières azotées, proviennent de la matière première utilisée, des nutriments ajoutés au milieu réactionnel et de l'eau de dilution (FOLLMAN, 1983).

Par contre, d'autres composés se forment au cours de la fermentation acétique (produits de fermentation) ou bien résultent de l'interaction des composant entre eux, tel que l'acétate d'éthyle qui contribue à la flaveur du vinaigre (BOUGHNOU, 1988). Les critères de différenciation entre les types des vinaigres sont les taux en extrait sans sucre, en sorbital, en acétoïne, en acide lactique en acide tartrique ou en lactose (MATHEIS et al., 1995).

- Le vinaigre de vin contient l'acide L-tartrique.
- Le vinaigre de pomme contient l'acide L-maltique.
- Le vinaigre de petit lait (lactosérum) contient l'acide D- et L-lactique.

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

- Le vinaigre de citron contient l'acide citrique Les concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres sont Représentées dans le tableau (Journal Officiel de la République Algérienne, 1998).

5. Différents types de vinaigres

On distingue différents types de vinaigre, le vinaigre d'alcool (CLAVET, 1992 ; GRELON, 2005), le vinaigre de cidre (GRELON, 2005), le vinaigre de vin, le vinaigre de glucose, le vinaigre de betteraves (CLAVET, 1992). Le vinaigre de malt (BOUAZIZ, 2008), le vinaigre de petit lait, le vinaigre de riz, vinaigre balsamique, le vinaigre de thé (GRELON, 2005).

6. Technologie du vinaigre

Le vinaigre est le résultat d'une double fermentation, alcoolique et acétique. Ces dernières permettent de transformer un aliment en modifiant dans un sens favorable ses propriétés. Le choix de la souche est un paramètre déterminant et la connaissance de ses exigences nutritionnelles est indispensable ; le milieu de culture doit être optimisé (T°C, pH, aération, concentration en différents substrats... etc.) ; le choix de la technologie (cellules libres ou immobilisées) ainsi que le procédé de mise en œuvre (cultures en continues ou en discontinues) doit se faire d'une manière judicieuse de manière à atteindre les objectifs attendus.

Avant d'entamer une explication grossière sur la double fermentation, on a intérêt à évoquer les principales voies fermentaires, les différents microorganismes impliqués ainsi que leurs principaux produits, et leurs domaines d'applications (tableau 3).

Tableau 1 : Les principales fermentations microbiennes (Branger, 2008).

Fermentation	Principaux produits	Microorganismes	Applications
Homolactique	96% d'acide lactique	<i>Lactococcus</i> <i>Lactobacillus Sc</i> <i>thermophilus</i>	Salaisons, produits laitiers, choucroute, ensilage
Hétérolactique	40 % d'acide lactique, 19 % de CO ₂ , 18% d'éthanol, 18% de glycérol	<i>Leuconostoc</i> <i>Lactobacilles</i> <i>hétérofermentaires</i>	Kéfir, accidents de fabrication

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

Alcoolique	50% d'éthanol, 50 % de CO ₂	Levures du genre <i>Saccharomyces</i>	Vin, bières, pain, pâtisseries
Acides mixtes	50 % d'acide lactique, 20,5 % d'acides divers, 12 % de CO ₂ , 0,5 % d'H ₂ , 11 % d'éthanol	<i>Escherichia coli</i> <i>Salmonella</i> <i>Citrobacter</i>	Gonflements et mauvais goûts, risques de pathogénicité
Butanediolique	5 % d'acides divers, 40 % de CO ₂ , 0,5 % d'H ₂ , 15 % d'éthanol, 38 % de butanediol	<i>Enterobacter Klebsiella</i>	Gonflements et mauvais goûts
Butanoïque	15 % d'acide acétique, 35 % d'acide butyrique, 48% de CO ₂ , 3 % d'H ₂	<i>Clostridium</i> <i>tyrobutyricum C</i> <i>.butyricum</i>	Gonflements en fromages à pâte cuite
Acétonobutylique	Acide acétique et butyrique, acétone , butanol	<i>Clostridium</i> <i>acetobutylicum et</i> <i>butylicum</i>	Production des solvants
Propénoïque	6 % d'acide acétique, 60 % d'acide propénoïque, 10 % d'acide succinique, 16% de CO ₂	<i>Propionibacterium</i>	Fermentation gazogène dans les fromages à pâte cuite et production d'arôme
Entner- Doudoroff	50% d'éthanol, 50 % de CO ₂	<i>Zymomonas mobilis</i>	Production d'éthanol
Acétique	Acide acétique	<i>Gluconobacter</i> <i>Acetobacter</i>	Production de vinaigre
Méthanique	Méthane	<i>Methanobacterium</i> <i>Methanococcus</i> plus des bactéries syntrophiques	Production de méthane en épuration anaérobie
Malolactique	Acide lactique à partir de l'acide malique	<i>Leuconostoc oenos</i> <i>Lnmesenteroides</i> <i>Lactobacillus plantarum</i>	Désacidification des vins

7. La fermentation alcoolique

Elle est réalisée par des levures (essentiellement des *Saccharomyces*), par décarboxylation de l'acide pyruvique à la suite de la glycolyse puis réduction de l'acétaldéhyde en éthanol. Cette fermentation intervient dans la fabrication du vin, de la bière, de cidre et divers boissons fermentées, ces derniers peuvent servir de matières premières à la fabrication du vinaigre. Son but est essentiellement la fabrication de l'éthanol (**Branger, 2008**). Environ 80 % de l'éthanol produit dans le monde est obtenu par fermentation, le reste provient de synthèse à partir de l'éthylène synthétisé par l'industrie du pétrole. L'éthanol commence à jouer un rôle de plus en plus important comme source d'énergie en remplaçant les produits pétroliers. Le cas du Brésil à cet égard est exemplaire car plus de 10 millions de tonnes d'éthanol sont produits par fermentation avec comme source carbonée le saccharose des mélasses de canne à sucre. L'éthanol peut être utilisé directement sans aucune modification et entraîne beaucoup moins de problèmes écologiques que les produits pétroliers. La production de l'éthanol est donc une alternative attrayante puisqu'il peut être produit à partir de sources renouvelables et disponible en grande quantités : sucres et amidon d'origine agricole, cellulose des déchets industriels et urbains (**Larpen-Gourgau et Sanglier, 1992**).

La levure *Saccharomyces cerevisiae*

Les levures sont des eucaryotes unicellulaires, de forme sphérique avec un volume de $45 \mu\text{m}^3$, possédant les plus simples appareils végétatifs. Elles se présentent sous forme de cellules uniques libres indépendantes ou associées deux à deux. *Saccharomyces cerevisiae* est une levure alcooligène largement employée dans les industries de fermentation (**Larpen, 1991 ; Bourgeois et Larpen, 1996**). Elle contient de nombreux sous espèces et souches permettant d'expliquer son utilisation pour diverses productions à partir de substrats variés. Le taux d'alcool final dépend de la souche et de la concentration en substrat initial. Dans les vins, le taux limite est de 13 à 14% d'éthanol, mais certaines souches peuvent y'arriver jusqu'à 16 à 18 %. Généralement, l'arrêt de la fermentation est dû à l'auto-intoxication des cellules par l'alcool intracellulaires (**B-ranger, 2008**). En raison de sa tolérance à l'éthanol, à la forte teneur en sucres et de sa capacité fermentaire élevée, *Saccharomyces cerevisiae* prend rapidement le dessus et elle est considérée comme responsable de la réalisation de la fermentation alcoolique. Classiquement, la biosynthèse de l'éthanol se fait avec cette levure (*Saccharomyces cerevisiae*), à un pH de 4,5 – 5,0 et une température optimale de 30 °C. Leur développement est très facile sur jus de betteraves ou hydrolysats de céréales. Par contre avec les mélasses, la teneur en

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

substances non glucidiques élevée perturbe souvent leur croissance. Les substrats glucidiques autres que le glucose, fructose et le saccharose ne peuvent pas être directement fermenté par *Saccharomyces cerevisiae* et doivent au préalable, subir une hydrolyse enzymatique ou acide pour libérer les hexoses assimilables par la levure (**Larpen-Gourgaud et Sanglier, 1992**).

