

République Algérienne démocratique et populaire

Université Abdelhamid
Ibn Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

Mlle. Oudrane Khadidja

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN AGRONOMIE

Spécialité **BIOTECHNOLOGIE ALIMENTAIRE**

THÈME

**Valorisation des déchets de datte
(production du vinaigre)**

« Variété Hmira »

Soutenue publiquement le : 15/09/2019

Devant le Jury

Président	Pr. Larid. Mohamed	U. Mostaganem
Encadreur	Dr.Labdaoui. Djamel	U. Mostaganem
Examineur	Mr. Medjahed.Mostefa	U. Mostaganem

Thème réalisé aux Laboratoires de recherche de l'URER/MS de la wilaya d'Adrar

Année universitaire 2018 / 2019

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.

Le présent travail a été réalisé au Laboratoire de l'URER/MS de la wilaya d'Adrar sous la direction de *Mr. Ben Ali, Mr. Djaber et Mr. Meknassi*, attachée de recherche à l'URER/MS, ADRAR. et *Boukadi Abderrahmane* attachée de recherche à CACC, ADRAR.

Tous mes vœux de remerciements *Mr. Labdaoui Djamel* d'avoir consacré une partie de son temps à la direction de ce travail ainsi que pour ces encouragements qu'il n'a cessés de nous prodiguer.

Nous remercions *Mr. Ben Ali et Mr. Boukadi*, attachée de recherche à l'URER/MS, ADRAR. De nous avoir aidés pour ce travail, pour ses conseils et pour soutien moral.

Nous remercions *Mr. Mdjahed Mostefa, M.A.A.* à l'Université Abdelhamid Ibn Badis pour avoir accepté d'examiner le travail fait.

Nous remercions le président *Mr. Larid Mohamed, M. A. A* à l'Université Abdelhamid Ibn Badis d'avoir accepté de présider le jury ainsi d'avoir évalué ce travail.

Nous saluons infiniment les chefs de départements de science de matière et de sciences technique et nous n'omettrons point de remercier le corps des enseignants de faculté des sciences et sciences de l'ingénieur pour toutes leur gentillesse, leurs disponibilité et pour la bonne formation au cours de ses deux ans.

Nous remercions tous nos amis et tous ceux qui ont contribué à ce travail de près ou de loin.

Au terme de ce modeste travail, nous remercions tous ceux qui m'ont soutenu avec une idée ou un conseil. Béni sois nous et remercie Dieu que de bonnes œuvres soient accomplies. La bonne marche de se travail.



Merci



Dédicace

*J'ai le grand honneur de dédier ce modeste travail :
À mes chers parents : ma mère Lalla et mon père Abdellah,
pour leur aide et ceux qui m'ont toujours encouragé.*

*À mes frères : Abdesabor et sa femme Zohra, Abdelgafor,
Ahmed, que dieu le tout puissant l'accueille en son vaste
paradis.*

À mes sœurs : Soumia, Ishrak.

À Tous mes oncles et toutes mes tantes et mes cousins(es).

*À toute la famille, surtout famille : Oudrane, Bachiekh et
mon GRAND PERE à étendu Dieu à son âge et mon
GRAND MERE qui Dieu est pitié et l'accueil dans son vaste
paradis.*

*A toutes mes amies (Halima, Nomanaa, chiema, Aicha,
Marwa, etc.....).*

*A toute mes collègues étudiant de la promotion de Master
Biotechnologie alimentaire 2018/2019.*

A toute personne qui occupe une place dans mon cœur.

KHADIDJA

Liste des figures

Figure n°01 : Production de la datte en Algérie (FAOSTAT 2019).....	07
Figure n°02 : Carte de répartition géographique du genre <i>Phoenix</i> dans le monde (http://ethnoecologie.revues.org/1524).....	09
Figure n°03 : Répartition de La superficie de la palmeraie algerienne	10
Figure n° 04 : Constituant de la datte.....	11
Figure n° 05 : Les trois derniers stades de formation et maturation des dattes (Source: http://tougourt.org).....	13
Figure n°06 : Technologies des dattes (BOUKHIAR et al., 2009).....	25
Figure n°07 : Protocole expérimentale de fabrication de vinaigre (BREWDUSUD, 2004).....	33
Figure n°08 : Conception d'un schéma de production traditionnelle du vinaigre. (BOUKHIAR, 2009).....	36
Figure n° 09 : Principales variétés de dattes de la wilaya d'Adrar (Boulal et al., 2015).....	40
Figure n°10 : Présentation de la variété des dattes utilisées " H'mira ".....	42
Figure n° 11 : Protocole et les étapes de mesure de pH.....	44
Figure n°12 : Courbe d'étalonnage de D(+) Glucose.....	49
Figure n° 13 : Préparation de la dilution mère.....	50
Figure n°14 : Les étapes de préparations de mout de dattes.....	56
Figure n°15 : Protocoles expérimental de fabrication d'alcool.....	57
Figure n°16 : Protocoles expérimental de fabrication du vinaigre.....	57

Figure n°17: Détermination de °Brix par un réfractomètre.....	60
Figure n° 18 : Variation du pH avant et après fermentation alcooliques.....	66..
Figure n°19 : pourcentages des taux d'humidité avant et après fermentation alcoolique.....	67
Figure n°20 : pourcentages de la matière sèche avant et après fermentation alcooliques.....	67
Figure n°21 : pourcentages des matières organiques avant et après fermentation alcooliques.....	68
Figure n°22 : pourcentages des teneurs en cendres avant et après fermentation alcooliques.....	68
Figure n°23: Pourcentage d'acidité titrable.....	69
Figure n°24: Pourcentage de taux des sucres totaux de datte et de mout de datte.....	70
Figure n°25 : Pourcentage de PH du vinaigre.....	71
Figure n°26 : Pourcentage déterminer MS%, MO%, CD% Vinaigre 1 (M).....	72
Figure n°27 : Pourcentage déterminer MS%, MO%, CD% Vinaigre 2.....	72
Figure n°28 : Pourcentage d'acidité titrable du vinaigre.....	73
Figure n°29 : Pourcentage degré de Brix du vinaigre.....	74

Liste des photos

Photo n° 01 : L'unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien.....	41
Photo n° 02 : Pieds à coulisse.....	43
Photo n° 03 : Balance de précision.....	43
Photo n° 04 : Les capsules dans l'étuve.....	45
Photo n° 05 : Dessiccateur.....	45
Photo n° 06 : Les capsules dans four à moufle.....	46

Liste des tableaux

Tableau n°01 : Production mondiale de dattes (FAO., 2015).....	06
Tableau n°02 : Classification botanique du palmier dattier.....	08
Tableau n° 03 : La teneur en eau de quelques variétés de dattes algériennes.....	16
Tableau n°04 : Teneur en vitamines des dattes (Djerbi, 1994).....	17
Tableau n° 05 : Teneur en éléments minéraux (Djerbi, 1994).....	18
Tableau n° 06 : Exemple Classification des dattes.....	20
Tableau n° 07 : Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de pate des variétés de dattes Khalas, Bumaan et Lulu (JASIM et al., 2006).....	26
Tableau n°08 : Concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres (Journal Officiel de la République Algérienne, 1998).....	32
Tableau n°09 : Préparation de la gamme étalons.....	48..
Tableau n°10 : Plan des analyses microbiologiques des dattes.....	54
Tableau n° 11 : Caractéristiques morphologiques et morpho-métriques.....	64
Tableau n° 12 : Critères d'évaluation qualitative des dattes.....	65
Tableau n°13 : Variation des PH avant et après fermentation alcoolique.....	A1
Tableau n°14 : les taux d'humidité avant et après fermentation alcoolique.....	A1
Tableau n°15 : les matières sèche avant et après fermentation alcoolique.....	A1
Tableau n°16 : les teneur en cendres avant et après fermentation alcoolique.....	A1

Tableau n°17: les matières organiques avant et après fermentation alcoolique	A1
Tableau n°18: Valeurs de l'acidité titrable avant et après fermentation alcoolique	A1
Tableau n°19: Résultats d'analyse du Taux des sucres totaux des deux échantillons.....	A1
.	
Tableau n°20: Résultats des analyses microbiologie de datte.....	63
Tableau n°21: Variation des PH du vinaigre.....	A2
Tableaux n°22: Déterminer MS%, H%, MO%, CD% Vinaigre I (M).....	A2
Tableau n°23: Déterminer MS%, H%, MO%, CD% Vinaigre II.....	A2
Tableau n°24: Valeurs de l'acidité titrable du vinaigre.....	A2
Tableau n°25: degré de Brix du vinaigre.....	A2
Tableau n°26: Résultats des analyses microbiologie du vinaigre.....	66

Tableau des matières

Liste des figures

Liste des photos

Liste des tableaux

Introduction

Partie bibliographique

Chapitre I : Le palmier dattier et la datte

1. Production des dattes dans le monde et en Algérie.....	06
1.1. Production des dattes dans le monde.....	06
1.2. Production de la datte en Algérie.....	07
2. Généralités sur les palmiers dattiers <i>Phoenix dactylifera L.</i>	07
3. Taxonomie.....	08
4. Nom vernaculaire et synonyme.....	08
5. Exigences écologiques du palmier dattier.....	09
6. Répartition géographique du palmier dattier.....	09
6.1. Dans le monde.....	09
7. Répartition géographique du palmier dattier.....	10
7.1. En Algérie.....	10
8. Dattes	10
8.1. Description de la datte.....	10
8.1.1. Aspect botanique.....	10
9. Formation et maturation de la datte.....	11
9.1 Stade de maturation des dattes.....	12
10. Les variétés des dattes.....	13
11. Composition biochimique des dattes.....	15
11.1. Composition biochimique de la partie comestible "Pulpe"	15
11.1.1. Composition physicochimique des dattes.....	15
11.1.1.1. La teneur en eau.....	15
11.1.1.2. Le pH.....	15

11.2. Composition biochimique.....	16
11.2.1. Les sucres totaux et sucres réducteurs.....	16
11.2.2. Sucre inverti.....	16
11.2.3. L'amidon	17
11.2.4. Cellulose :.....	17
11.2.5. Substances vitaminiques.....	17
11.2.6. Protéines et lipides.....	17
11.2.7. Les fibres.....	18
11.2.8. Les éléments minéraux.....	18
11.2.9. Les acides aminés.....	18
11.2.10. Les enzymes.....	18
12. Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau ".....	18
13. Valeur nutritionnelle de la datte.....	19
14. Classification des dattes.....	19
15. Vertus thérapeutique.....	20

Chapitre II : Valorisation des dattes et production du vinaigre

1. La technologie de la datte.....	22
1.1. Conditionnement de la datte.....	22
2. Transformation de la datte.....	22
2.1. Historique de la transformation.....	22
2.1.1. Situation de la transformation des dattes dans le monde.....	23
2.1.1.1. En Irak.....	23
2.1.1.2. Au Maroc.....	23
2.1.1.3. Aux USA.....	23
2.1.1. 4. En Allemagne.....	24
2. Transformation technologique de la datte	25
2.1. Farine ou poudre de datte	25
2.1.1. Caractéristique biochimique la farine ou poudre de dattes	25
2.2. Pate de datte	25
2.2.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la pate de dattes.....	26
2.3. Sirop de dattes	27
2.3.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du sirop de dattes	27

2.4. Jus de datte.....	27
2.4.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de jus de datte	28
2.5. Les aliments de bétail.....	28
2.6. Autres produits.....	28
3. Transformation biotechnologie de la datte.....	28
3.1. Biomasse et protéine unicellulaire.....	29
3.2. Alcool	29
4. Vinaigre	30
4.1. Histoire de production du Vinaigre.....	30
4.1.2. Définition et réglementation.....	31
4.1.3.. Composition du vinaigre.....	32
4.1.4. Principe chimique de fabrication du vinaigre.....	32
4.2. Fermentation alcoolique.....	32
4.2.1 Fermentation acétique.....	33
4.2.1.4. Différents types de vinaigres.....	34
4.2.1.5. Importance économique du vinaigre.....	34
4.2.1.6. Vinaigre traditionnel de dattes.....	34
4.2.1.6.1. Cultivars utilisés pour la production du vinaigre traditionnel.....	35
4.2.1.7. Technique d'élaboration du vinaigre traditionnel.....	35
4.2.1.7.1. Technique de double fermentation spontanée.....	35
4.2.1.8. Technique de fabrication du vinaigre traditionnel par d'amélioration.....	36
4.2.1.9. Aspect thérapeutique du vinaigre traditionnel des dattes.....	37

Partie expérimental

Chapitre III : Matériel et Méthode

1- Présentation de la région d'étude.....	40
a. Gourara.....	40
b. Touat.....	40
c. Tidikelt.....	40
d. Tanezrouft.....	40
I-Présentation de lieu de travail.....	40
I-1- L'URER/MS.....	41
II- Matériel et Méthode.....	42

II- 1- Matériel végétale	42
II-1.1- H'mira (Tilemsou).....	42
II-2- Matériel biologique	43
II-3-Méthodes d'analyses.....	43
II-3-1- Caractéristiques morphologiques des dattes.....	43
II-3-2- Analyses physico- chimiques.....	43
II-3-2-1- Mesure de pH (NF V 05-108,1970).....	43
II-3-2-2- Détermination de la teneur en eau et matière sèche.....	44
II-3-2-3- Détermination de la matière organique et teneur en cendres (NF V 05-113,1972).....	45
II-3-2- 4-Détermination de l'acidité titrable.....	46
II-3-2-5- Dosage des sucres totaux (Méthode de Dubois, 1956).....	47
II-3-2-6- Les analyses microbiologie.....	49
II-3-2-6-1- Les rôle du faire l'analyse microbiologie.....	49
II-3-2-6- 2- Préparation de la dilution mère et de la dilution décimales.....	49
II-3-2-6-3- Les levures et moisissures.....	50
II-3-2-6-3- 1-Préparation du milieu de culture de Levures et moisissures.....	51
II-3-2-6-3- 2- L'ensemencement et l'incubation de Levures et moisissures.....	51
II-3-2-6-4- Escherichia coli.....	52
II-3-2-6-4-1- Préparation du milieu de culture d'Escherichia coli (LS, EC, EPEI).....	52
II-3-2-6-4-2 - L'ensemencement et l'incubation de d'Escherichia coli.....	53
II-3-2-6-4-3- La lecture de colonie d'Escherichia coli.....	53
II-3-2-6-4- 4- Lecture et dénombrement.....	53
II-4- Définition.....	55
II-4-1- Matérielles utilisés.....	55
II-4-2- Elaboration du vinaigre traditionnelle de datte.....	55
 A. Préparation du mout (jus de datte).....	55
 B. Réactivation de la levure boulangerie.....	56
 C. Ensemencement de la levure dans le mout.....	56
 D. Conduite de la fermentation acétique.....	56
 E. Conduite de la fermentation alcoolique.....	57
 F. Filtration de vinaigre après 40 jours	58
 G. Stérilisation : TC° 60 -70.....	58

II-5- Analyses du vinaigre.....	58
II-5-1- Analyses physico-chimiques.....	58
II-5-1-1- Détermination du pH.....	58
II-5-1-2- Acidité titrable (NF V05- 101,1974).....	58
II-5-1-3- Détermination du taux solide soluble TSS " °Brix "par réfractomètre (AOAC, 1995)	59
II-5-1-4- Les analyses microbiologie du vinaigre	60
II-5-1-4- 1- Les différentes bactéries et leurs milieux des cultures.....	60
II-5-1-4-2- Les germes aérobies mésophiles totaux.....	60
II-5- 1-4-2-1- Préparation du milieu de culture du germe aérobie mésophiles totaux (PCA)	61
II-5-1-4-2-2- L'ensemencement et l'incubation les milieux de culture et la lecture des Colonies.....	62
II-5- 1-4-2-3- L'ensemencement et l'incubation de germe aérobie mésophiles totaux	62

Chapitre IV : Résultats et discussion

III - Résultats des analyses de datte	64
III.1 Résultats des caractéristiques morphologiques des dattes	64
III -2- Résultats des analyses physico-chimiques.....	65
IV -2-1- Mesure et suivi du pH.....	65
III -2-2- Taux d'humidité et matière sèche.....	66
III -2-3- Taux de cendre et matière organique.....	68
III -2- 4- Acidité titrable	69
III -2-5- Dosage des sucres totaux.....	69
III -2-6- Résultats microbiologiques de dattes.....	71
III- Résultats des analyses physicochimiques des deux variétés du vinaigre	71
1II- 1- Mesure et suivi du pH.....	71
III-2- Matière sèche, matière organique et cendre	72
III-3- Acidité titrable	73
III-4- Taux de Brix	73
III-5- Résultats microbiologie du vinaigre	74

Conclusion

Références bibliographiques

Les annexes

المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو تثمين مخلفات التمر بولاية ادرار والتي اخترنا منها صنف "حميرا"

لتصنيع مادة الخل بطرق بيوتكنولوجية.