8. La fermentation acétique

La fermentation acétique est un processus biochimique où l'éthanol est oxydé en acide acétique par le biais de bactéries acétiques dans des conditions stricts d'aérobiose, elle nécessite donc une très forte aération. Les bactéries acétiques n'interviennent que si la teneur en alcool est faible, leur action peut être favorisée par l'intervention de levures qui oxydent l'éthanol et font donc baisser sa concentration (**Guiraud, 1998 ; Tesfaye et al., 2002**). L'acide acétique est un métabolite microbien très répandu. Cependant malgré sa facilité d'obtention par voie microbiologique, les énormes quantités d'acide acétique utilisées par l'industrie sont obtenues par voie chimique. Néanmoins, la production d'acide acétique pour la préparation du vinaigre, par oxydation de l'éthanol par diverses espèces d'acétobacter, présente une certaine importance. A cause de son intérêt alimentaire, la fabrication du vinaigre, connue depuis l'antiquité, a été l'objet de nombreux perfectionnement qui ont suivie de développement de la microbiologie industrielle (**Simon et al., 1970**).

Les bactéries acétiques

Les bactéries acétiques constituent sont de gram négatif. Tous les membres de la famille des *Acetobacteraceae* sont strictement aérobies et leur métabolisme est strictement respiratoire où l'oxygène est l'accepteur final d'électron. Leurs températures optimales de croissance se situe aux environs de 30 °C, leurs pH optimums de croissance est entre 5,4 et 6,3 (**Larpen, 1997 ; Kersters et al., 2006**). Leur croissance est inhibée par des teneurs au-delà de 40 g/l en acide acétique et un décroissement est enregistré à partir de la valeur limite de 120 g/l d'une part, et d'autre part pour des concentrations en substrat (éthanol) supérieur à 40 g/l (**Berraud, 2000**). Elles sont très tolérantes aux pH acides. Leurs implications dans la fermentation acétique ont été mises en évidence par Pasteur en 1868. Leurs développements se manifestent par la formation d'un voile de surface sur le vin ou le cidre (la mère du vinaigre). Seul ce voile contient des cellules vivantes aérobies strictes. Les acétobacters oxydent plus l'éthanol que le glucose, par contre les *Gluconobacter* ont plus d'affinité au glucose que pour l'éthanol. Contrairement au genre *Gluconobacter* qui s'arrête à l'acide acétique lors de l'oxydation de l'éthanol, le genre *Acétobacter* peut poursuivre l'oxydation jusqu'au stade CO₂ et H₂O quand

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

la concentration en éthanol s'appauvrit (Tesfaye et al., 2002 ; Branger, 2008). Selon Maruka et al. (1988) et Ebner et Follman (1983) cités par Bourgeois et Larpent (1996), un arrêt de l'oxygénation ou l'absence de l'éthanol entraîne la mort des cellules. La résistance des bactéries à l'acide acétique et leur acidophilie, restent encore inexplicée. Il est possible que la richesse de la membrane de ces bactéries en acide gras saturés la rende relativement imperméable à cet acide qui se trouve sous forme indissocié dans les conditions industrielles (Bourgeois et Larpent, 1996).

9. Importance économique du vinaigre

La production mondiale annuelle du vinaigre est estimée à plus de 1600 million de litres. Depuis 1974, la production a peu évolué (BOURGEOIS et al., 1996). D'après certaines recherches, le vinaigre serait un des aliments les plus sains au monde et reconnu très tôt pour ses étonnantes propriétés bienfaitantes (ANONYME, 2007). Le vinaigre est décrit dans la bible et il constitue une matière première utilisée par les alchimistes. Les romains aussi développèrent son utilisation comme boisson additionnée d'eau ou d'un mélange d'eau et œuf. De plus, les résultats très encourageants présentés par RENGASWAMY SANKARANARAYANAN et son équipe du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de Lyon, cité par SPRINGER (2007), ayant développé une technique très peu onéreuse et efficace de dépistage du cancer du col de l'utérus à base d'acide acétique, composant du vinaigre. En effet, le cancer de l'utérus est une maladie très peu dépistée et encore moins soignée dans les pays pauvres (question de moyens). Au XVIIIème siècle, le vinaigre est recommandé pour le soin des animaux, en applications locales, pour soigner les lésions buccales de la peste bovine, de la fièvre aphteuse... (BLANCOU et VIN-NIVEAUX, 2006). Le vinaigre est un produit essentiel dans la cuisine, il a des multiples usages. Il permet d'élaborer les vinaigrettes, les mayonnaises et les moutardes. Il empêche l'oxydation des fruits et des légumes. En outre il prolonge la durée de vie des aliments (CACQE, 2002).

10. Vinaigre traditionnel de dattes

De tout temps les populations sahariennes ont eu à fabriquer localement leur propre vinaigre. Cette production est une tradition ancestrale qui utilise un matériel artisanal et confère au vinaigre élaboré des avantages que l'on ne retrouve pas chez le vinaigre industriel. Le vinaigre est obtenu par la mise en fermentation d'une mesure de dattes pour deux mesures d'eau, auxquelles sont additionnées, selon les techniques du savoir-faire traditionnel certaines substances : blé, orge, Harmel, coriandre, piment, sel de table, clou en fer, charbon et huile de

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

table. La durée de fermentation est de 40 à 50 jours (**OULD EL-HADJ et al., 2001**). Après parage, triage et lavage des dattes, à une mesure de datte est ajoutée deux mesures d'eau du robinet. Au mélange ainsi obtenu, est additionné selon les habitudes traditionnelles des zones de production divers produits en faible proportion, parmi lesquels : 7 grains de blé d'orge, Harmel, coriandre, quelques pincées de piment, quelques pincées de sel de table, un ou deux clous en fer en fonction de la quantité du produit.... Le mélange est mis en fermentation durant quarante à cinquante jours à la température ambiante, dans une gargoulette ou jarre bouchée avec du gypse ou avec du lif de palmier, laissant un micro trou d'aération. Ce temps écoulé, la jarre ou le récipient est débouché. Il est procédé au tamisage. Le produit ainsi obtenu est le vinaigre traditionnel (**OULD EL-HADJ et al., 2001**).

11. Cultivars utilisés pour la production du vinaigre traditionnel

En vinaigrerie traditionnelle, le choix des variétés de dattes, est orienté par leur disponibilité, leur abondance et leur appréciation pour la fabrication de vinaigre traditionnel. Bien que répartie entre les trois classes de dattes, les variétés sont classées comme sous-produits du palmier dattier à cause de leur valeur marchande. Elles sont destinées essentiellement à l'alimentation du bétail et comme appoint alimentaire pendant les périodes de disette.

Les variétés de dattes ci-dessous sont les plus couramment utilisées, toutefois, DegletNour et Ghars, sont très appréciées, et sont aussi largement utilisées en vinaigrerie traditionnelle (**Ouled El-Hadj et al., 2001**) :

* **Harchaya** : appelée aussi «Dkel Akerde ». C'est une datte sèche à épicarpe interne épais, son goût est assez particulier (acide et sucré) d'où son utilisation préférentielle en en vinaigrerie traditionnelle.

* **Assabri** : cette dette sèche de petite taille, est de couleur brune, elle est rare et sa valeur marchande est très faible.

* **Hamraya** : C'est une variété molle de couleur rouge foncé connue aussi sous le nom de 'Tazagart'.

* **El Horra** : C'est une variété sèche de forme ovoïde, Elle présente une couleur ombrée, avec une légère nuance blanchâtre.

12. Utilisation de vinaigre

12.1 Les vertus thérapeutiques de vinaigre

Les anciens médecins arabes ont parlé du vinaigre en citant ses effets utiles et nuisibles pour la santé, il calme les douleurs d'estomac, il est bon pour la rate, il guérit la jaunisse, il facilite la digestion, il améliore l'appétit, il calme les brûlures, sa consommation abusive affaiblit les nerfs et la vue et il jaunit la teinte du visage et provient les tumeurs (**Koudama, 1990 ; cité par Arab & Guezzoun, 2003**). En plus de son utilisation comme condiment, antioxydant, conservateur d'aliment, il est aussi utilisé pour soigner plusieurs maladies et infections tel que les maux de tête et de gorge, la constipation, les pellicules, les toux, les piqûres des insectes, les brûlures... etc (**Sebihi, 1996**).

12.2 Utilisation en cuisine

Les utilisations culinaires du vinaigre ont été très nombreuses : Fabrication du moutard, mayonnaise, sauces... Conservation de la viande, des poissons, des légumes, des fruits de saison, des gâteaux, des épices... (Divies, 1986), car il empêche l'oxydation des fruits et légumes (**Cacqe, 2002 ; cité par Arab & Guezzoun, 2003**). Le vinaigre est décrit dans la bible et il constitue une matière première utilisée par les alchimistes. Les romains aussi développèrent son utilisation comme boisson additionnée d'eau ou d'un mélange d'eau et œufs (**Divies, 1986**).

12.3 Usage domestique

Le vinaigre est considéré comme antiseptique s'utilisent dans le nettoyage du sol, des vitres et des glaces. Il sert souvent comme anti moustique, colle s'il est mélangé à la farine, désinfectant, désodorisant, détartrant, fixant par exemple de couleur des vêtements, ...etc (**Grelon, 2005 ; cité par Bouaziz, 2008**).

12.4 Usage traditionnel et effets thérapeutiques des dattes

Les dattes sont des fruits nutritifs qui renferment une teneur élevée en fibres ainsi que des concentrations appréciables en minéraux, vitamines et antioxydants qui contribuent au bon fonctionnement de l'organisme. Les dattes sont une bonne source de composés phénoliques et flavonoïdes. L'ensemble de ces composés phyto-chimiques inhibent les radicaux libres et protègent l'organisme contre les cancers et les maladies dégénératives (**Duke, 1992 ; Khare, 2007**).

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

D'après ces derniers auteurs, les dattes sont utilisées traditionnellement par plusieurs populations pour différentes raisons :

- Le traitement d'hypertension.
- Comme un fortifiant.
- Associées avec d'autres remèdes naturels contre les hémorroïdes ainsi que pour réduire le risque de la colite et de cancer du côlon.
- Comme adoucissant.

La décoction de dattes convient pour les maladies inflammatoires

- Associées avec d'autres remèdes naturels contre les hémorroïdes ainsi que pour réduire le risque de la colite et de cancer du côlon.
- Comme adoucissant.

La décoction de dattes convient pour les maladies inflammatoires, pour adoucir la toux sèche et renforcer le système immunitaire. Les dattes sont, également, indiquées contre plusieurs maladies telles que les maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose, les troubles intestinaux, etc. (Khare, 2007; Baliga et al., 2011).

Selvam (2008) a rapporté l'importance des dattes dans le traitement des inflammations, des douleurs thoraciques et le traitement symptomatique des constipations. Les dattes sont, par ailleurs, utilisées comme un complément alimentaire idéal pour les personnes souffrant d'anémie grâce à sa richesse en minéraux (Khare, 2007 ; Selvam, 2008).

13. Les majeurs groupes microbiens impliqués dans les produits traditionnels fermentés

Nous n'avons qu'une image très imparfaite des microorganismes des produits traditionnels. La nature des Microflores, leurs interactions entre elles et avec la matrice alimentaire, leur équilibre au cours de la Fermentation, leur origine, leur impact sur les caractéristiques sensorielles sont autant de pistes à approfondir (Guyot, 2010).

13.1 Bactéries

Les bactéries sont omniprésentes dans les aliments, certaines sont responsables des altérations alimentaires tandis que d'autres comme les Clostridium sont des agents causatifs des intoxications alimentaires très graves (Joshi et al., 2006). D'où la complexité de s'assurer de l'innocuité des groupes bactériens présents dans les aliments. Les bactéries lactiques comme

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

Lactobacillus, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Oenococcus* sont les principaux composants microbiens des produits fermentés traditionnels. Les bactéries acétiques qui oxydent l'alcool en acide acétique viennent en second lieu. Ce dernier groupe bactérien est longtemps utilisé pour la production de vinaigre des fruits (**Joshi and Sharma, 2010**).

En troisième lieu, figurent certaines espèces de *Bacillus* (*Bacillus subtilis*, *B. licheniformis* and *B. pumilus*) qui détiennent une forte activité protéolytique et qui accumulent une grande quantité d'ammonium qui augmente l'alcalinité du produit fermenté. Ce type de fermentation, connu sous le nom de « fermentation alcaline » est souvent observé dans les aliments riches en protéines comme les haricots, les fèves de cacao et bien d'autres légumes (Ramesh and Joshi, 2014). Les graines des plantes comme le sésame, le melon sont aussi favorables pour la fermentation alcaline pour en produire des produits traditionnels tels que l'orgi (graines de melon) et l'origi saro (graines de sésame) (**Battcock and Azam Ali 2001**).

13.2 Levures

Les levures et les moisissures sont très répandues dans la nature. Elles sont présentes sur les vergers, les vignobles, dans l'air, sur le sol et dans le tractus intestinal des animaux. Il a été rapporté que les levures sont impliquées dans la production de différents types des aliments et boissons traditionnels (**Ongol and Asano, 2009**). En dépit de leur présence quasi certaine, leur rôle au sein des aliments traditionnels demeure peu investi. Certaines se sont avérées indispensables à la production des aliments, comme les représentants de la famille des Saccharomycaceae, particulièrement *Saccharomyces cerevisiae* impliquée dans la production du pain et des boissons alcoolisés.

Les deux levures; *Schizosaccharomyces pombe* et *Saccharomyces bulderi* sont quasi dominantes dans les boissons fermentées à base de maïs et de millet (**Papalexandratou et al., 2013 ; Battcock and Azam Ali 2001**). D'autre part, le genre *Pichia* est beaucoup impliqué dans la fermentation et l'altération des aliments (**Abriouel et al., 2011 ; Ongol and Asano, 2009 ; Martorell et al., 2007**).

13.3 Champignons filamenteux (Moisissures)

Les moisissures forment un groupe microbien important autant altérant que bénéfique. Les espèces d'*Aspergillus* sont souvent impliquées dans la pourriture et les changements indésirables des aliments traditionnels (**Nmout, 2001**). D'un autre côté, certaines espèces de *Penicillium* sont associées à la maturation et l'aromatisation de nombreux types de fromage

(Bourdichon et al., 2012). Les *Penicillium* et les *Aspergillus* spp sont aussi des agents d'intoxication majeurs par la production des mycotoxines comme la patuline, et les aflatoxines (Joshi et al., 2013).