E.Coli, Germe-تطرقنا في هذه الدراسة إلى عدة تحاليل فيزيوكيميائية(الوصف,الشكل, اللون).التحاليل الكيميائية (نسبة نسبة Ph ,). التحاليل الميكروبيولوجية (العففات والخمائر , Totaux

)
-التخمير الكحولي والتخمير الخلّي لعصير التمر في وجود وغياب خميرة الخبز

تم معاينة كل من استهلاك السكر, ونسبة الحموضة,النتائج المحصل عليها ان عصير التمر غني بالسكر نسبة 75%. والخل المحصل عليه نسبة حموضته بين 4,24 % و 4,44 %.

-الكلمات المفتاحية, : عصير التمر, التخمير الكحولي والخلّي , التثمين, حميرا (تلمسوا)

Valorisation des déchets de dattes (Production du vinaigre) "Hmira"

Résumé

L'objectif de cette étude est la valorisation des déchets des dattes par variété « Hmira »

D'un cultivar très répandu dans la wilaya d'Adrar. Tel que par un procédé biotechnologique du vinaigre.

- L'étude effectuée a porté sur les analyses physico-chimiques : la description morphologique (longueur, poids, taille, et couleur), les analyses chimiques (teneur en eau, pH, cendres, éléments minéraux et acidité) et les analyses biochimiques (sucres totaux).
- La fermentation aérobie et anaérobie a été réalisée par l'ensemencement du moût de rebuts de dattes par la souche de levure *Saccharomyces cerevisiae* et fermentations sans S.C.
- l'évolution de pH et de la consommation de sucres ont été évalués. Les résultats obtenus montrent que le moût riche en sucres totaux (75 %) et acidité 4,24% à 4,44%.

Mots clés : moût de dattes, fermentation alcoolique et acétique, valorisation, Hmira

Valorization rejects the date (Production of vinegar) “Hmira”

Abstract

The objective of this study is the valorization of the dates rejects of a cultivar very answered the date waste in adrar wilaya, the rejects of Hmira variety by a biotechnological process: such as the production of vinegar.

The study carried out related to the physicochemical analyses: the morphological description of rejects (length, weight, size, and color), chemical analyses (tenure out of water, pH, ashes, element minerals and acidity) and biochemical analyses (total sugars). A fermentation aerobiosis and anaerobiosis was carried out by sowing the must of date rejects by the yeast stock *S.C* from date rejects “Hmira”. And mout without *S.C* The production of vinegar, the evolution of pH and the sugar consumption were evaluated. Results obtained watch that must rich in total sugars 75% and acidity 4,24% - 4 ,44%.

Keywords: Valorization, Must of dates , , Fermentation alcoolique and acétique , *Hmira*

Introduction général

Introduction

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est considéré comme l'arbre des régions désertique du globe connues pour leur climat chaud et sec. 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**).

Dans les palmeraies du Sud-Est algérien un nombre important de cultivars du palmier dattier a été reconnu et identifié par les phoeniculteurs locaux. Leurs fruits se distinguent les uns des autres par différents critères ou descripteurs tels que le goût, la forme, la couleur, le mode de conservation, l'utilisation en industrie agroalimentaire (**TIRICHINE., 2010**).

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 million de tonnes plaçant ainsi l'Algérie au 4^{ème} rang des producteurs de dattes avec 47000 t/an, dont 30% sont des dattes communes à faible valeur marchande, pour la plus part destinées à l'alimentation du bétail (**FAO, 2017**).

Les dattes sont particulièrement riches en glucides et en éléments minéraux notamment en K , Ca et Mg, les fibres diététiques et vitamines (**El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012**).

En effet, des macromolécules et d'autres micronutriments essentiels : les flavonoïdes les composés phénoliques et les anthocyanines sont également présents dans la datte (en raison de ses antioxydants, la datte est utilisée pour le traitement de l'hypertension, diabète et cancer) (**Al Harthi et al., 2015**).

Y compris les variétés sèches, elles constituent un véritable concentré de calories avec plus de 50% de sucres par rapport à la matière sèche (**BEN AHMED et al ., 2010**).

Des milliers de tonnes de dattes restent non utilisées et peuvent dépasser les 30 % de la production.

Elles pourraient être transformées et donc valorisées (**Ministère de l'Agriculture, 2001**).

Toutefois, le secteur phoenicole, malgré les richesses qu'il procure dans les zones

Introduction général

désertiques, accuse un retard technologique. En effet, dans le domaine de la technologie de la datte et de sa valorisation, les systèmes pratiqués sont restés archaïques. Les produits qui peuvent être issus de la transformation de la datte sont cependant très divers (MECHRAOUI et BELKHADEM, 2009).

Il y'a quelques années, les pays arabes, producteurs de dattes (Irak, Arabie Saoudite...etc.) commencent à s'intéresser à la technologie de la transformation de datte, ils ont réalisé des usines modernes de transformation d'autres envisagent d'investir dans le créneau mais leurs valorisation reste trop faible. Actuellement, la transformation de la datte et des coproduits du palmier est lancée à l'échelle industrielle et les pays développés ont adapté des lignes modernes pour le traitement et la transformation de la datte, ce qui permet d'obtenir une gamme d'assortiments. Ainsi les opportunités de transformation de datte et des coproduits offrent une gamme variée de produits telle que : les farine à partir des dattes sèches, les sirops à partir des dattes secondaires, le miel à partir des dattes molles, l'alcool, la confiture, les vins ,le vinaigreetc(KHELIFA., 2012).

Dans notre pays , et surtout dans la région Sud-Ouest comme Adrar . Il existant des variétés de datte non commerciale, la variété "**Hamira**" par exemple (une variété de Seconde qualité" est très riche en sucres réducteurs les sels minéraux et les vitamines, l'une des utilisations possible, à part l'alimentation du bétail, est d'en extraire un jus sucré qui sera destinée a la consommation, ou d'être utiliser tel que la production des métabolites d'intérêt industriels.

L'industrie alimentaire, comme les autres industries ont connu une grande évolution, cette évolution favorable aux consommateurs cherche depuis toujours un produit de qualité adapté aux besoins fondamentaux de l'organisme, à la santé, à la sécurité et à la protection de la vie du citoyen (MESSAID et BEN AZZOUZ, 2008).

La méthode utilisée traditionnellement pour fabriquer du vinaigre de dattes ne permet pas toujours l'obtention d'un produit fini conforme aux normes réglementaires .Elle n'est pas reproductible et le degré acétique des produits est souvent inférieur à celui préconisé par les normes à savoir 5°.

Introduction général

De même le degré alcoolique du produit fini est souvent supérieur à celui préconisé par la réglementation (0,5°GL), puis qu'elle est relativement longue .En plus de cela, cette méthode exige une durée de 40 jours.

Le document est présenté selon le plan suivant et qui comprend :

- Une première partie relative à l'étude bibliographique comprenant trois chapitres dont le premier ; des généralités autour des palmiers dattiers et la datte, le deuxième présente la valorisation des déchets du datte et production de vinaigre.
- Une deuxième partie expérimentale présentant le matériel végétal utilisé, les méthodes nécessaires pour la confection des vinaigres et même le déroulement du test de dégustation.
- Une troisième partie concernant les résultats obtenus, leurs analyses et leurs discussions.

Enfin une conclusion générale résume les différents résultats obtenus et les perspectives de ce travail.

1. Production des dattes dans le monde et en Algérie

1.1. Production des dattes dans le monde

La production mondiale des dattes est d'environ 7 millions de tonnes par année et a plus que doublé depuis les années 1980. Cela place la datte au 5^{ème} rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. D'après la F.A.O, la production mondiale de dattes est estimée à 7.62 millions de tonnes en 2015. Les principaux pays producteurs de dattes les plus importants sont : l'Égypte, l'Iran, l'Arabie Saoudite, les Emirats arabes, l'Irak, le Pakistan et l'Algérie et le Soudan. Selon les données de la FAO, l'Algérie serait le quatrième producteur mondial de dattes. Du point de vue quantitatif, la production algérienne représente 12% de la production mondiale, mais du point de vue qualitatif, elle occupe le premier rang à la variété Deglet- Nour, la plus appréciée mondialement (FAO., 2015).

Tableau n°01 : Production mondiale de dattes (FAO., 2015).

Production en tonnes. Chiffres 2015		
Données de FAOSTAT (FAO) ⁶		
 Égypte	1 501 799	21 %
 Iran	1 083 720	15 %
 Arabie saoudite	1 065 032	15 %
 Algérie	848 199	12 %
 Irak	676 111	9 %
 Pakistan	526 749	7 %
 Oman	269 000	4 %
 Émirats arabes unis	245 000	3 %
 Tunisie	195 000	3 %
 Libye	174 040	2 %
 Chine	150 000	2 %
 Maroc	107 611	1 %
Autres pays	347 528	5 %
Total	7 189 789	100 %

1.2. Production de la datte en Algérie

Le graphe suivant représente l'accroissement de la superficie destinée à la production des dattes entre 2010 et 2017

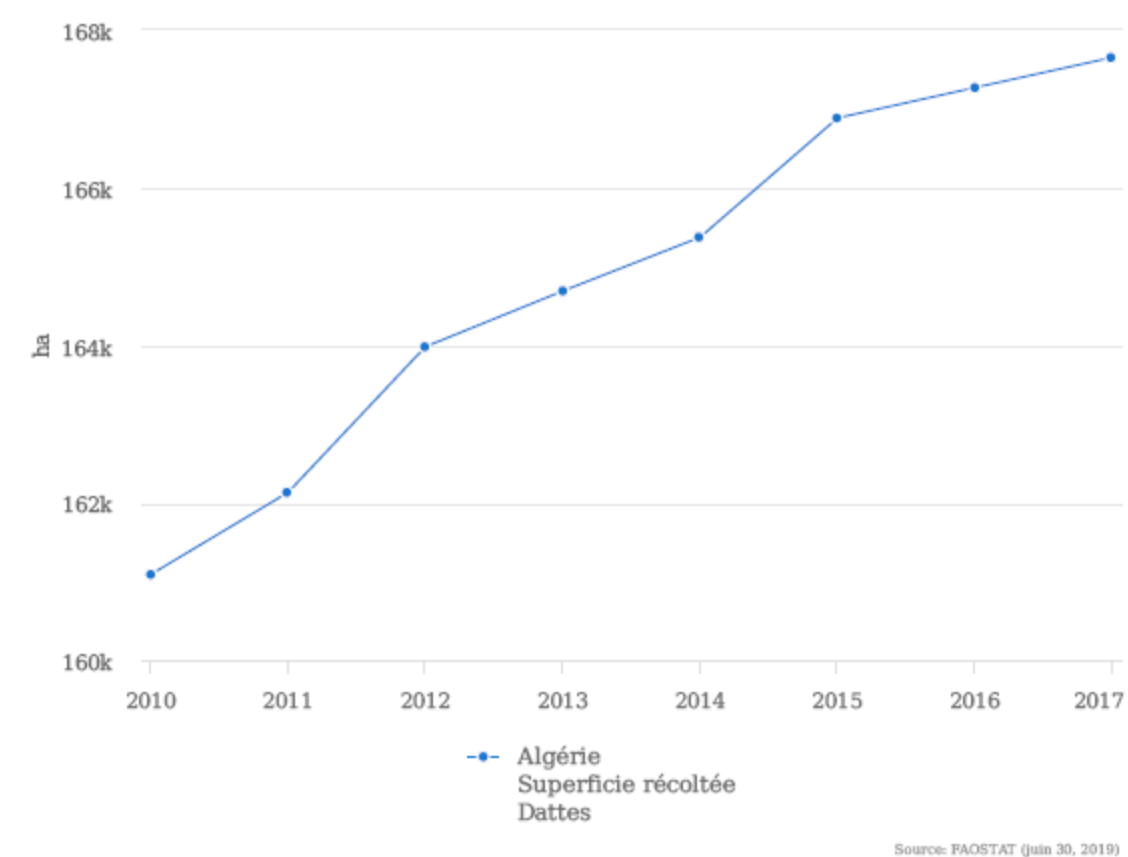


Figure n°01 : Production de la datte en Algérie (FAOSTAT 2019).

2. Généralités sur les palmiers dattiers *Phoenix dactylifera L.*

Le palmier dattier : *Phoenix dactylifera L.* provient du mot « *Phoenix* » qui signifie dattier chez les phéniciens et *dactylifera* dérive du terme grec « *dactylos* » signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (DJERBI., 1994). C'est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des *Arecaceae* qui compte environ 235 genres et 4000 espèces (MUNIER., 1973). Le palmier est une composante essentielle de l'écosystème oasien (TOUTAIN., 1979), grâce à sa remarquable adaptation aux conditions climatiques, la haute valeur nutritive de ses fruits, les multiples utilisations de ses produits (BOUSDIRA et al., 2003 ; BAKKAYE., 2006) et sa morphologie favorisant d'autres cultures sous-jacentes (EL HOMAIZI et al., 2002). Comme

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

C'est une espèce arborescente connue pour son adaptation aux conditions climatiques trop sévères des régions chaudes et sèches (BOUGUEDERI et al., 1994). En général, les palmeraies algériennes sont localisées au Nord-Est du Sahara au niveau des oasis où les conditions hydriques et thermiques sont favorables (GHAZI et SAHRAOUI.,2005).