13.4 La qualité microbiologique des dattes

Il est utile de préciser que ce rapport ne reprend pas l'intégralité des études ayant trait aux dattes, mais seulement les travaux présentant un aide méthodologique ou constituant une base référentielle en matière d'approche scientifique envisageable et réalisable pour déboucher à l'étude du produit traditionnel à base de datte « Btana ». D'autre part, il est fort à constater qu'aucune étude à ce jour ne s'est intéressée à la biodiversité des dattes traditionnellement conservées en matière de microflore (indigène, apportée). La plupart des articles consultés sont orientés vers l'aspect biotechnologique et l'exploitation industrielle et pharmaceutique des dattes, comme l'activité antioxydant des dattes, la bioconversion de ses carbohydrates en molécules à valeur ajoutée (acide citrique, acide lactique...) ou la valorisation de sous-produit des dattes (Dattes à faible valeur marchande, noyaux) en jus, vinaigre, crème, sirop et en production de biomasse.

14. Microflore associées aux dattes

14.1 Études de la diversité microbienne des dattes

Il n'y a pas une espèce particulière qui domine les dattes qui peut être considéré comme la flore originale des dattes vu la variabilité des espèces fréquemment isolées des dattes (Tableau. 2). Pourtant, il y a une tendance d'isolement fréquent des espèces appartenant au genre *Aspergillus* (*A. niger*, *A. flavus* et *Aochraceus*) qui ont dominé certaines dattes originaires de l'Egypte : Abdel-Sater and Saber, 1999 ; Ragab et al., 2001) UAE : Shenasi et al., 2002) Maroc : Hasnaoui et al (2010), KSA : Hamed, 2012). En plus Djerbi (1983) a constaté que les moisissures communément détectées sur les dattes appartiennent au genre *Aspergillus*, il les considère même les principales espèces responsables de l'altération des fruits des dattes avec les espèces d'*Alternaria*. Les espèces de *Penicillium* sont détectées en moindre importance (Abdel-Sater and Saber, 1999 ; Ragab et al., 2001). Taouda et al (2013) ont montré que toutes les variétés de dattes analysées (14 variétés) sont contaminées par les levures (0.6 à 4.9 Log10 ufc/g) et les moisissures (0.5 à 3.8. Log10 ufc/g). 50% des levures isolées appartiennent à *Saccharomyces cerevisiae* alors que les autres levures appartiennent à *Zygosaccharomyces fermentati*, *Hansenula anomala*, *Lodderomyces elongisporus* et *Kluyveromyces fragilis*. Les

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

moisissures sont représentées par *Aspergillus niger* (l'espèce majoritaire), *Penicillium notatum* et *Rhizopus oryzae*. L'étude met en évidence une importante contamination par les GAMT (0.6 à 4.9 Log₁₀ ufc/g) et les bactéries sulfatoréductrices (0 à 4.9 Log₁₀ ufc/g) et l'absence des coliformes. En revanche, les coliformes, *Staphylococcus aureus* et *Salmonella*, n'ont pas été détectées. L'étude révèle que les deux variétés Lulu et Degluet nour sont moins prônées à la contamination microbienne, tandis que la variété molle Boufeggous est la plus contaminée. Cette observation semble contradictoire autant qu'Atia (2011) ait constaté que la variété de Degluet nour a été la plus contaminée parmi les dattes analysées (Asabei ElArose fut le moins contaminées). À notre connaissance, la composition des dattes varie considérablement entre les cultivars, mais il n'y a pas des concrètes évidences sur leur relation avec la susceptibilité des des dattes au développement microbienne. Cette observation a été confirmée par Al Jasser (2010) qui a montré que la variété de Khlas est très sensible à la contamination microbienne contrairement à la variété Sukri résistante au développement microbien. Ces études nécessitent d'autres expérimentations pour déceler les réels facteurs impliqués dans cette distribution hétérogène des microorganismes dans les dattes.

Al Hazzani et al (2014) ont fait une étude exhaustive sur la qualité microbiologique de 12 variétés des dattes collectés de trois marchés en Riyadh, Medina et Al Kharj en Arabie Saoudite, toutes les variétés de dattes étaient contaminées par les moisissures tandis que les bactéries sont détectées dans quelques variétés uniquement. Au totale 20 espèces représentant neuf genres (*Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus*, *Curvularia*, *Cladosporium* *Alternaria*, *Bipolaris*, et *Mucor*) de moisissures ont été détectées. *Aspergillus niger* constituait l'espèce dominante. Cette dernière et trois autres espèces (*A. flavus* *F. oxysporum*, *F. solani*) furent isolées de toutes les variétés analysées. De même 6 espèces de *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. thurengensis*, *B. stearothermophilus*, *B. brevis*, *B. mycoides*, et *B. megaterium*) ont été détectées sur les variétés des dattes qui présentent une contamination bactérienne. Moore et al (2002) ont examiné des dattes fraîches commercialisées en Arabie Saoudite. Le nombre moyen des champignons rencontrés est 5,3 x10² UFC/g, constitué d'un mélange de deux types de colonies fongiques. L'analyse des séquences ITS de l'ARN 5.8S-26S des colonies isolées, a permis l'identification de deux espèces appartenant à *Cladosporium cladosporioides* et *Sporobolomyces roseus*. Ces deux champignons sont déjà connus pour leur implication dans des infections opportunistes d'origine fongique. Au terme de cette étude, les auteurs recommandent une vigilance lors de la consommation des dattes et un respect des bonnes pratiques hygiéniques. Pareillement, Shenasi et al (2002) se sont intéressées au suivi de

CHAPITRE II : PROPRIETES DE VINAIGRE DE DATTE

l'évolution de la microflore des dattes au cours de la maturation. Pour cela, il ont analysé vingt-cinq variétés de dattes durant différents stades de maturation, ces analyses ont porté sur la détermination du nombre total des bactéries mésophiles, , la présence des aflatoxines, d'*Aspergillus aflatoxinogène* et de bactéries lactiques. Les prélèvements ont été réalisés aussi bien sur les dattes fraîches que sur des dattes stockées en conditions d'humidité élevée. Les résultats obtenus montrèrent que le taux de micro-organismes était très élevé durant le premier stade de maturation « Kimiri » mais il diminue durant le stade de maturation suivant " Rutab " et continuait à décroître à la fin du dernier stade de maturation "Tamar". Les aflatoxines ont été détectées dans 12% des échantillons, alors que les *Aspergillus aflatoxinogènes* ont été isolées depuis 40% des échantillons analysés, et ceci durant le stade de Kimri seulement. Les bactéries lactiques ont été observées durant le stade du Rutab dans certaines variétés.

14.2 Les vertus thérapeutiques de vinaigre

Les anciens médecins arabes ont parlé du vinaigre en citant ses effets utiles et nuisibles pour la santé, il calme les douleurs d'estomac, il est bon pour la rate, il guérit la jaunisse, il facilite la digestion, il améliore l'appétit, il calme les brûlures, sa consommation abusive affaiblit les nerfs et la vue et il jaunit la teinte du visage et provient les tumeurs (**Koudama, 1990 ; cité par Arab & Guezzoun, 2003**). En plus de son utilisation comme condiment, antioxydant, conservateur d'aliment, il est aussi utilisé pour soigner plusieurs maladies et infections tel que les maux de tête et de gorge, la constipation, les pellicules, les toux, les piqûres des insectes, les brûlures... etc. (**Sebihi, 1996**).