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).

3. Taxonomie

Selon (UHL et DRANSFIED., 1987), le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est une plante Angiosperme Monocotylédone, classée comme suit :

Tableau n°02 : Classification botanique du palmier dattier.

Embranchement	Angiospermes
Classe	Monocotylédones
Groupe	Spadiciflores
Ordre	Palmales
Famille	Arecaceae(Palmaceae)
Sous- famille	Coryphoïdaea
Tribu	<i>Phoenixeae</i>
Genre	<i>Phoenix</i>
Espèce	<i>Phoenix dactylifera L.</i>

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

4. Nom vernaculaire et synonyme

Palmier dattier (Français), Nakhla (Arabe), Tamar (Hébreu), Palmadatilera (Espagnol), Palma daterro (Italien), Manah (Persan), Tazdait, Tanekht, Tainiout (en Berbère suivant les régions) (TIRICHINE., 2010).

5. Exigences écologiques du palmier dattier

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

Le palmier dattier offre de larges possibilités d'adaptation, c'est une espèce thermophile qui exige un climat chaud. C'est un arbre qui s'adapte à tous les sols. Il est sensible à l'humidité pendant la période de pollinisation et au cours de la maturation (MUNIER., 1973 ; OZENDA., 2004).

6. Répartition géographique du palmier dattier

6.1. Dans le monde

Le dattier est une espèce xérophile, il ne peut fleurir et fructifier normalement que dans les déserts chauds (AMORSI., 1975). Son nombre dans le monde être estimé à 100 millions d'arbres (BEN ABDALLAH., 1990). Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes, principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (TOUTAIN., 1996). Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au XVIII^{ème} siècle. Sa culture n'a débuté réellement que vers les années 1900 avec l'importation de variétés irakiennes (MATALLAH., 2004 ; BOUGUEDOURA., 1991). Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (MATALLAH., 2004).

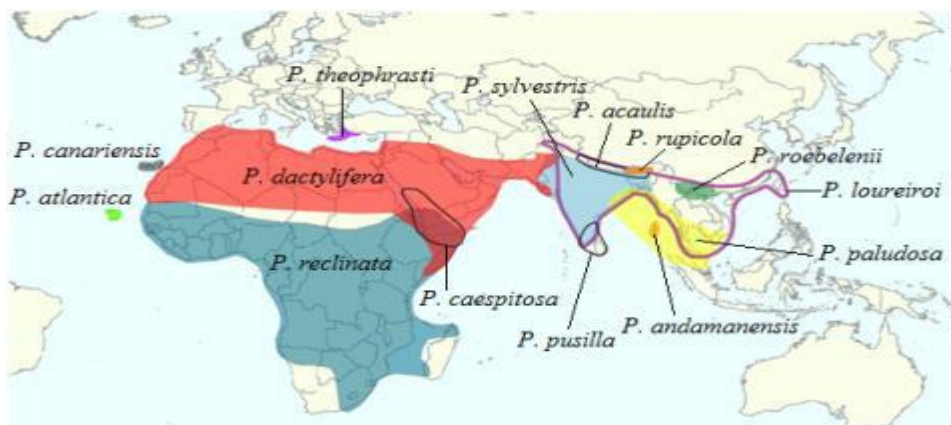


Figure n°02 : Carte de répartition géographique du genre *Phoenix* dans le monde
(<http://ethnoecologie.revues.org/1524>)

7. Répartition géographique du palmier dattier

7.1. En Algérie

Comme montre la figure I.1, Le palmier dattier est cultivé dans les régions sahariennes du pays : Ziban (Biskra), Le Souf (El-Oued), Oued-Righ (M'Ghair, Touggourt...), Ouargla, M'Zab (Ghardaïa), Touat (Adrar), Gourrara (Timimoun), Tidikelt (In-Salah), Saoura (Béchar), Hoggar-Tassili (Tamanrasset, Djanet). On trouve également de petites palmeraies dans le sud des Wilayas steppiques (Tébessa, Khenchella, Batna, Djelfa, Laghouat, M'Sila, Naâma, El-Bayedh) (Belguedj, 2010).

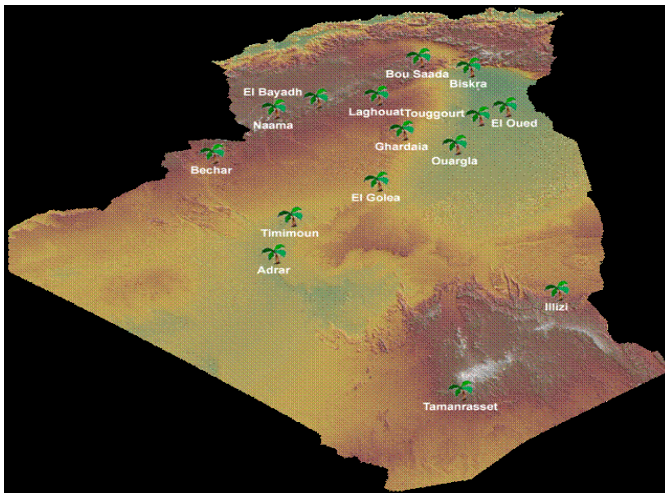


Figure n°03 : Répartition de la superficie de la palmeraie algérienne.

Sillon 165.400 ha de Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural 2014. La diversité génétique est importante. L'inventaire variétal établi par (Hannachi et al. 1998) sur l'ensemble des oasis algériennes fait état de 946 cultivars.

8. Dattes

8.1. Description de la datte

8.1.1. Aspect botanique

La datte fruit du palmier dattier est une baie, de forme généralement allongée dans la plupart du temps, mais le fruit peut avoir différentes formes et couleurs, solen les espèces elle comporte de trois tissus :

- Une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe ou peau.

- Le mésocarpe est plus ou moins charnu et de consistance variable. Il présente une zone périphérique de couleur plus soutenue et de texture compacte.
- Une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe

Le péricarpe, le mésocarpe et l'endocarpe sont confondus par les conditions sous l'appellation chair ou pulpe (MUNIER, 1973).

La consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories: dattes sèches, demi-molles et molles (MUNIER, 1973).

Leurs dimensions sont très variables de 1,5 à 7 ou 8cm de longueur et d'un poids de 2 à 7ou8 g selon les variétés (DJERBI, 1994).

Selon (Espiard 2002) La partie comestible de la datte dite chair ou pulpe, est constituée d'un péricarpe, mésocarpe et un endocarpe. Les dattes ont une consistance très variable et se présentent en différentes couleurs, selon le stade de maturation et le type variétal (Dowson et Aten, 1963).

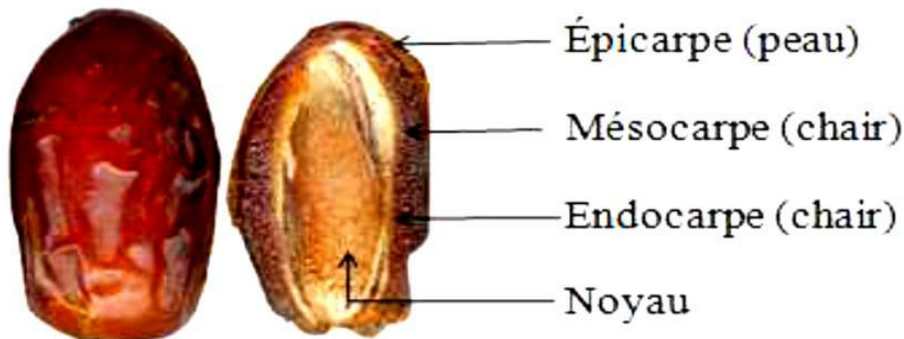


Figure n° 04: Constituant de la datte

9. 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 :

9.1. 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 périgone et se caractérise par une croissance lente (DJERBI., 1994).

- **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'épisperme 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).

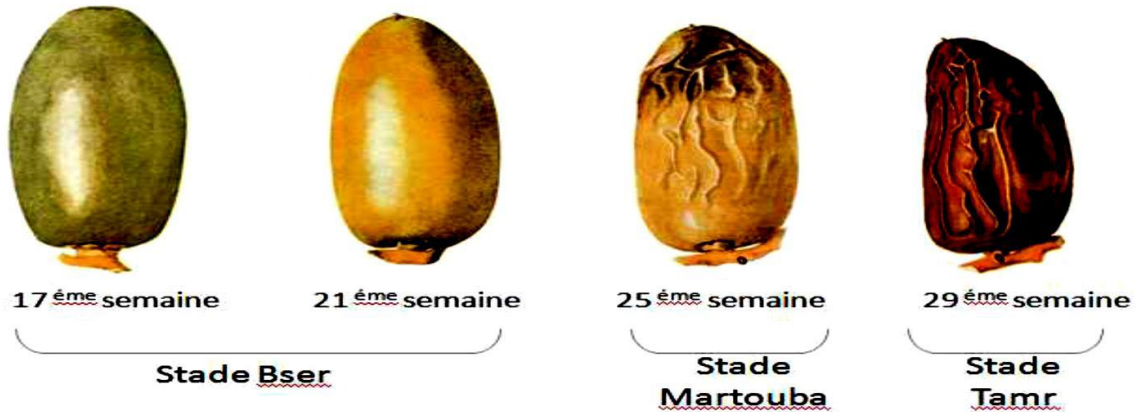


Figure n° 05 : Les trois derniers stades de formation et maturation des dattes

(Source:<http://tougourt.org>)

10. Les variétés des dattes

Elles sont très nombreuses et se différencient par leurs saveurs, consistances, formes, Couleurs, poids et dimensions (**BUELGUEDJ., 2002**).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes et les principales variétés cultivées sont :

- **Deglet Nour**

Nom vernaculaire : Deglet Nour (par rapport à sa brillance et sa couleur translucide)

Importance et abondance : fréquent dans toutes les palmeraies du Sud-est (Bas Sahara) et abondante dans les Ziban.

Date de maturation : début Septembre à fin Décembre Selon la Datte d' excellente texture mi-mielleuse mi-fibreuse.

Elle se présente sous plusieurs aspects selon les stades de maturation à la récolte et surtout selon les terroirs...: mielleuse et transparente, région et selon le terroir pour la même région; ferme brillante et dorée ferme peu transport

Mode de consommation :

-Fraiche en l'état;

-fourrée au beurre frais ou aux amandes dorée, à sèche exigeante au transport.

- tassée dans des sacs de cuir ou des bocaux en plastiques

- En pâtisserie /confiserie ;

Appréciation : hautement appréciée ;

Conservation : forte aptitude de conservation pour une longue période de 6 à 12mois dans l’emballage approprié;

Degré de commercialisation : très demandée notamment par les pays européens, aux USA.

- **Hmira**

Nom vernaculaire: Hmira ;

Sens du mot: couleur rougeâtre ;

Date de maturation : septembre, octobre

Mode de consommation : Fraiche et conservée;

Couleur: marron rougeâtre ;

Consistance: molle à demi-molle;

Appréciation: bonne;

Conservation : écrasé ou sacs;

Degré de commercialisation : importante (**Hannachi S. ; Khitri D., Benkhalifa A. Et Brac de la Perrière R.A. 1998**)

- **Deglet Talmine**

Nom vernaculaire : Deglet Talmine (par rapport à l’oasis de Talmine) djedir Talmine), Deglet

Importance et abondance : fréquent dans toutes les palmeraies du Sud-est (Bas Sahara);

Date de maturation : Septembre, octobre, novembre et décembre

Mode de consommation : fraiche en l’état ou conservé

Couleur: Beige à marron foncé

Texture: Plastifiante

Saveur: parfumé, légèrement acide

Appréciation : appréciée ;

Conservation : pilé et en poudre

Degré de commercialisation : très demandée notamment par les pays du Sahel. (**BELGUEDJ M. 2002**)

- **Ghars**

Nom vernaculaire : Ghars

Sens du mot: pâteux et collant

Importance et abondance : très peu fréquent

Date de maturation : Octobre

Mode de consommation : -Fraiche en l'état; -écrasée et conservée comme réserves alimentaires,

Appréciation : assez appréciée localement;

Conservation : bonne aptitude de conservation notamment écrasée sous forme de b'tana; en sacs.

Couleur: ambrée

Texture: fibreuse

Consistance: Datte demi sèche à sèche

Degré de commercialisation : peu importante. . (BELGUEDJ, 2002)

□ Variétés communes

Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla (HANACHI *et al.*, 1998).

11. Composition biochimique de la datte

11.1. 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. Selon (ESTANOVE 1990), 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 protéines, les lipides, la cellulose, les cendres (sels minéraux), les vitamines et les enzymes.

11.1.1. Composition physicochimique des dattes

11.1.1.1. La teneur en eau

La teneur en eau est en fonction des variétés, stade de maturation et du climat. Selon (Booij *et al.*, 1992), l'humidité décroît des stades verts aux stades murs.

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% et les dattes de consistance demi-molles ont une humidité variant entre 20-30%.

**Tableau n° 03 : La teneur en eau de quelques variétés de dattes algériennes
(BELGUEDJ., 2002)**

Catégories	Variétés	Teneur en eau (%)
Dattes molles	Ghars	25.4
Dattes demi-molles	Deglet-Nour	22.6
Dattes sèches	Mech-Degla	13.7

11.1.1.2. Le pH

Le pH de la datte est légèrement acide ; il varie entre 5 et 6. Ce pH est préjudiciable aux bactéries mais approprié au développement de la flore fongique (REYNES *et al.*, 1994).

11.2. Composition biochimique

11.2.1. Les sucres totaux et sucres réducteurs

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélé essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (ESTANOVE., 1990 ; ACOURENE *et al.*, 1997). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion, tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (FAVIER *et al.*, 1993; SIBOUKEUR., 1997; BOUDRAR *et al.*, 1997). Mais ils sont en quantités négligeables, environ 1,6 % de la pulpe fraîche (BELGUEDJ., 2002). Le glucose et le fructose sont des sucres réducteurs (sucres invertis) qui proviennent de l'hydrolyse du saccharose (DAWSON *et al.*, 1963). La teneur en sucres totaux est très variable et dépend de la variété et du climat et des stades de maturation. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche en saccharose (dattes molles) et 17 à 80% pour les sucres réducteurs (SIBOUKEUR., 1997).

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).

11.2.2. Sucre inverti :

C'est un mélange en proportions égales de glucose et de fructose. On peut l'obtenir par hydrolyse acide du saccharose, la réaction s'exprime comme suit :



Le glucose est un hexose à fonction réductrice aldéhydique. Son pouvoir sucrant est égal à 70 % par rapport au saccharose. Il est très fermentescible par levures.

Le fructose est un hexose à fonction réductrice cétonique, il est plus hygroscopique que le glucose et le saccharose. Il est sensible à l'action de la chaleur et à l'action des bases (Munier, 1973).

Les différences existant entre le glucose et le fructose et entre ces deux produits et le saccharose sont indiquées dans le tableau suivant : Ces différences concernent : la saveur sucrée, le mode de cristallisation, la solubilité dans l'eau, le point de fusion (Dowson et Aten, 1963).

11.2.3. L'amidon :

L'amidon disparaît au cours du dernier stade de maturation en se transformant en sucre sous l'action de l'invertase (Djerbi, 1994). La teneur en amidon varie aussi selon les variétés : elle est de 0,99 % pour les variétés Arechti et Bouhattam et de 0,28 % pour la variété Choddackh. (Bouabidi, 1996).

11.2.4. Cellulose :

Les membranes cellulaires de la chair de datte sont essentiellement constituées de cellulose. Au cours de la maturation, l'accumulation des sucres dans le fruit s'accompagne d'une diminution du taux de cellulose, ainsi une datte molle en pleine maturité renferme environ 2 % de cellulose (Dowson, 1982).

11.2.5. Substances vitaminiques :

En général, la datte contient des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamines C. (Munier, 1973).

Tableau n°04 : Teneur en vitamines des dattes (Djerbi, 1994)

Types de vitamine	Teneur en mg /100 g de datte
Vitamine A	100 – 80
Vitamine C	2,7 – 0,77
Vitamine B7	2,2 – 0,33
Vitamine B1	0,07
Vitamine B2	0,03

11.2.6. Protéines et lipides :

Ces deux substances se trouvent en faibles quantités dans les dattes. Les lipides sont concentrés dans l'épicarpe et varient entre 2,5 à 7,5 %. La teneur en protéines varie entre 1 et 3%. Elles jouent un rôle dans le brunissement non enzymatique des dattes (réaction de Maillard). Les

teneurs en acides aminés varient selon les variétés et sont de 256 et de 204 mg respectivement pour Deglet Nour et Allig (**Barreveld, 1993**).

11.2.7. Les fibres

La datte est riche en fibres (6,4 à 11,5%) du poids sec (**AL-SHAHIB et al., 2003**). Les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine. Ce sont des agents qui interviennent dans la modification de la fermeté de la datte (**BENCHABANE., 1995**).

11.2.8. Les éléments minéraux :

La pulpe de la datte est riche en éléments minéraux. Les cendres représentent 2% du poids à l'état frais des dattes mûres (**Cleveland, 1932**).

Tableau n° 05 : Teneur en éléments minéraux mg / 100gr de datte (**Djerbi, 1994**).

Eléments minéraux	Teneur en mg / 100gr de datte
Potassium	754 – 649
Chlore	290 – 268
Phosphore	63,8 – 54,8
Calcium	58,8 -58,3
Magnésium	58,5 – 50,3
Soufre	51,8 – 43,8
Sodium	4,8 – 4,1
Cuivre	0,21 – 0,18

11.2.9. Les acides aminés :

La teneur des dattes en acides aminés varie selon les variétés (**Bouabidi , 1996**). Les cultivars ayant les teneurs les plus élevées en composés aminés sont vulnérables au brunissement rapide lors du stockage.

11.2.10. Les enzymes :

Les enzymes jouent un rôle important dans le processus de conversion qui a eu lieu pendant la formation et la maturation du fruit, quatre de ces enzymes sont particulièrement intéressantes pour la qualité du produit final :

* **l'invertase** : responsable de l'inversion du saccharose et par conséquent la formation d'une texture sirupeuse ou une cristallisation intense des sucres en surface (**Akidi et Ahmed, 1985**).

* **La poly phénol oxydase** : responsable de la transformation biochimique des poly phénol, insolubles en forme soluble contribuant ainsi à l'attendrissement de la datte (**Akidi et Ahmed, 1985**).

* **La cellulase** : responsable de l'hydrolyse des longues chaînes de cellulose insolubles, en courtes chaînes solubles.

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

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

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 lauriques (**DEVSHONY et al., 1992**).

13. Valeur nutritionnelle de la datte

La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique décrite selon **TOUTAIN (1979)** et **GILLES (2000)** de par leur forte teneur en sucres qui leur confèrent une grande valeur énergétique. Ils ont aussi une teneur intéressante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme et des protéines équilibrées qualitativement. De plus, les dattes sont riches en minéraux plastiques tels que le Ca, le Mg, le P, le S et en minéraux catalytiques comme le Fe et le Mn. Elles sont reminéralisantes et renforcent notablement le système immunitaire (**ALBERT., 1998**). Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (**TORTORA et al., 1987**).

14. Classification des dattes

D'après **ESPIARD (2002)**, la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches de consistance dure.

Chapitre I : Le palmier dattier et la datte

Les dattes sont classées en trois catégories d'après leur consistance. Celle-ci dépend de la teneur en eau de la pulpe. La stabilité de la datte dépend de la proportion de sucres par rapport à la teneur en eau. (Munier, 1963)

Les rapports (sucres totaux / eau) appelés aussi indices de qualité ou de dureté permettent de connaître le degré de stabilité et d'apprécier l'aptitude à la conservation des dattes. (Bouabidi, 1996)

Nous distinguons :

- **Les dattes molles** : ayant un indice de dureté inférieur à 2, ces dattes passent par le stade Routab et demeurent molles au stade tamar. Il s'agit de la plus part des dattes à sucres réducteurs tel que : Menakher, Zaidi. (Dowson et Aten, 1963)

- **Les dattes demi- molles** : dont l'indice de dureté inférieur est compris entre 2 et 3,5. (Bouabidi et al, 1996 ; Munier, 1973) Ces dattes passent par le stade Routab, mais sont un peu sèches au stade tamar. Les sucres sont le plus souvent réducteurs.(Dowson et Aten, 1963)

Exemple : Deglet Nour, Kenta, Tazerzeit, Khalt Boufagous.

- **Les dattes sèches** : présentent un indice « r » supérieurs à 3,5, elles ne passent pas par le stade Routab. Elles sont pour la plus part à saccharose. (Munier, 1963)

Tableau n° 06 : Exemple Classification des dattes

Type de datte	Exemple
Les dattes molles	Tankerbouchet ,
Les dattes demi molles	Hmira ,
Les dattes sèches	Gars ,

15. Vertus thérapeutique

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).

1. La technologie de la datte

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 à l'état, en divers produits bruts ou finis, destinés à la consommation humaine ou animale et à l'industrie (**ESTANOVE, 1990**).

1.1. Conditionnement de la datte

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

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

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

2. Transformation de la datte

Des milliers de tonnes de dattes restent non utilisées et peuvent dépasser les 30 % de la production. Elles pourraient être valorisées récupérées et transformées (**Ministère de l'Agriculture 2001**). Par ailleurs, le secteur phoenicicole, malgré les richesses qu'il procure dans les zones désertiques, accuse un retard technologique. En effet, dans le domaine de la technologie de la datte et de sa valorisation, les systèmes pratiqués sont restés archaïques. Les produits qui peuvent être issus de la transformation de la datte sont très divers (**MECHRAOUI et BELKHADEM., 2009**).

2.1. Historique de la transformation

Les opportunités de transformation de la datte sont nombreuses cependant peu de réalisations existent tant au plan artisanal qu'industriel. Notons que des travaux sont disponibles mais ne sont pas connus et donc pas utilisés. Une compilation est nécessaire, elle pourrait être le fait des structures interprofessionnelles suscitées dans les wilayat par le MADR.

Pour un objectif de commercialisation, les produits transformés doivent être évidemment conformes à la réglementation en vigueur sur la qualité sanitaire. Un contrôle de la conformité des installations et de la qualité des produits vendus est nécessaire.

2.1.1. Situation de la transformation des dattes dans le monde

Dans l'Ancien Monde, l'Irak a été le principal pays dans le développement des produits de dattes. L'Afrique du nord a contribué à ce développement bien que l'utilisation principale ait été l'amélioration de la qualité de la datte d'exportation pour les pays du Maghreb et de quelques utilisations industrielles des dattes de mauvaise qualité en Libye et en Egypte. Au cours des dix dernières années, l'Arabie Saoudite a élargi le champ de la recherche sur les dattes (**MECHRAOUI et BELKHADEM., 2009**).

2.1.1.1. En Irak

L'Irak avait installé depuis une vingtaine d'années des usines de sucre liquide, de sirop de datte, des fabriques d'alcool, de vinaigre, de levures, confiture de dattes, pâte de dattes, farine de dattes (dattes en poudre) pour être utilisée dans l'industrie des pâtes alimentaires, pâtisserie, l'alimentation des bébés, la production de caramel à partir du jus de dattes, les biscuits de dattes etc (**MECHRAOUI et BELKHADEM ., 2009**).

2.1.1.2. Au Maroc

Les déchets dattiers qui représentent en moyenne 20% de la production et les noyaux de dattes consommées par les ménages sont utilisés comme aliment concentré pour le bétail (**HAFFAS., 2006**).

Depuis quelques années, certains agriculteurs ont commencé à produire à partir des restes de régimes de dattes une sorte de tourteau pour le cheptel en utilisant des broyeurs mécaniques. Les dattes constituent une source importante pour l'alimentation de la trésorerie et le financement des activités agricoles entrant dans le plan national du développement des palmeraies (**HAFFAS., 2006**).

2.1.1.3. Aux USA

Dans les années 50 et le début des années 60, il existait un intérêt fortement accru pour le développement de produits de dattes, particulièrement aux Etats-Unis. La raison devant élargir la base de vente de la récolte des dattes et améliorer les standards de qualité des dattes de table en utilisant les fruits de faible valeur marchande pour des produits dérivés. Les initiatives ont été assurément également inspirées et aidées par une industrie alimentaire préparée, fortement naissante aux Etats-Unis (**HAFFAS., 2006**).

Depuis 1971, 5000 nouveaux produits de toutes les sortes ont été présentés annuellement aux supermarchés des Etats-Unis, une quantité environ égale aux articles disponibles dans la plupart des supermarchés à ce moment-là. Ces nombres auront augmenté probablement depuis lors et il est évident que seulement quelques produits nouvellement présentés puissent survivre. Les marchés européens et les marchés locaux des pays producteurs de dattes

montreront que l'introduction commerciale d'un nouveau produit de dattes est un processus pénible et a besoin d'une connaissance complète des habitudes et des goûts des clients en ce qui concerne la nourriture, les systèmes assurés d'offre et de distribution de matière première, la durée de conservation fixée du produit, le volume du marché potentiel et la compétitivité avec les produits étroitement connexes. En outre, les tendances dans les préférences du consommateur devraient être identifiées et exploitées. Durant les vingt dernières années, il y a de nombreuses tentatives d'améliorer des formules existantes et de développer de nouveaux produits de dattes (**MECHRAOUI et BELKHADEM., 2009**).

2.1.1. 4. En Allemagne

Les recherches sur les marchés Allemand de produits transformés ont révélé l'existence de deux marchés distincts :

a. Le marché appelé «de consommation courante » : trois types de produits sont actuellement offerts :

- Des dattes dénoyautées (Kluth Datteln).
 - Mélange de fruits secs : dattes, abricots, prunes, amandes, noisettes (Holy fruits, tutti frutti).
- Des produits élaborés qui consistent en des mélanges de flocons de céréales avec d'autres fruits secs, y compris des morceaux de dattes (Kellogg's corn, flakes multi-grains et fruits) (**MECHRAOUI et BELKHADEM ., 2009**).

b. le marché de produits écologiques et biologique

On rencontre plus ou moins les mêmes types de produits. Mais l'offre est bien plus diversifiée à différents points de vue et souvent, le pourcentage des dattes dans ces produits est bien plus élevé (**MECHRAOUI et BELKHADEM ., 2009**).

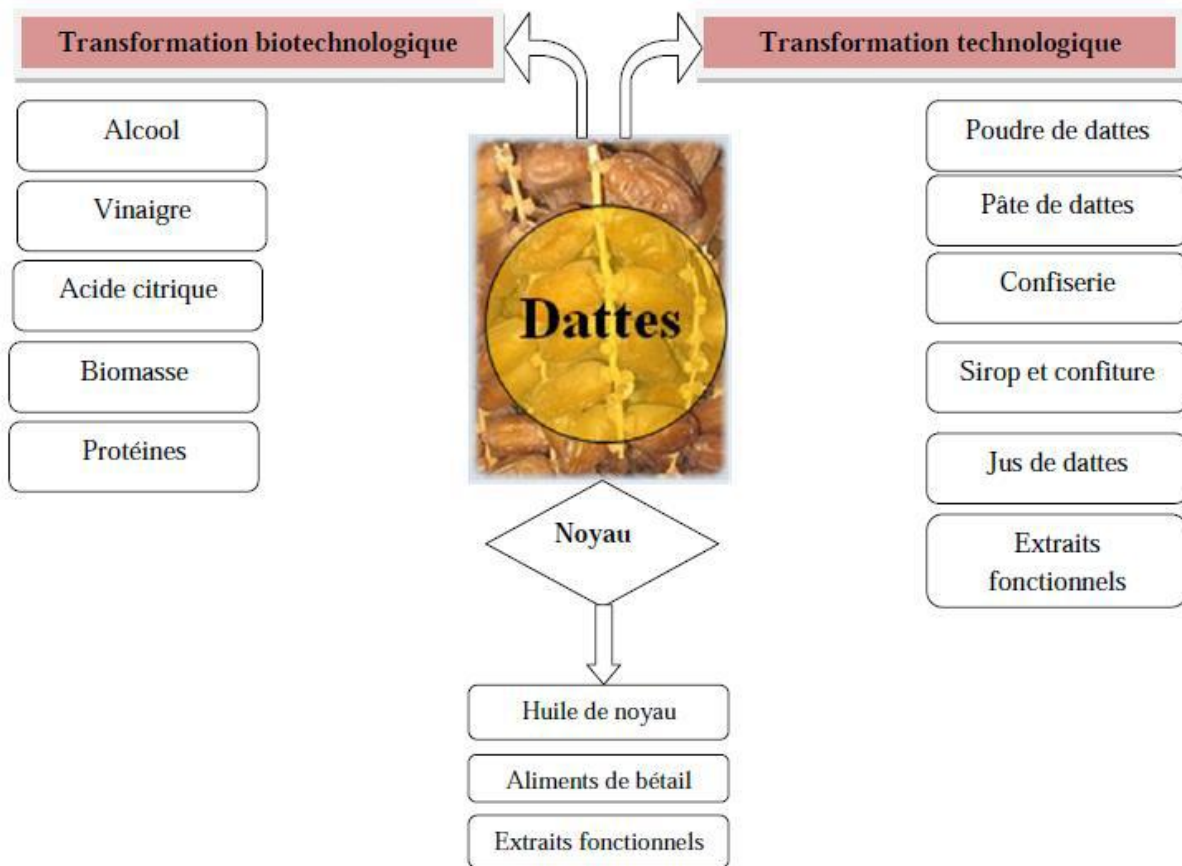


Figure n°06 : Technologies des dattes (BOUKHIAR *et al.*, 2009)

2. Transformation technologique de la datte

Les industries de transformation produisent divers produits de dattes comme la pâte de dattes, sirop, miel, la confiture, vinaigre, etc. (JASIM, *et al.*, 2006).