14.3 Utilisation en cuisine

Les utilisations culinaires du vinaigre ont été très nombreuses : Fabrication du moutard, mayonnaise, sauces... Conservation de la viande, des poissons, des légumes, des fruits de saison, des gâteaux, des épices... (**Divies, 1986**), car il empêche l'oxydation des fruits et légumes (**Cacqe, 2002 ; cité par Arab & Guezzoun, 2003**). Le vinaigre est décrit dans la bible et il constitue une matière première utilisée par les alchimistes. Les romains aussi développèrent son utilisation comme boisson additionnée d'eau ou d'un mélange d'eau et œufs (**Divies, 1986**).

14.4 Usage domestique

Le vinaigre est considéré comme antiseptique s'utilisent dans le nettoyage du sol, des vitres et des glaces. Il sert souvent comme anti moustique, colle s'il est mélangé à la farine,

désinfectant, désodorisant, détartrant, fixant par exemple de couleur des vêtements, ...etc (Grelon, 2005 ; cité par Bouaziz, 2008)

14.5 Usage traditionnel et effets thérapeutiques des dattes

Les dattes sont des fruits nutritifs qui renferment une teneur élevée en fibres ainsi que des concentrations appréciables en minéraux, vitamines et antioxydants qui contribuent au bon fonctionnement de l'organisme. Les dattes sont une bonne source de composés phénoliques et flavonoïdes. L'ensemble de ces composés phyto-chimiques inhibent les radicaux libres et protègent l'organisme contre les cancers et les maladies dégénératives (Duke, 1992 ; Khare, 2007).

D'après ces derniers auteurs, les dattes sont utilisées traditionnellement par plusieurs populations pour différentes raisons :

- Le traitement d'hypertension.
- Comme un fortifiant.
- Associées avec d'autres remèdes naturels contre les hémorroïdes ainsi que pour réduire le risque de la colite et de cancer du côlon.
- Comme adoucissant.

La décoction de dattes convient pour les maladies inflammatoires

- Associées avec d'autres remèdes naturels contre les hémorroïdes ainsi que pour réduire le risque de la colite et de cancer du côlon.
- Comme adoucissant.

La décoction de dattes convient pour les maladies inflammatoires, pour adoucir la toux sèche et renforcer le système immunitaire. Les dattes sont, également, indiquées contre plusieurs maladies telles que les maladies cardiovasculaires, l'ostéoporose, les troubles intestinaux, etc. (Khare, 2007; Baliga et al., 2011).

Selvam (2008) a rapporté l'importance des dattes dans le traitement des inflammations, des douleurs thoraciques et le traitement symptomatique des constipations. Les dattes sont, par ailleurs, utilisées comme un complément alimentaire idéal pour les personnes souffrant d'anémie grâce à sa richesse en minéraux (Khare, 2007; Selvam, 2008).

CONCLUSION



Conclusion

La technologie de la datte recouvre toutes les opérations, qui de la récolte à la commercialisation, ont pour objet de préserver toutes les qualités de fruits et de transformer ceux qui ne sont pas consommés, ou consommables, à l'état, en divers produits, bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie. Les transformations subies par les dattes sont de deux ordres. Elles ont pour but, soit d'augmenter la valeur marchande de la datte ou pulpe de datte saine, en fabriquant un produit de confiserie, telles que les dattes fourrées, ou confiseries à base de datte telles que les jus des dattes, soit de récupérer un sous-produit non consommable en l'état, telle qu'une datte abîmée, voire en cours de fermentation

Aussi, plusieurs produits à base de dattes, occupent une place sur le marché. Le sirop de dattes appelé communément : Robb, fabriqué avec n'importe quelle datte de qualité secondaire, est un produit stable d'une couleur brune. Plusieurs travaux ont étudié l'activité antibactérienne des dattes et dérivés. **RODRIGUEZ et al., (2007)**, attribuent cet effet à la présence de l'acide caféique ; **COWAN (1999)** a rapporté que les différents polyphénols, essentiellement les tanins et les flavonoïdes peuvent augmenter la toxicité des extraits de dattes envers les microorganismes.

Références

- **A. 2007.** Contribution à l'identification des constituants mineurs de la datte Mech-Degla. 75-77.80.81p.
- **AATEF M., NADIF M. 1997.** Le palmier dattier culture et entretien en pays arabes. Ed Elmaaref. Egypte. pp 47- 111.
- **ABIA ET HATI2006.** Diagnostic sur l'utilisation des produits de palmier dattier en médecine traditionnelle et en cosmétique dans la région d'Ouargla. Thèse d'ingénieur. ITAS, université d'Ouargla, 89p.
- Abriouel H., Ben Omar N., Lopez R.L., Martinez–Canamero M., Keleke S., Galvez A. 2006.**Culture-independent analysis of the microbial composition of the African traditional fermented foods poto poto and degue by using three different DNA extraction methods. Int J Food Microbiol 111, 228-233
- **Ait Ameur, L. 2001.** Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de citron. Mémoire de magister. Université de Boumerdes, pp 80
- **Al Hazzani, A. A., Shehata, A.I., Rizwana, H., Moubayed, N.M. S., Alshatwi, A. A., Munshi, A., Elgaaly, G. 2014.** Postharvest fruit spoilage bacteria and fungi associated with date palm (*Phoenix dactylifera* L) from Saudi Arabia. A J Microbiol Res 8(11), 1228-1236
- **Al Jasser, M.S. 2010.** Effect of storage temperatures on microbial load of some dates palm fruit sold in Saudi Arabia market. Afr J Food Sci 4, 359-363
- **Aldiguier A. S., Alfenore S., Cameleyre X., Goma G., Uribelarrea J. L., Guillouet S.E. et Molina-Jouve C. 2004.** Synergistic temperature and ethanol effect on *Saccharomyces cerevisiae* dynamic behavior in ethanol bio-fuel production, Bioprocess Biosyst. Eng. 26 p. 217-222
- **AL-FARSI M. , ALASALVAR C., AL-ABID M., AL-SHOAILY K., AL-AMRY M., AL-RAWAHY F. 2007.** Composition and functional Characteristics of dates, syrup, and by-products. Food chemistry, Article in Press.

- Alfenore S., Molina-Jouve C., Guillouet S.E., Uribelerrea J.L., Goma G. et Bendadis L. (2002).** Improving ethanol production and viability of *Saccharomyces cerevisiae* by vitamin feeding strategy during feed-batch process, Appl. Microbiol. Biotechnol. 60, p. 67-72
- **Al-hamed, Y.A. 2009.** Adsorption kinetics and performance of packedbed adsorber for phenolremoval using activated carbon from dates' stones. J. Hazard. Mater
- **ALKAABI J. M., AL-DABBAGHI B., AHMAD S., SAADI H. F., GARIBALLA S. and AL GHAZALI M. 2011.** Glycemic indices of five varieties of dates in healthy and diabetic subjects. J. Nutr., 59, 1-10
- **Al-Shahib W., Marschall R.J, 2003.** The fruit of date palm :its possible use as the best food for the future ? International Journal of Food Sciences and Nutrition. Vol. 54. P: 247- 259.
- **Al-Shaib et al., 2003;** - The fruit of the date palm: it's possible use as the best food for the future International Journal of Food Sciences and Nutrition, 54, 247-259 pp.
- **Amellal., Chibane, H. 2008.** Aptitudes Technologiques de Quelques Variétés Communes de Dattes Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucré et Aromatisé. Thèse de doctorat, faculté des sciences de l'ingénieur, Université M'hamed Bougara Boumerdès.
- **Amellal., Chibane, H. 2008.** Aptitudes Technologiques de Quelques Variétés Communes de Dattes Formulation d'un Yaourt Naturellement Sucré et Aromatisé. Thèse de doctorat, faculté des sciences de l'ingénieur, Université M'hamed Bougara Boumerdès
- Andreasen AA, Stier TJB. 1954.** Anaerobic nutrition of *Saccharomyces cerevisiae*. II. Unsaturated fatty acid requirement for growth in a defined medium. Journal of Cellular and Comparative Physiology, 43 : 271-281.
- **Anonyme (Document Agriculture et Agroalimentaire Canada), 2007.** Le marché mondial du vinaigre, possibilités pour les exportateurs canadiens de vinaigre. Agriculture et Agroalimentaire, Canada , 16 p.
- **Anonyme, 1993.** Recueil des fiches Technique ITDAS Edt El-Oued, Biskra.42page
- Ansanay-Galeote V., Blondin B., Dequin S. et Sablayrolles J.M. (2001).** Stress effect of ethanol on fermentation kinetics by stationary-phase cells of *Saccharomyces cerevisiae*, Biotechnol. Lett. 23, p. 677-681