2.1. 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

2.1.1. Caractéristique biochimique la farine ou poudre de dattes

Les résultats des analyses biochimiques de la poudre de dattes montrent que la farine de dattes présente une teneur importante en matière sèche. Les (AIT-AMEUR, 2001)

2.2. Pate de datte

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de dattes, la fabrication est faite mécaniquement. Lorsque le produit est trop humide (ESPIARD, 2002 cités par DJOUAB, 2007).

Chapitre II : Valorisation des dattes et production du vinaigre

La pâte de dattes peut être confectionnée avec des dattes molles ou demi molle, la pate de datte permet d'utiliser en mélange des fruits ne pouvant être commercialisé en raison de leur caractéristique trop diversifiées (ALEID, 2011).

Elle est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie pour le fourrage des gâteaux, pour la confection des glaces, sorbets, crèmes. 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). Ce sont des produits qui devraient être plus largement consommés et qui pourraient contribuer à lutte contre la malnutrition (MUNIER, 1973).

2.2.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de la pate de dattes

La pâte de dattes se caractérise par une humidité égale à 20-23% et une activité de l'eau inférieure à 0,6. D'après le tableau 7 le taux de solides solubles des pates de trois variété de dattes Khalas, Bumaan et Lulu varié entre $75,3 \pm 0,08\%$ et $76.1 \pm 0,05\%$. Le fructose et le glucose sont les principaux sucres de la pâte de dattes (JASIM, et al., 2006).

Tableau n° 07 : Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de pate des variétés de dattes Khalas, Bumaan et Lulu (JASIM et al., 2006)

Paramètres	Variétés de dattes		
	Khalas	Bumaan	Lulu
Activité de l'eau	$0,56 \pm 0,05$	$0,58 \pm 0,07$	$0,57 \pm 0,05$
PH	$5,68 \pm 0,09$	$5,72 \pm 0,05$	$5,76 \pm 0,07$
Glucose (g/100)	$30,2 \pm 0,02$	$29,8 \pm 0,03$	$29,9 \pm 0,04$
Fructose (g/100)	$31,5 \pm 0,03$	$30,8 \pm 0,02$	$30,1 \pm 0,02$
Point de fusion(C)	$125,63 \pm 0,11$	$126,76 \pm 0,07$	$129,16 \pm 0,08$
Taux solides solubles (Brix)	$76,1 \pm 0,05$	$75,8 \pm 0,09$	$75,3 \pm 0,08$

2.3. Sirop de dattes

Le sirop de dattes est un produit naturel extrait des dattes, il est liquide et très concentré, il peut être utilisé comme un édulcorant (MUNIER, 1973).

Le sirop de dattes peut être fabriqué avec toutes les variétés de dattes de qualité secondaires préférentiellement (MUNIER, 1973 et EL-OGAIDI, 1987, MIMOUNI, 2009), il peut être considéré comme un sucre inverti naturellement, car il contient des proportions en glucose et fructose presque égales, et une faible quantité de saccharose, qui peut être inverti en sucres simples lors de l'extraction sous l'effet thermique et acidité du milieu (EL-OGAIDI, 1987 et MIMOUNI, 2009).

2.3.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du sirop de dattes

Le sirop de dattes se caractérise par une teneur en eau de 25% du poids frais et une teneur élevée en sucres totaux qui représente 96% dont la majorité est sous forme de sucres réducteurs. Les éléments minéraux et les protéines sont présents en faibles quantités (ABDELFAH, 1990 ; IBRAHIM et KHALIL, 1997, MIMOUNI, 2009) et en substances bioactives tel que les polyphénols totaux qui sont élevées par rapport à celles des matières premières.

Le sirop de dattes à un degré Brix compris entre 73 à 75 % ce qui permet sa conservation au-delà de deux ans, sans risque d'altération et le pH de sirop est compris entre 6 et 6,5 (tab.7) (ABDELFAH, 1990 cité par MIMOUNI, 2009). Selon ULRICH MAZIS (2013), la teneur de sirop en glucose est égale à 37%, celle de fructose est 35% et le Saccharose 1%.

La teneur en eau de sirop de dattes est de 20 %. Cette valeur est supérieure à celle trouvée par AL -HOOTI et al., (2002) , DJOUAB, (2007) qui sont de 16,76 % et 16,25 % pour les sirops des variétés Saoudiennes Bihri et Safri respectivement. Ils rapportent que le taux de solide soluble de sirop est de 80° Brix, le sirop de datte peut être une bonne source de macroéléments comme le calcium, le phosphore, le potassium, le magnésium (DJOUAB, 2007)

2.4. Jus de dattes

Jus de Datte est une des plus riches les denrées alimentaires dans des composés neutres tels que les monosaccharides, les disaccharides, les sels minéraux et les vitamines. Ces substances sont considérées comme des éléments essentiels pour la croissance de micro-organismes (ALEID, 2011). Donc, le jus de la datte peut être utilisé comme substrat pour la production de levure, d'acides organiques, etc. (ULRICH MAZIS, 2013).

2.4.1. Caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de jus de datte

L'étude biochimique des jus extraits à partir des dattes (rebuts de Deglet-Nour, Tankartboucht et Tinissine) sont riches en sucres réducteurs facilement assimilables, essentiellement de saccharose entre 13 % - 22,3 % de matière fraîche. Concernant, les protéines est faiblement pourvus (0,24 - 1,05 % de matière fraîche) (ACOURENE et TAMA, 2001).

Le résultat obtenu par ULRICH MAZIS (2013), montre que la teneur en glucose, en fructose et en saccharose de jus de dattes est de 11%, 11% et 1% respectivement (ULRICH MAZIS, 2013).

D'autre part, les trois types des jus de dattes (rebuts de Deglet-Nour, Tankarboucht et Tinissine) étudiés par ACOURENE et TAMA renferment des quantités en potassium, calcium, sodium, cuivre et zinc et plus particulièrement en magnésium, manganèse (ACOURENE et TAMA, 2001).

2.5. Les aliments de bétail

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous-produits intéressants pour l'alimentation du bétail. La farine des noyaux de dattes peut être incorporée avec un taux de 10 % dans l'alimentation des poulets sans influencer négativement leurs performances (Gualtieri M. et Rapaccini S., 1994).

2.6. Autres produits

La datte constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que :

- le vin (Espiard E., 2002).
- le jus de datte (Siboukeur O., 1997 Cité par Benahmed D.A., 2007).
- Sfouf : C'est un produit des dattes broyé consommé largement dans la région d'Adrar.
- B'tana (Boulal A., 2013).

3. Transformation biotechnologiques de la datte

La biotechnologie industriel pro-procédés utilisant des dattes comme matières premières sont très flexibles et peuvent accepter la datte la plus cultivars. Cependant, les facteurs les plus importants à prendre en considération la datte sélectionnant cultivars adaptés pour le processus de production sont la teneur en sucre, prix de la tonne et la durée de conservation des dattes. Pour l'instant, il n'y a pas d'industrie datte de traitement intégré malgré la réalisation rapide de l'importance des dattes en tant que source de nombreux utile produits à valeur ajoutée (ALEID, 2011).

3.1. Biomasse et protéine unicellulaire

La production de protéines reste un objet essentiel afin de subvenir aux besoins mondiaux. A cet égard des essais de production de protéines d'organismes unicellulaires par culture de la levure *Saccharomyces cerevisiae* sur un milieu à base de dattes (**BOUKHIAR, 2009**).

Le milieu choisi pour la culture de la levure sélectionnée, est à base des rebuts de dattes, ratatinées et desséchées avant maturité (Hchefs). Après être lavées et dénoyautées, les dattes subissent un séchage naturel, puis elles sont réduites en poudre à l'aide d'un broyeur et d'un tamis (diamètre 0.5 mm) (**MERABTI, 2006**).

Les quantités de biomasse en matière sèche obtenues sont plus élevées avec le milieu à base de rebuts de Deglet-Nour quel que soit la source azotée utilisée, soient respectivement, 32,9 g de matière sèche avec l'urée et 41,5g de matière sèche avec le milieu à base d'urée et de sulfate d'ammonium à 50 %-50% (**ACOURENE et TAMA, 2001**). **ADJ et al., 2001**).

3.2. Alcool

Le substrat utilisé pour la production d'alcool est constitué des déchets de dattes et de certaines variétés de dattes communes. Les déchets de dattes cristallisent jusqu'à 65 % de sucres fermentescibles et représentent par conséquent un substrat de choix pour la production de nombreuses substances à forte valeur ajoutée entre autre l'alcool éthylique, substance énergétique stratégique et base de nombreuses industries (**KAIDI et TOUZI, 2001**).

La production d'éthanol à partir des déchets de dattes constitue une solution intéressante sur le plan économique, cet alcool peut remplacer avantageusement celui obtenu par voie chimique à partir des produits pétroliers et peut remplacer le pétrole léger comme carburant ou au moins permettre le coupage de l'essence (5 à 10 % d'éthanol) (**KAIDI et TOUZI, 2001**).

La fermentation alcoolique consiste à transformer les sucres fermentescibles en anaérobiose par des levures en alcool et gaz carbonique avec dégagement de calories selon la réaction suivante selon (**KAIDI et TOUZI, 2001**):



3.2.1. Caractéristique biochimique de l'alcool de dattes

L'alcool de dattes est soumis à taxations qui rendent ce produit onéreux. Cependant, sa fabrication est autorisée dans certains pays comme alcool médical. On obtient environ 25 l d'alcool pour 200 Kg de dattes. La fabrication de dattes est soumise à un règlement sévère,

Chapitre II : Valorisation des dattes et production du vinaigre

lorsqu'elle n'est pas prohibée, les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. Selon **TOUZI (1997)**, (**DJOUAB, 2007**), l'alcool éthylique a été produit au laboratoire avec un rendement de 87% (**DJOUAB, 2007**).

Une formation d'alcool (méthanol) plus importante avec le milieu à base de dattes par rapport au milieu à base de mélasse a été enregistrée (**ACOURENE et TAMA, 2001**).

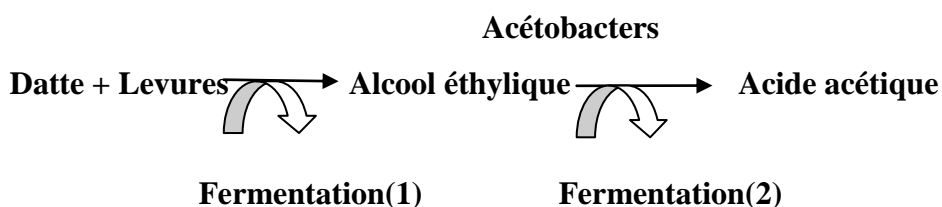
Lors de la fermentation alcoolique, on peut observer (un dégagement de gaz carbonique, un changement d'odeur et de saveur, au début le liquide est sucré et à mesure de la fermentation, il devient de plus en plus alcoolisé et acide, une diminution de la densité due à la transformation des sucres en alcool, une augmentation du volume, du à l'augmentation de la température et au gaz carbonique qui s'échappe) et le pH du milieu est ajusté entre 4,2 et 4,5 (**KAIDI et TOUZI, 2001**)

4.2. 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 unicellulaires mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène (**OULD EL HADJ et al,2001**).

4.2.1. 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**, reprennent 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.

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

4.2.1.1. 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**).

4.2.1.2. 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

-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).

Tableau n°08: Concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres
(Journal Officiel de la République Algérienne, 1998).

Contaminants	Concentration (mg/ l).
As	1
Pb	1
Cu +Zn	10
Fe	10

4.2.1.3. Principe chimique de fabrication du vinaigre

La fabrication de vinaigre repose sur une double fermentation: fermentation alcoolique et acétique) (fig.07).

4.2.1.3.1. Fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique se déroule en milieu anaérobie. Elle est assurée par des levures du genre saccharomyces à la température ambiante pendant quelques jours (BOURGEOIS et al., 1989; LARPENT, 1991).Elle est principalement basée sur la transformation des sucres,

Chapitre II : Valorisation des dattes et production du vinaigre

essentiellement le glucose et le fructose, qui pénètrent dans la cellule de la levure par diffusion facilitée et subissent une phosphorylation aboutissant à la fin de la fermentation à l'alcool éthylique, mais aussi sur la production de différents composés qui accompagnent cette production d'alcool et jouant un rôle organoleptique majeur sur la qualité de produit (BOURGEOIS *et al.*, 1989, LARPENT, 1991).

4.2.1.3.2. Fermentation acétique

Elle intervient dans la fabrication du vinaigre (GUIRAUD, 1998), assurée par les acétobacters qui oxydent l'éthanol en acide acétique en présence d'oxygène (LAFOURCADE, 1978 ; BOURGEOIS *et al.*, 1989). L'optimum de température pour l'aération se situe entre 30 et 32°C, au delà de 33°C il y a une suroxydation de l'acide acétique en gaz carbonique et en eau (MARIORELLA, 1985). Les acétobacters sont des bactéries aérobies strictes ou facultatives, donc l'oxygène est nécessaire pour oxyder l'éthanol en acide acétique, et elles tolèrent un pH de 3 à 4. Le degré d'alcool est compris entre 7° et 12°, car au delà de 12°, l'éthanol se transforme en gaz carbonique et en eau pour la fermentation acétique (GUIRAUD *et al.*, 1998).

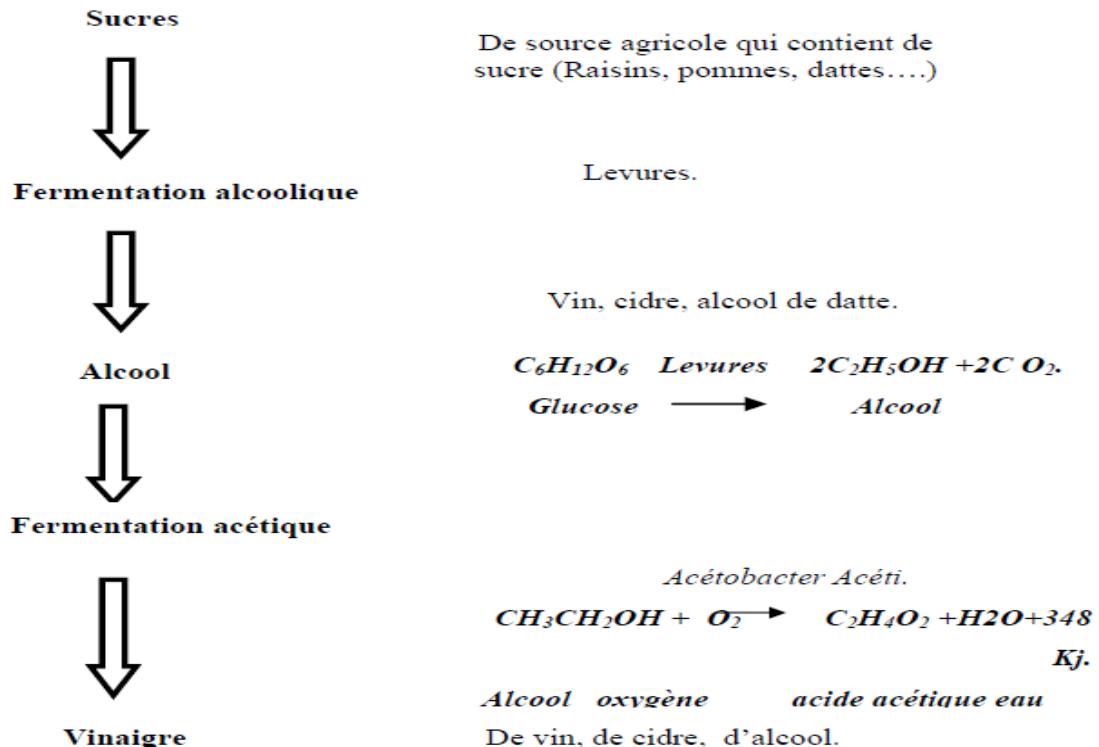


Figure n°07: Protocole expérimentale de fabrication de vinaigre (BREWDUSUD, 2004)

4.2.1.4. 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).

4.2.1.5. 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).

4.2.1.6. 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 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).

4.2.1.6.1. 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, Deglet-Nour et Ghars, sont très appréciées, et sont aussi largement utilisées en vinaigrerie traditionnelle (OULD EL-HADJ *et al.*, 2001)

* **Harchaya** : Appelée aussi 'Dkel Akerded'.

* **Assabri** : Cette datte sèche de petite taille, est de couleur brune.

* **Hamraya** : C'est une variété molle de couleur rouge foncée 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.

4.2.1.7. Technique d'élaboration du vinaigre traditionnel

4.2.1.7.1. Technique de double fermentation spontanée

La fabrication du vinaigre traditionnel consiste en une double fermentation combinée et spontanée (alcoolique et acétique). 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 unicellulaires mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène (OULD EL-HADJ *et al.*, 2001).

4.2.1.8. Technique de fabrication du vinaigre traditionnel par d'amélioration

La qualité du vinaigre de dattes obtenue par voie traditionnelle (double fermentation simultanée et spontanée : alcoolique/acétique) dans certaines régions du sud algérien donne des produits à son acidité totale très en deçà ($2.48 \pm 0.02\%$) des normes préconisées par la réglementation en vigueur (5%).

La teneur en alcool est quant à elle excessive ($4.83 \pm 0.07\%$ v/v) alors que la norme recommande un seuil maximum de 0,5%. Les expériences au laboratoire ont démontré qu'il est illusoire d'obtenir un vinaigre de dattes réglementaire par un tel procédé. Ce qui a amené à proposer quelques mesures d'amélioration, tenant compte des risques encourus par la consommation d'un tel vinaigre développement des moisissures particulièrement (BOUKHIAR, 2009).

La réalisation d'une double fermentation spontanée (alcoolique et acétique simultanément) (fig.08) s'avère entachée de plusieurs risques parmi lequel le développement des moisissures constitue un danger potentiel qui peuvent nuire à la santé du consommateur (BOUKHIAR, 2009).

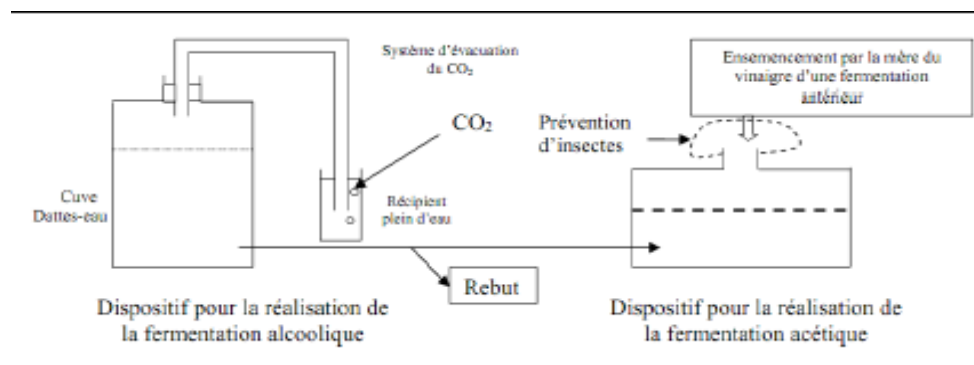


Figure n 08: Conception d'un schéma de production traditionnelle du vinaigre. (BOUKHIAR, 2009).

L'arrêt de sortie des bulles de gaz (CO₂) peut être considéré comme un indicateur de la fin de la fermentation alcoolique. Au terme de cette première étape, le moût est transvasé dans un autre récipient présentant un rapport largeur/hauteur élevé est recommandé. L'usage de la mère du vinaigre des fermentations antérieures accélère le processus. Une proposition de l'installation apte à assurer une fermentation alcoolique spontanée à 30°C tout en évitant le développement de la flore aérobie a été faite par BOUKHIAR, 2009

4.2.1.9. Aspect thérapeutique du vinaigre traditionnel des dattes

L'origine du vinaigre est sans doute aussi ancienne que celle de vin pour la simple raison que laisser à l'air libre le vin devient rapidement acide, tourne en vinaigre, son histoire croise celle de vinaigre d'abord produit thérapeutique, avant d'être condiment. C'est sans doute le premier antibiotique de tous le temps (1991, قدامة).

En outre 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. (1991, قدامة). 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).

III- Résultats des analyses de datte

III.1 Résultats des caractéristiques morphologiques des dattes

Les caractéristiques morphologiques ainsi que la composition biochimique des dattes, dépendent de nombreux facteurs parmi lesquels nous citons :

- La qualité du pollen (**Higazy et al, 1983**) ;
- L'irrigation (**Hussein et Hussein, 1983**) ;
- La fertilisation (**Bacha et Abo-Hassan, 1983**) ;
- L'humidité relative au moment de la récolte (**Sawaya et al, 1983**) ;
- Le stockage des dattes;(**Hamad et al, 1993**) ; (**Mekki , 1993**).

Les caractéristiques morphologiques des dattes étudiées sont représentées dans le tableau suivant :

Tableau n° 11 : Caractéristiques morphologiques et morpho-métriques

Couleur	Rouge à marron
forme	Sub cylindrique
Consistance	Plus ou moins sèche
Plasticité	Tendre
Longueur de la datte	3 ± 3,8
Largeur de la datte	1,2 ± 1,9
Longueur du noyau	2,517 ± 0,101
Largeur du noyau	0,778 ± 0,06
Poids de la datte	6,028 ± 3,166
Poids de la pulpe	4,999± 2,471
Poids du noyau	1,273 ± 0,585
Rapport longueur/largeur	2,235
Rapport pulpe/datte (%)	83,426
Rapport noyau/datte (%)	16,342
Rapport pulpe/ noyau	5,448

La longueur est donnée en « cm » ; le poids est donné en « g ».

Les résultats exprimés pour chaque critère représentent la moyenne des analyses effectuées sur 20 dattes. On constate d'après les résultats du tableau que : La couleur au stade Tamer des dattes est rouge à marron d'une forme Sub-cylindrique. Le degré de plasticité et de consistance influencés par les conditions climatiques et l'utilisation de différentes méthodes de cultures (irrigation, fertilisation, travaux d'entretien) dans les palmeraies.

Du point de vue morpho-métrique, les critères d'évaluation qualitative des dattes ont été rapportés par **Meligi et Sourial (1982)** et **Mohammed *et al.*, (1983)** sur les cultivars Egyptiens et Irakiens (**Açourene *et al.*, 2011**).

Tableau n° 12: Critères d'évaluation qualitative des dattes.

	Longueur du Fruit	Longueur du Fruit	Poids de la Pulpe	Diamètre du Fruit
Bon caractère	Longue (sup. à 4 cm)	Elevé (sup. à 8 g)	Elevé (sup. à 7 g)	Elevé (sup. à 1,8 cm)
Acceptable	Moyenne (3,5 - 4 cm)	Moyen (6 - 8 g)	Moyen (5 - 7 g)	Moyen (1,5 - 1,8 cm)
Mauvais Caractère	Réduite (inf. à 3,5 cm)	Faible (inf. à 5 g)	Faible (inf. à 1,5 cm)	Très faible (inf. à 1,5)

La longueur des dattes (4,047 cm), le diamètre (2,424 cm), le poids des dattes (8,57 g) et le poids de la pulpe (7,63 g). Selon le tableau 12, on remarque que les résultats représentent des caractères de bonne qualité.

Le rapport « noyau/datte » est de 11%. Il semble correspondre aux résultats cités par **Munier (1973)** qui sont entre 8 à 12 %.

Le rapport « pulpe/datte » permet également de caractériser les dattes. Il est de 89 %.

L'étude morphologique des dattes au stade final de maturation, a permis de vérifier l'état et les critères de qualité de ces fruits qui dénotent une bonne qualité.

III-2- Résultats des analyses physico-chimiques

III-2-1- Mesure et suivi du pH

Le pH constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (**Giddey, 1982**). Un pH de l'ordre de 3 à 6 est très favorable au développement des levures et moisissures. Les bactéries par contre préfèrent des milieux

neutres pH compris entre 7 et 7,5, pour la plupart des tolérances à des variations entre 6 et 9 (**Bocquet, 1982**).

Le pH est un indice de qualité qui contribue à la stabilité des dattes pendant la période de stockage. Dans l'agroalimentaire, on classe les dattes en trois groupes selon leur pH :

- Dattes de mauvais caractère : pH inférieur à 5,4 ;
- Dattes de caractère acceptable : pH compris entre 5,4 et 5,8 ;
- Dattes de bon caractère : pH supérieur à 5,8 (**Acourene et al., 2001**). (tab 12) annexe 1

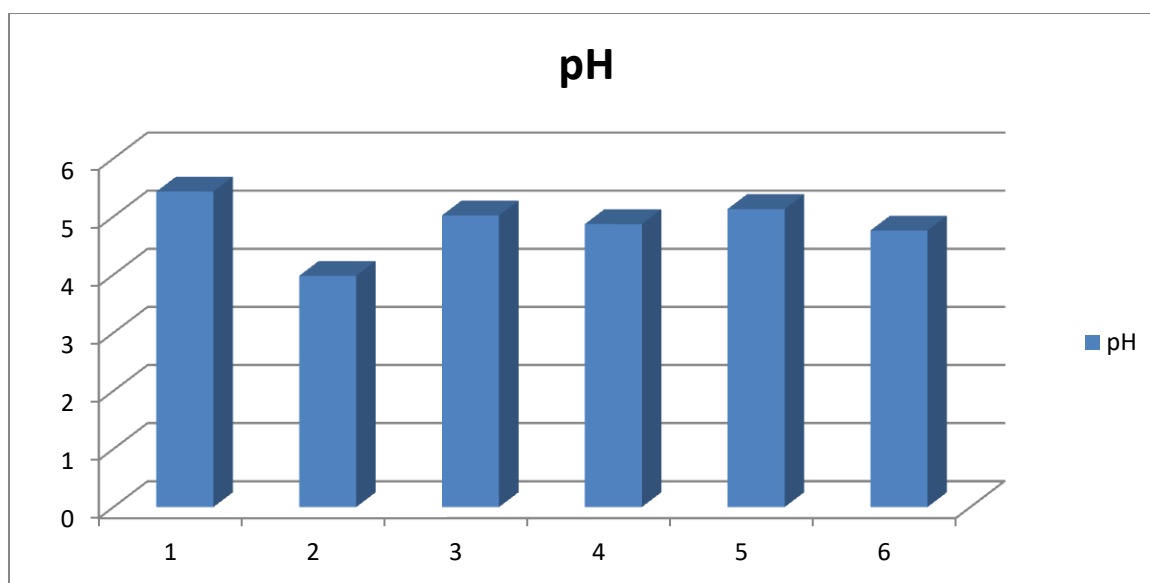


Figure n° 18 : Variation du pH avant et après fermentation alcooliques.

III-2-2- Taux d'humidité et matière sèche

Le taux d'humidité est utilisé pour l'évaluation de la qualité des dattes du point de vue consistance, elles sont classées en dattes molles, demi-molles et sèches (**Acourene et al, 2001**).

En ce qui concerne la conservation des dattes, une teneur élevée en eau pose problème car elle rend les dattes vulnérables aux altérations microbiennes.

Les résultats obtenus sont exprimés dans la figure n° 21 et 22 sous forme de tableaux avec leur courbe de variation. (annexe 1)

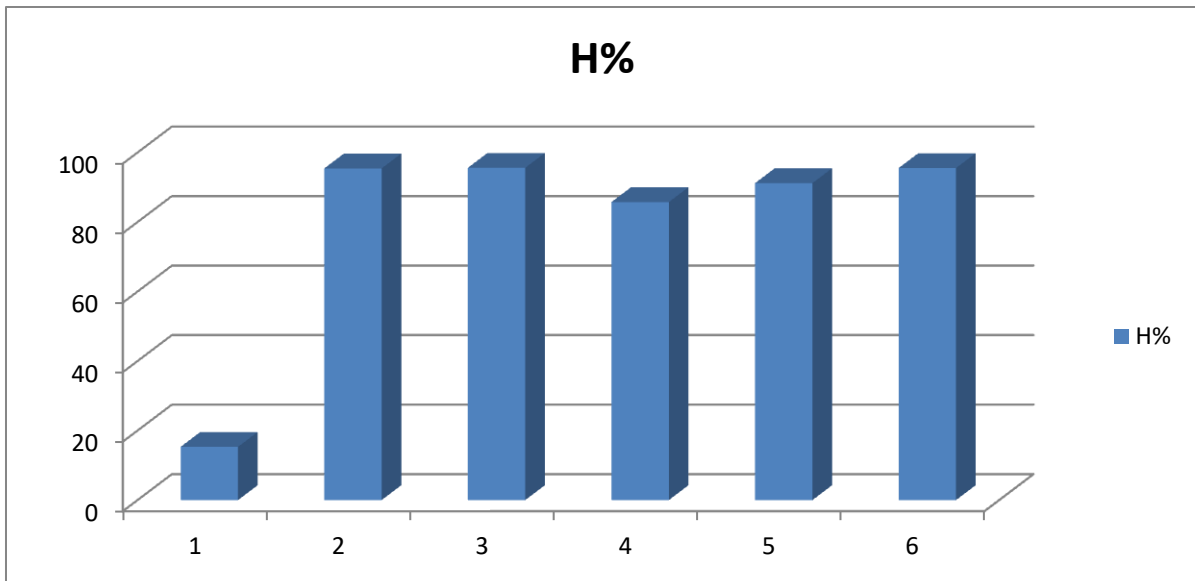


Figure n°19 : pourcentages des taux d'humidité avant et après fermentation alcoolique