- **Arab, N., Guezoun, K.H. 2003.** Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et biochimiques du vinaigre traditionnel de dates de la cuvette Ouregla : vertu thérapeutique. Mémoire de licence en biologie, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla
- Baali M., 2012.** Contribution a la caracterisation et a l'exploration de la microstructure et des proprietes des constituants du palmier. these de magistere. universite mohamed khider biskra, 105 p.
- BABAHANIS, 1998.** Contribution a l'amélioration de quelques aspects de la conduite du palmierdattier (phoenixdactylifira-L), thèse Magister Ag P:11-21.
- **Banat, F., Al- Asheh, S., Al Makhadmeh, L. (2003).** Evaluation of the use of raw and activated date pits as potential adsorbents for dyecontaining waters. Process Biochemistry. Pp 39 193 – 202.
- Battcock, M., Azam-Ali, S. 2001.** Fermented Fruits and Vegetables: A Global Perspective. FAO Agricultural Services Bulletin. No. 134. 96 pp. Rome
- **BELGUEDJ M. 2001.** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du Sud-est. Algérien, Ed. 3D. Alger, 289 p.
- **Belguedj, M., Tirichine, A., Guerradi, M. 2008.** La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaia (Algérie). Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie I.N.R.A.A., El Harrach, Alger
- Benahmed, D., 2007.** Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnelle du vinaigre a partir de deux variétés de dattes commune cultivées dans le sud algérien. Mémoire de magistère en technologie alimentaire non publié, Université M'hamed bougara, Boumérdes.
- **BENAMARA S.; GOUGAM H.; AMELLAL H.; DJOUAB A.; BENAHMED A.ET NOUI Y. (2007).** Some Technologic Proprieties of Commun date (Phoenix dactylifera L.) Fruits. American Journal of Food Technologies, volume 8. pp1557-4571
- **Benamara, S., Chibane, H. et Boukhelifa, M. 2004.** Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes Industries Alimentaires et Agricoles IAA. Actualités techniques et scientifiques, mensuel. P 1 -14.
- Bendjelloul, N.E., &Berraghda, A. 2014.** Caractérisations biochimiques des trois variétés de dattes (Ghars, Déglet-Nour et Dégla-Beida). Mémoire de licence en sciences de la nature et de la vie non publié, Université kasdimerbah, Ouargla.

- **Benjamain, N.D., AI Khalidi, M.S. 1985.** The effect of cold storage conditions on the quality of six date fruit cultivars at ratab stage Ln Date Palm Journal Vol 4, No1, pp 1-17 Vol 4, N° 1, pp 1-17
- **BERINDI A. 2000.** La technologie de palmier dattier. Ed. Dimechk. Damas., 94 – 101. Biologie. 98p.
- **Berraud C., 2000.** Production of highly concentrated vinegar in fed-batch culture. Journal of Biotechnology Letters, Vol. 22, pp. 451–454.
- Biotechnol. Soc. Environ., Vol. 6 (4), pp. 201-207.
- **Blancou, J., Vin-Niveaux, P. , 2006.** Relations historiques et anecdotiques sur les anciens traitements par les plantes des maladies infectieuses et parasitaires des animaux. Journal of Phytotherapie, N° 2 , pp. 74-82
- **Booij L., Piombo G., Risterucci J.M., Coupe M., Thomas D., Furry M., 1992.** Etude de la composition chimique de dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmier dattier (Phoenix dactylifera L.) . Journal of fruits. Vol. 47 N.P : 667 – 677 .
- **Bouaziz, S. 2008.** Caractérisation physicochimique et biochimique de quelques vinaigres traditionnels de dattes de la région d’Ouargla. Mémoire de magistère en Biochimie et analyse de bioproduit non publié, Université KasdiMerbah, Ouargla.
- **Boughnou, N., 1988.** Essai de production du vinaigre à partir des déchets de dattes. Thèse Magister INA El-Harrach, 82 p
- **Bouguandoura N, Benkhelifa A et Bennaceur M., 2001.** La biotechnologie du palmier dattier. Le palmier dattier en Algérie situation, contraintes et apport de la recherche. Colloques et séminaires. Editrices scientifiques. Frédérique Aberlenc- Bertossi, pp 15- 23. FAO., 2010. www.FAO.com.
- **Bouguedoura N., 1991-** Connaissance de la morphogénèse du palmier dattier. Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs et reproducteurs. Thèse de Doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201 p.
- **Bourdichon, F., Casaregola, S., Farrokh, C., Frisvad, J.C., Gerds, M.L., Hammes, W.P., Harnett, J., Huys, G., Laulund, S., Ouwehand, A., Powell, I.B., Prajapati, J.B., Seto, Y., Ter Schure, E., Van Boven, A., Vankerckhoven, V., Zgodar, A., Tuijelaars, S., Hansen,**

E.B., 2012. Food fermentations: microorganisms with technological beneficial use. *Int J Food Microbiol* 154, 87–97

-**Bourgeois, C.M., Larpent, J.-P., 1996.** *Microbiologie Alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires (Tome 2)*. Edition Techniques et documentations, 623 p

-**Bouziane N, Abdellali N., 2017.** Valorisation de la matière ligno cellulosique des déchets de palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) comme fertilisant organique. Mémoire du master, Soutenu le 25 Mai 2017. Université d'ADRAR, 73p

- **Branger, A., 2008.** Fabrication des produits alimentaires par fermentation : les ferments. *Technique de l'ingénieur F 3500*, 1-16 p.

-**Bvochora J.M., Read J.S. et Zvauya R. 2000.** Application of very high gravity technology to the cofermentation of sweet stem sorghum juice and sorghum grain, *Ind. Crop.Prod.* 11, p. 11-17

- **CACQE. 2002.** Rencontre technique. F, D, laboratoire régional de Constantine : p 11- 21.

-**Chaibi, N., Ben Abdallah, A., Harzallah, H., Lepoivre, P., 2002.** Potentialités androgénétiques du palmier dattier *Phoenix dactylifera L.* en culture in vitro d'anthères. *Journal of*

-**CLAVET, (1992).** Alcool méthylique. Vinaigre. Ed, Béranger, Paris et liège

- **COOK J. A., FURR J.R.1952.** Sugars in The fruit of soft. Semi-dry and dry commercial date varieties. *Date Growers. Institute Repport*, 3 (29) 15 p

- **Dawson, H.V.W., Aten, A. 1963.**Récolte et conditionnement des dattes. Ed. FAO, Rome.

-De Miniac M. 1988. Conduite des ateliers de fermentation alcoolique de produits sucriers (mélasse et égouts). *Ind. Aliment. Agric Juillet/Aout*, p. 675-688

- **Devshony, S., E. Etesholaet A. Shani., 1992.** Characteristics and some potential applications of date palm (*phoenix dactilifera L*) seeds and seed oil. *Journal of the American oilchemists' society (JAOCS)*, P: 595-597.