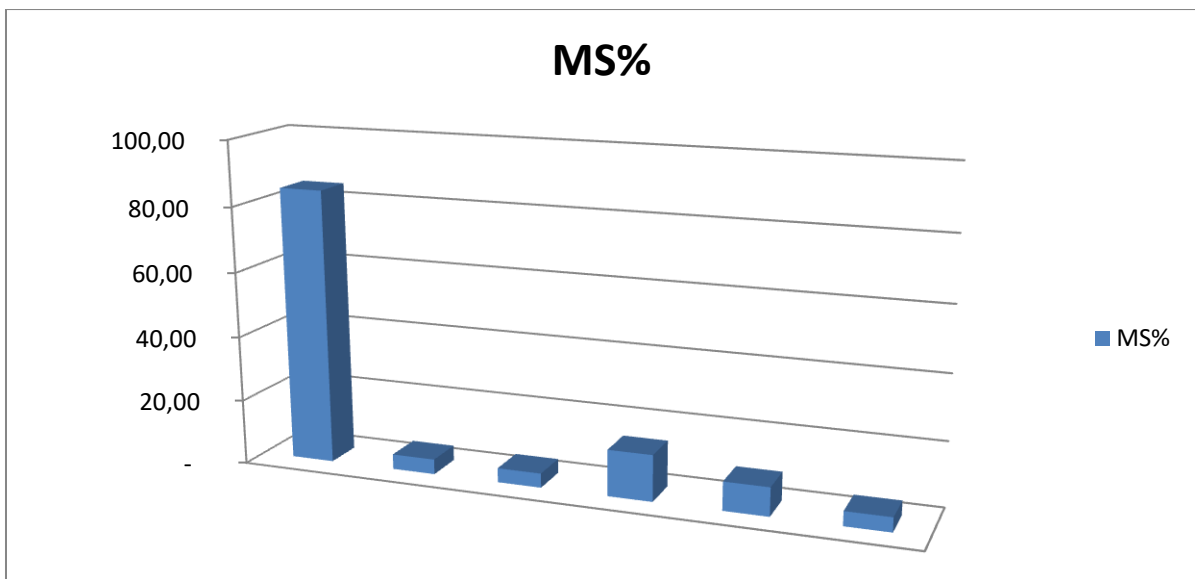


Figure n°20 : pourcentages de la matière sèche avant et après fermentation alcooliques.

III-2-3- Taux de cendre et matière organique

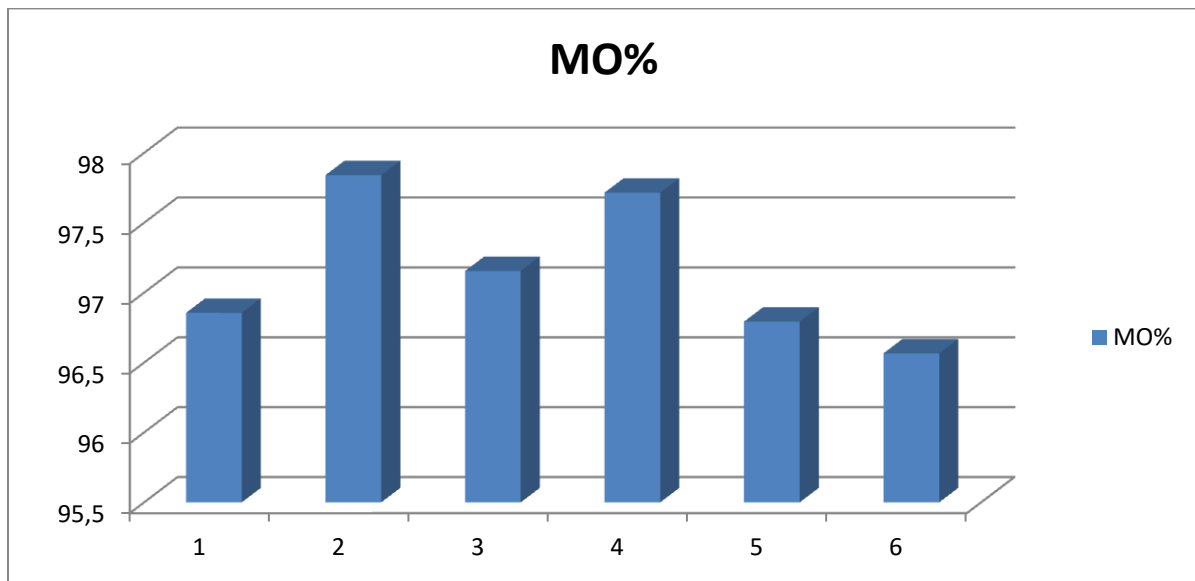


Figure n°21 : pourcentages des matières organiques avant et après fermentation alcooliques.

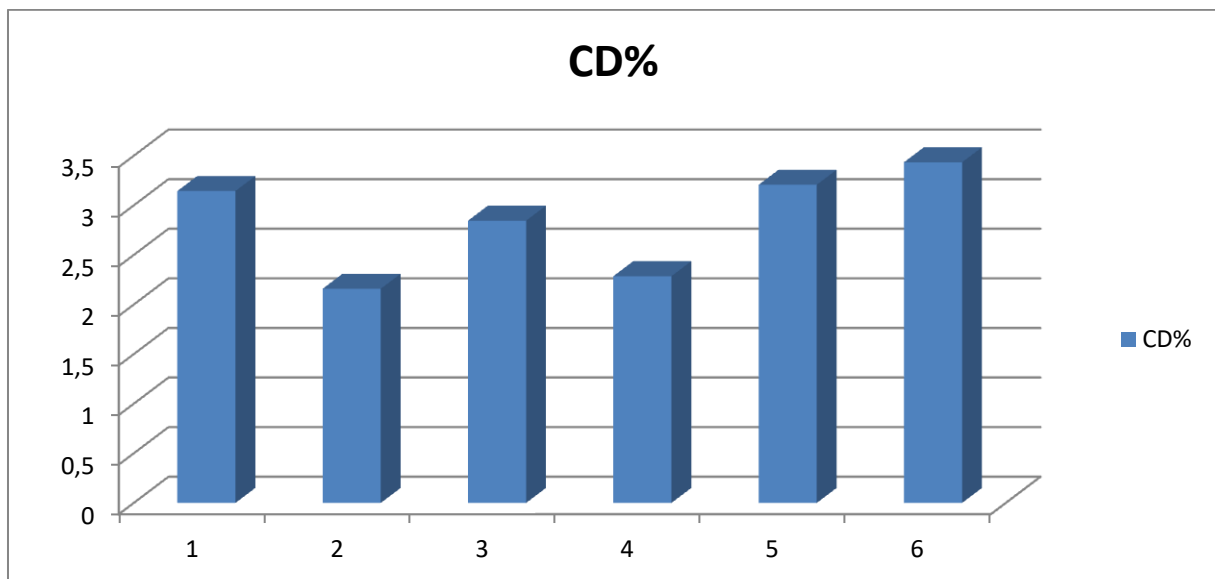


Figure n°22 : pourcentages des teneurs en cendres avant et après fermentation alcooliques.

Le taux de cendres représente la quantité totale en sels minéraux présents dans les dattes. Selon **Sawaya (1983)**, le teneur en cendre de datte entière égale à 2,19 % et diminué jusqu'à 1.61 Pendant la conservation. Des résultats similaires aux nôtres ont obtenus par **Barreveld (1993)**. La teneur en cendres est dépendante des conditions de fertilité du sol de même que les palmiers bien irrigué donnent des dattes présentant une teneur en eau élevée par rapport aux

palmiers mal irrigués.

Malgré cette teneur en cendre, les dattes étant de ce point de vue, l'un des aliments les mieux placés pour combler les besoins nutritionnelles en minéraux, mieux que les pommes, les oranges, les pommes de terre (Bouzidi et al., 1997).

III-2- 4- Acidité titrable :

L'acidité titrable est un indice quantitatif qui permet de juger la fraîcheur de notre Robb et confiture; elle est également étroitement liée aux acides organiques de produit sous l'action des microorganismes sur les sucres réducteurs qui sont présent avec abondance dans notre sous produit.

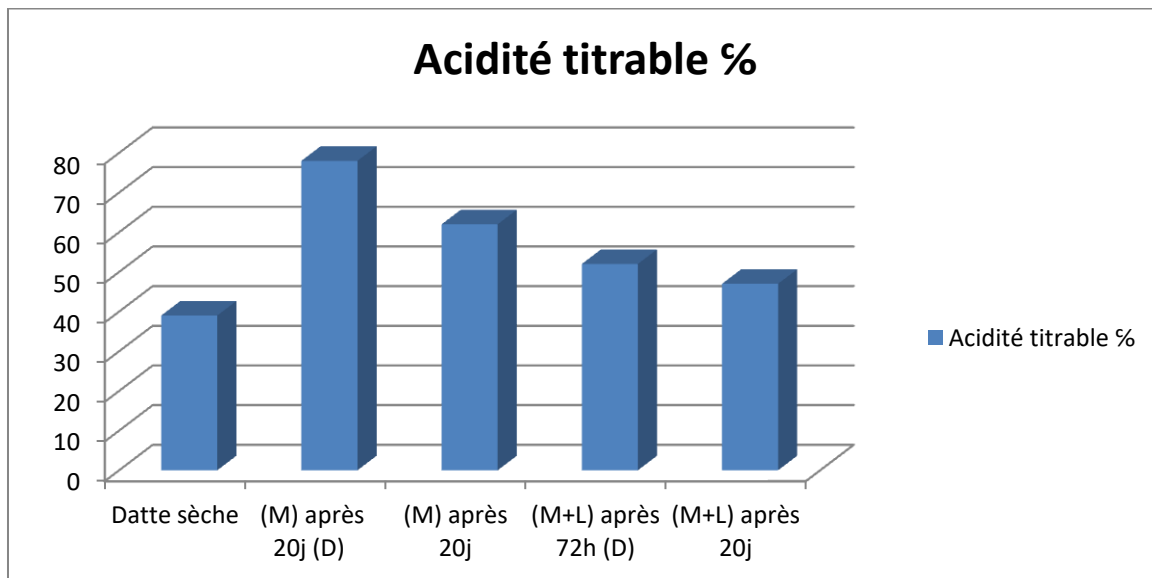


Figure n°23 : Pourcentage d'acidité titrable

III-2-5- Dosage des sucres totaux

Les résultats trouvés dans cette étude sont représentés dans le tableau n°19.annexe I.

Les sucres existent sous deux formes : saccharose et sucres réducteurs. Les sucres réducteurs principaux sont le fructose et le glucose mais les dattes contiennent d'autres sucres tels que l'arabinose, le galactose et autres.

Les valeurs des sucres totaux exprimées en pourcentage par rapport à la matière sèche (M.S) sont comprises entre 75.00 % pour l'Hmira,

Ces valeurs sont du même ordre de grandeur avec celle trouvées dans la bibliographie, dont le taux de sucres totaux est compris entre 70 et 90% du poids de la matière sèche (**Belguedj, 2001**).

De nombreux auteurs, dont **Munier (1973)**, **Sawaya et al. (1983)**; ayant travaillé sur plusieurs cultivars de palmier dattiers affirment que les teneurs en sucres des dattes variaient en fonction de la variété, du pollen, du stade de maturation et bien sûr du climat. Du point de vu composition et nature des sucres, la nature des sucres varie aussi, en fonction de la consistance de la datte. Selon **KHATAB et al. (1983)** les variétés sèches de dattes renferment des teneurs élevées en saccharose. Par contre, les variétés molles sont très riches en sucres réducteurs, les variétés demi molles renferment, autant de saccharose que de sucres réducteurs.

Les dattes contiennent une quantité importante de sucres essentiellement le glucose, le fructose et le saccharose. Elles contiennent aussi du mannose du maltose du galactose et du xylose mais en faible quantité (**Arab et Guezzoun, 2003**).

Au moment de la fermentation, les sucres forment la principale source de carbone pour les microorganismes (**Larpen, 1991**).

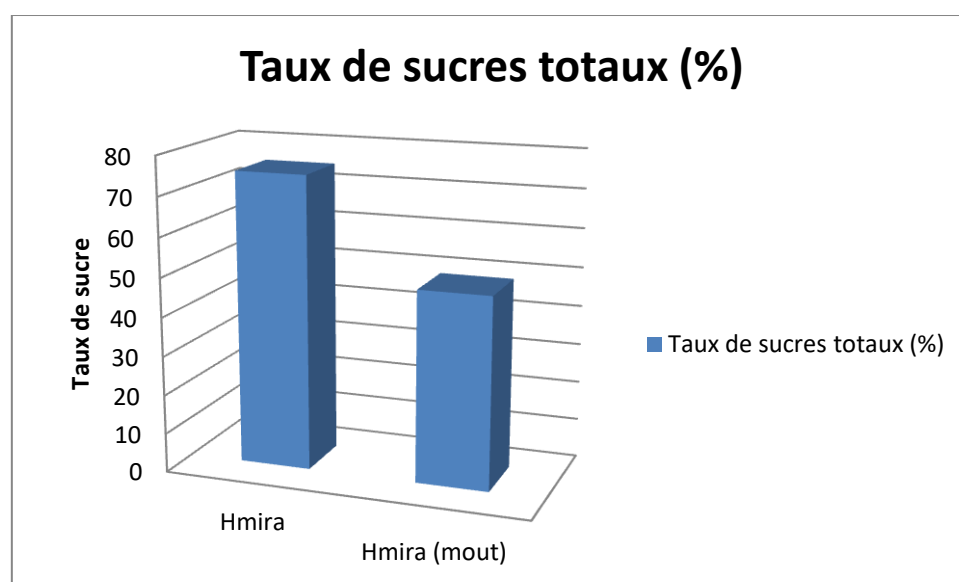


Figure n°24: Pourcentage de taux des sucres totaux de datte et de mout de datte

III-2-6- Résultats microbiologiques de dattes

E. Coli	10⁻¹	10⁻²	10⁻³
LS	03	0	0
EC	03	0	0
EPEI	0	0	0
Résultats	Aucun germe E. Coli		
Levure	43	5	0
Moisissure	0	0	0
Résultats	3.10 ²	4.10 ²	0

Tableau n°20 : résultats des analyses microbiologie de datte.