- **Divies, C. 1989.** Le vinaigre, microbiologie alimentaire. Les fermentations alimentaires. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, Vol. 2, 121-147

-**Djerbi, M. 1994.** Précis de phoeniculture. F.A.O.Rome.

- **Djerbi, M. 1983.** Report on Consultancy Mission on Date Palm Pests and Diseases. FAO Rome; October 1983. 28 pp
- **DONALD V. et JUDITH G. V. 1998.** Biochimie. Masson 2eme édition, Paris : 56 – 727.
- **ELBOUZIRI S. ET ELIMAM A. 2006.** Evolution du brunissement non enzymatique de la datte Deglet-Nour ; traitement par thermisation et emballée en atmosphère modifiée au cours du stockage au froid. Mémoire d'ingénieur d'état en biologie, option contrôle de qualité et analyses, université Saad Dahlab-Blida. 83p
- **Espiard, E. 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-Lavoisier.
- **Estanove P.1990.** Note technique :Valorisation de la datte. In : Options méditerranéennes, série A, N°11. Systèmes agricoles oasiens. Ed. CIHEAM. P: 301-318
- Estanove, P. 1990.** Note technique : Valorisation de la datte. Option Méditerranéennes. Série A. N° 11. Les systèmes Agricoles Oasiens. Ed IRFA-CIRA France
- **ETIENNE.2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits, Tec Lavoisier, Paris, New York, 147-149-150-151 p..
- Fermentation alcoolique (e-monsite.com)
- Fernandez, D., Lourd, M., Ouinten, M., Tantaoui, A., & Geige, J.P. (1995).** Le bayoud du palmier dattier : Une maladie qui menace la phoeniciculture. 41(292), 3639.
- **GOWEN A.A., ABU-GHANNAM N., FRIAS J., OLIVEIRA J.**Modeling dehydration and rehydration of cooked soybeans subjected to combined microwave-hot-air drying. **Innovative Food Science &Emerging Technologies (2008)** ;P: 129-137.
- **Grelon. 2005.** Les bienfaits du vinaigre. Ed, veechi, Paris
- **GUALTIERI ET RAPPACCINI. (1994).** Date stones in broiler'sfeeding. In Technologie de la datte. Ed. GRIDAO, 35 p.
- **Guiraud J.P., 1998.** Microbiologie alimentaire. Edition DUNOD, Paris, 615 p.
- **Guyot, J.P. 2010.** Fermented Cereal Products. In Fermented Foods and Beverages of the World, pp. 247-261: CRC Press

- **Hamad S.H . 2012.** The microbial quality of processed date fruits collected from a factory in al Hofuf city, Kingdom of Saudi Arabia. Emir J Food Agric 24, 105-112
- **Hamad, A., Mustapha, A.L., El Kahtani M.S. (1982).** Possibility of utilizing dates syrups as sweetening and flavoring agent in icecream making. Proceeding of the first Symposium on the Date Palm. Saudi Arabia 23-25 Mars. Pp 544-549
- **Harrak, H., Boujnah, M.M. 2012.** Valorisation technologique des dattes au Maroc. Institut national de la recherche agronomique. P 11,157
- Hasnaoui, A., Elhoumaizi, M.A., Asehraou, A., Hakkou, A. 2010.** Chemical composition and microbial quality of main varieties of dates grown in figuig oasis of Morocco. Int J Agric Bio 12, 311-314.
- <https://www..com/document/274711225/Fermentation-Alcoolique> 43
- <https://www.sistecinstrumentation.com/applications/analyse-e>
- **Imad A., Abdul wahab K. A et Robinson R. K., 1995-**Chemical composition of date Varieties as influenced by the stage of ripening. Food Chem., 54: 305-309 pp.
- **IngledeW W.M. 1999.** Alcohol production by *Saccharomyces cerevisiae* : à yeast primer, The alcohol textbook: à reference for beverage. Fuel and industrial alcohol industries. Nottingham University Press, Nottingham. UK. p. 49-87
- **Jacques K.A., Lyons T.D. et Kelsall D.R. 2003.** The alcohol textbook 4th edition. Nottingham university press, p. 108-117
- Jones A. M. et IngledeW W. M. (1994).** Fuel alcohol production : Optimization of temperature for efficient very-high-gravity fermentation, Appl. Environ. Microbiol., vol. 60 N°3, p. 1048-1051
- Joshi, V.K. and S. Sharma. 2010.** Cider Vinegar: Microbiology, technology and quality. pp. 197–207. In Solieri, L. and P. Gludiet (eds.). Vinegars of the World, Springer-Verlag, Italy
- **KENDRI S. 1999.** Caractéristiques biochimiques de la biomasse « *Saccharomyces cerevisiae* » produite à partir des dattes « Variété Ghars ». Mémoire d'ingénieur agronome. Département d'agronomie Batna, 51p.

- **Kerstens Karel, LisdiyantiPuspita, KomagataKazuo, Swings Jean, 2006.** The Family Acetobacteraceae: The Genera Acetobacter, Acidomonas, Asaia, Gluconacetobacter, Gluconobacter, and Kozakia. Journal of Prokaryotes 5, Chapter 3.1.8, pp. 163–200
- Kortebi M, Iaiche A M E A., 2013.** Contribution à la valorisation de la farine des dattes «mechdegla» en vue de son incorporation dans un « biscuit sec ». Mémoire du master, soutenu le 22 septembre 2013. Université Saad Dahlab Blida, 73p.
- **Larpent J.P., 1997.** Microbiologie Alimentaire : techniques de laboratoire. Edition Tec & Doc ; 1073 p.
- Larpent, J.P., 1991.** Biotechnologie des levures. Ed Masson, Paris, 421 p.
- Larpent-Gourgaud, M., Sanglier, J.J., 1992.** Biotechnologies : principes et méthodes. Biosciences et Techniques, Doin éditeur-paris, 21 p
- Luparia V., Soubeyrand V., Berges T., Julien A., Salmon J.M. (2004).** Assimilation of grape phytosterols by *Saccharomyces cerevisiae* and their impact on enological fermentations. Applied Microbiology and Biotechnology, 65 : 25-32 .
- **MANSOURI A., GUENDEZ E., KOKKALOU C E., ET PANAGIOTIS K.(2005).** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). Food Chemistry .89, 411-420.
- Martorell, P., Stratford, M., Steels, H., Fernández-Espinar, M.T., Querol, A. 2007.** Physiological characterization of spoilage strains of *Zygosaccharomyces bailii* and *Zygosaccharomyces rouxii* isolated from high sugar environments. Int J Food Microbiol 114, 234-242
- **Maskan M., 2000.** Microwave/air and microwave finish drying of banana. Journal of Food Engineering. Vol.44.P : 71-78.
- Matheis, W., Bourgeois, J., Caperos, J., Feusi, J., Girard, J.-M., Helbling, J., Hischenhuber, C., 1995.** Vinaigre de fermentation. MSDA (manuel suisse des denrées alimentaires)
- **Mimouni, Y. 2015.** Développement de produits diététiques hypoglycémisants à base de dattes molles variété «Ghars», la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Thèse Doctorat. Université d’Ouargla. Pp 4-7-10.

- **Moore, J.E., Cherie, M., Xu, B., El Shilbly, S. 2002.** Edible dates (*Phoenix dactylifera* L.), apotential source of *Cladosporium cladosporioides* and *Sporobolomyces roseus* : implication for public health. *Mycopathologica* 54, 25-28
- Munier, P. 1973.** Le palmier dattier. Paris: Maison neuve et larose
- **NAHILI N. 2006.** Valorisation de quelques variétés de dattes. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie spécialité sciences alimentaires, université Saad Dahlab-Blida, 71p.
- **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.
- **Ongol, M.P., Asano, K. 2009.**Main microorganisms involved in the fermentation of Ugandan ghee. *Int J Food Microbiol* 133, 286–291
- OUCIF KHALED Mohammed Tayeb-**, Mise en valeur des dérivés de dattes de la région d'Oued Souf pour la production de bioéthanol-, Université Kasdi Merbah Ouargla-, Faculté des Mathématiques et des Sciences de la Matière Département de chimie-, 2017. 44
- **OULD EL-HADJ M.D., SEBIHI A.H., SIBOUKEUR O. (2001).** Qualité hygiénique et caractéristique physico-chimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes d'Ouargla. *Revue Energie Renouvelable : Production et valorisation-Biomasse*, pp 87-92
- Papalexandratou, Z., Lefeber, Z., Bahrim, B., Lee, O., Daniel, M., De Vuyst, L. 2013.**Hanseniasporaopuntiae, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus fermentum*, and *Acetobacterpasteurianus*predominateduringwell-performedMalaysiancocoabean box fermentations, underlining the importance of these microbial species for a success fulcocoabean fermentation process. *Food Microbiol* 35, 73-85
- Ragab, W.S., Ramadan, B.R., Abdel-Sater, M.A., 2001.** Mycoflora and aflatoxins associated with saidy date as affected by technological processes. III International Date Palm Conference, UAE University, Abu Dhabi, AUE, 19-21: 409-421
- **RAZI M. 1993.**Contribution à l'étude de la valeur nutritive du jus de dattes de quatre variétés molles « Ghars, Litima, Tansilt et Takermoust »en comparaison avec le miel d'abeilles. Mémoire d'Ingénieur, I.T.D.A.S, OUAREGLA.66p

- Rosenfeld E., Beauvoit B., Blondin B., Salmon J.M. 2003.** Oxygen consumption by anaerobic *Saccharomyces cerevisiae* in enological conditions : effect on fermentation kinetics. *Applied and Environmental Microbiology*, 69 : 113-121.
- **Sawaya W.N., Khalil J.K., Safi W.M., Al-Shalat A., 1983.**Physical and chemical characterization of three Saudi Date cultivars at various stage of development. *Can. Ins. Food Sci. Technol. J. Vol. 16. N. 2. P: 87-93*
- **Sebihi, A.H. 1996.** Contribution à l'étude de quelques paramètres de la qualité hygiénique et biochimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette d'Ouargla. Thèse d'ingénieur. INFS/AS, Université Kasdi Merbah, Ouargla
- Sedra, M.H.2000.** Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis du maroc: Technique phoénicoles et création d'oasis (1éreed). Maroc: Institut national de recherche en agronomie (INRA), Rabat-Instituts Maroc.
- **Shenasi, M., Aidoo, K.E., Candlish, AA., 2002.** Microflora of date fruits and production of aflatoxin satvarious stages of maturation.*Int J Food Microbiol 15,79(1-2), 113-9*
- **Shenasi, M., Aidoo, K.E., Candlish, AA., 2002.** Microflora of date fruits and production of aflatoxin satvarious stages of maturation.*Int J Food Microbiol 15,79(1-2), 113-9.*
- **Siboukeur O., 1997.** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du jus des dattes. Mémoire Magister en sciences agronomique, INA, Alger, pp : 30-35.
- **Simon, P., Meunier R., 1970.** Microbiologie industrielle et génie biochimique. édition Masson et Cie , paris.
- Sistec. 1.05.2018** Contrôle du procédé de fermentation.
- Soyuduru D., Ergun M. et Tosun A. 2009.** Application of a Statistical Technique to Investigate Calcium, Sodium, and Magnesium Ion Effect in Yeast Fermentation. *Appl. Biochem. Biotechnol. 152, p. 326-333*
- **Taouda H., Errachidi, F., Aarab, L., Chabir R. 2013.** Microbiological Quality of Dates in the North Center Region of Morocco. *J Life Sci 7 (12), 1278-1283*
- Tesfay, W., Morales, M.L., Garcia-Parrilla, Troncoso, A.M., 2002.** Winevinegar: technology, authenticity and quality evaluation; *Journal of Trends in Food Science & Technology*, Vol. 13, pp. 12-21.

- Tirichine, H.S. 2010.** Etude ethnobotanique, activité antioxydants et analyse photochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est Algérien. Mémoire du diplôme de Magister en biologie non publié, Université d'Oran eSenia.
- Toutain G., 1979-** Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed. JOUVE, Paris, 276 p
- Toutain, G. 1979.** Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement. Ed. JOUVE, Paris.
- Walker Graeme M. 2011.** 125th Anniversary Review: Fuel Alcohol: Current Production and Future Challenges. Journal of the institute of Brewing. Vol. 117N°1 .3-22
- **YAHIAOUI K. 1998.** Caractérisation physico-chimique et évolution du brunissement de la datte « D-N » au cours de la maturation. These Mag. I.N.A. El-Harrach.
- 56 Rees M.R.E. et Stewart G.G... 1997.** The effects of increased magnesium and calcium concentration on yeast fermentation performance in high gravity gravity worts, J.Inst. Brew., September-October, Vol. 103, p. 287-291
- Baali M., 2012.** Contribution a la caracterisation et a l'exploration de la microstructure et des proprietes des constituants du palmier. these de magistere. Universite mohamed khider biskra, 105 p
- Belhabib. S., 1995.** Contribution à l'étude de quelques paramètres biologiques (croissance végétative et fructification) chez deux cultivars (Deglet-Nour et Ghars) du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*. L) dans la région de Oued Righ. Mémoire, Ing, Agro. Batna. 54pages.
- Belimi N, Reffas I., 2017.** Valorisation et caractérisation des méthodes d'extraction de sirop des dattes à partir des variétés communes. Mémoire de master. Université d'el oued, 78 p.
- Ben Abdalla A, Stiti K, Lepoivre P., Du Jardin P., 2000.** Identification de cultivars de palmier dattiers (*Phoenix dactylifera* L.)par l'amplification aléatoire d'ADN (RAPD).
- Bouaziz, S. 2008.** Caractérisation physicochimique et biochimique de quelques vinaigres traditionnels de dattes de la région d'Ouargla. Mémoire de magistère en Biochimie et analyse de bioproduit non publier, Université Kasdi Merbah, Ouargla
- ESPIARD E., 2002-** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc-Lavoisier, 360 p.

-Fermentation-Alcoolique. Aug 16, 201.

-**Haimour, N.M., Emeish, S. 2006.** Utilization of date stones for production of activated carbon using phosphoric acid. Waste Management. P 26 651-660

-**Laouar A., 2020.** Caractérisation physicochimique et microbiologique de deux variétés de dattes " hmira ,feggous" et production de bioéthanol à partir de rebuts de dattes " hmira". Thèse du doctorat. Université Tahri Mohamed Béchar. 131 p

-**Lasram, M., Mzali, M. T., Rhouma, A. 2002.** Le palmier dattier, In : l'arboriculture fruitière en Tunisie, 2 : 202-207.

-**Munier P., 1973** .Le palmier dattier. Ed Maison neuve et Larose. 221 page

-**Peyron G., 2000.** Cultiver le palmier dattier. Ed. Cirad. Vol. 19. 110 pages

-**Tahri K., 2018.** Etude de l'architecture et de la biomasse du système racinaire du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) adulte. Thèse de magister. Université de Biskra, 77p.

-**Toutain G., 1967.** Le palmier dattier culture et production. Edition marocaines et internationales, 11 avril. De rabat atanger. 71p.