IV- Résultats des analyses physicochimiques des deux variétés du vinaigre :

1V- 1- Mesure et suivi du pH

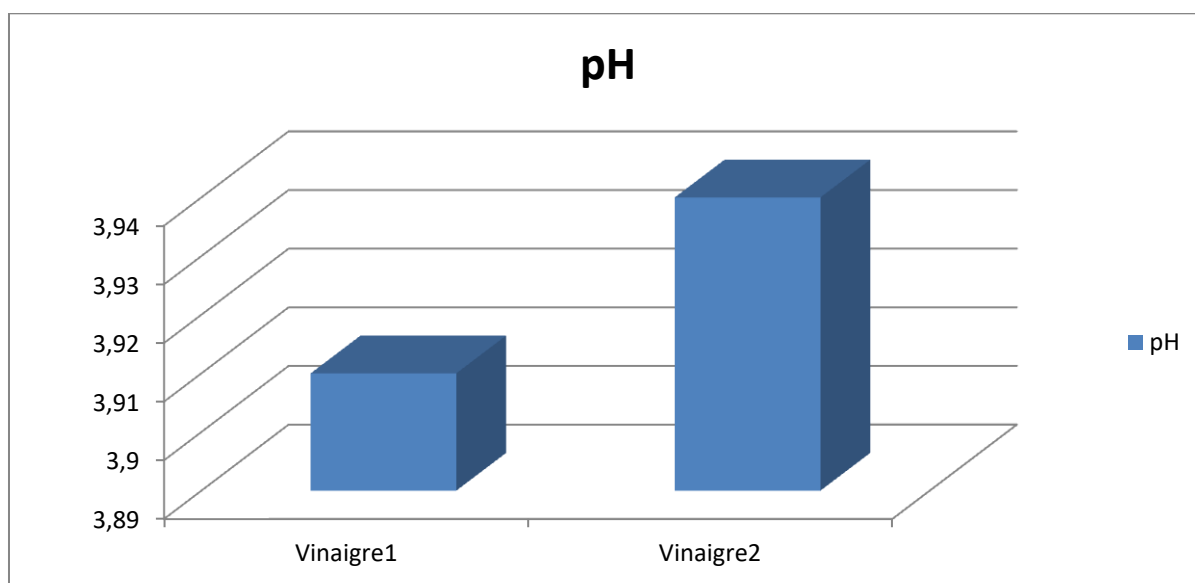


Figure n°25 : Pourcentage de PH du vinaigre.

IV-2- Matière sèche , matière organique et cendre :

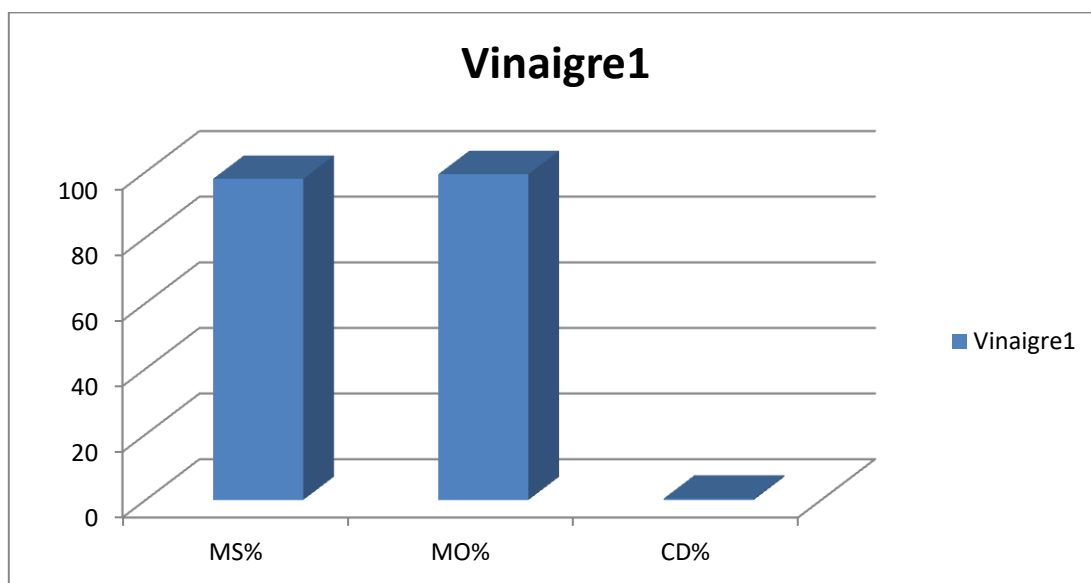


Figure n°26 : Pourcentage déterminer MS%, MO%, CD% Vinaigre 1 (M)

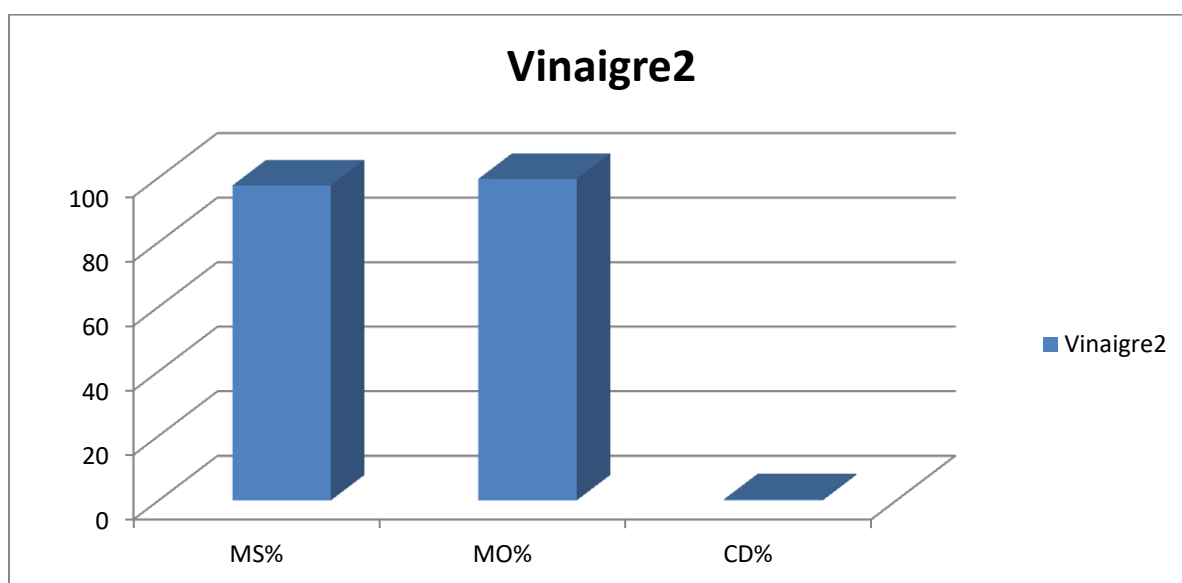


Figure n°27 : Pourcentage déterminer MS%, MO%, CD% Vinaigre 2

IV-3- Acidité titrable :

Nous constatons que les teneurs en acide acétique sont égales à 4,24% pour le vinaigre 2 et pour le vinaigre 1 4,44%. Ces valeurs sont faibles par rapport à celles citées par **Sebihi (1996)**, 60 à 90 g/l d'acide acétique pour le vinaigre de vin, le vinaigre de cidre et de poiré 40 g/l.

Le vinaigre de vin blanc contient de 56,10 g/l à 79,35 g/l, le vinaigre de coupage de vin et d'alcool de 51,10 à 76,11g/l. Quand au vinaigre de petit lait il contient 18 à 20 g/l d'acide acétique proche de nos résultats. L'acide acétique peut avoir une triple origine :

- Proviens de l'oxydation de l'éthanol par les acétobacters,
- Du métabolisme des bactéries lactiques,
- Un produit secondaire formé par les levures au cours de la fermentation (**Lafourcade, 1979**).

Selon **Drilleau (1996)**, certaines levures dites nuisibles sont responsables de formation de l'acide acétique dans le début de la fermentation.

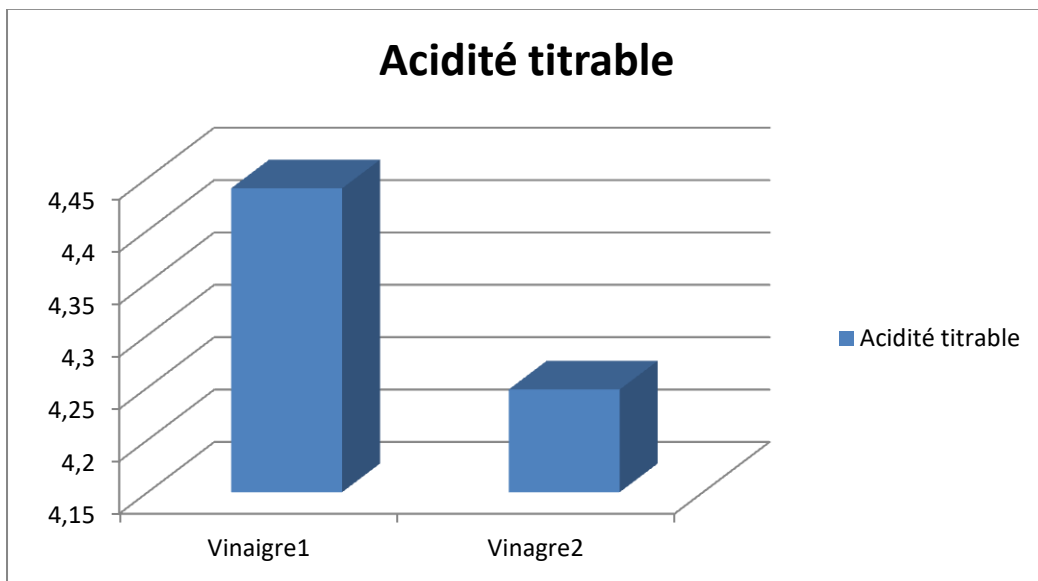


Figure n°28 : Pourcentage d'acidité titrable du vinaigre.

IV-4- Taux de Brix :

Ces résultats sont supérieures que se trouvent par **Sebihi (1996)** à savoir 5 à 10% pour le vinaigre traditionnel de dattes. Il semble exister une corrélation étroite entre la densité et le taux de solides solubles. Les vinaigres ayant la densité la plus élevée ont en effet, le TSS le plus élevé (**Ould El Hadj et al., 2001**).

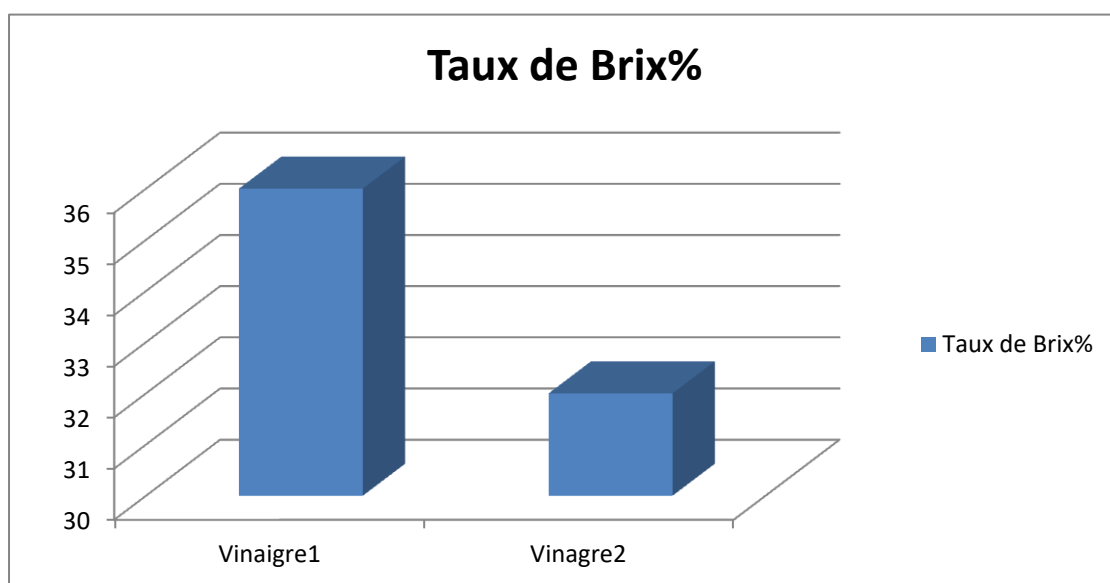


Figure n°29 : Pourcentage degré de Brix du vinaigre

IV-5- Résultats microbiologie du vinaigre :

Tableau n°26 : Résultats des analyses microbiologie du vinaigre

GT	Vinaigre I				Vinaigre II			
	10 ⁻¹		10 ⁻²		10 ⁻¹		10 ⁻²	
	60	180	/	/	10	0	300	200
GT	120	/	/	/	05		250	
	10 ³				2.10 ³			

Conclusion

La valorisation des dattes de faible valeurs marchandes par la production du vinaigre et autres produits alimentaires, permet de mieux exploiter ces variétés et d'éviter leur disparition. De plus, ces variétés peuvent être riches en éléments nutritifs par rapport aux dattes de haute valeur marchande, ce qui leurs donnent une certaine valeur ajoutée.

Nous pouvons dire que la variété commune ayant fait l'objet de cette étude constitue, un aliment très énergétique, composé de sucres facilement assimilables. Comme matière première, les dattes communes offrent d'énormes possibilités de les valorisées par le biais de la technologie de transformation et de biotransformation.

Comme un produit valorisé des dattes communes, le vinaigre traditionnel de datte, un bioproduit très intéressant sur le plan économique que sur le plan nutritif par la présence des constituants alimentaires plus importants et qui ne sont pas présenté dans le vinaigre industriel.

De point de vue sanitaire, le vinaigre présente un caractère hygiénique très élevé par son acidité le plus important qui ne permet pas aux flores pathogènes de se croître. Donc il est possible de produire du vinaigre biologique à l'échelle industriel à partir des dattes communes par l'amélioration et l'optimisation de ces techniques traditionnelles des conditions de fabrication de ce produit peut être recommandée par la thermostatisation de la température, l'application d'une oxygénation intensive et enfin prologue le temps de la fermentation.

Références bibliographiques

- Abdelfateh K., 1989- Quelques aspects de l'économie dattier en Tunisie.
Communication présentée au séminaire sur les systèmes agricoles caséines. Les cahiers de la recherche développement, N°22, pp44-56.

- Acouren S. et Tama M., 1997. Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de datte de la région des Zibans. Recherche Agronomique, N° 1. Ed. INRAA, Alger .59-66p.

- Acourene S et al,2001 utilisation des dattes de faible valeur marchande comme substrat pour la fabrication de la levure de boulangère , station INRAA , Touggourt , Energ .Ren :Production et Valorisation-Biomasse

- Acourene S. ; Buelguedj M. ; Tama M. ; Taleb B., 2001. Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des ziban. *Revue Recherche Agronomique*, N° 8. Ed. INRAA, pp19-39.

- Açourene S., Djafri K., Benchabane A., Tama M.and Taleb B., 2013.
Dates Quality Assessment of the Main Date Palm Cultivars Grown in Algeria, *Annual Research & Review in Biology*. 4 (3): 487-499

- 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. Option génie Alimentaire. Boumerdes, 80 p

- Akidi, M.K . et Ahmed, M.A. 1985 . Transformation des dattes et des produits cellulosiques des dattes. Union Arabe des Industries Alimentaires. Irak ,300-303.

- Albert L. 1998. La santé par les fruits. Ed : VEECHI, pp : 44-74.

- Al Harthi S S, Pharm B, Mavazhe A, Pharm B, Al Mahroqi H, M.Sc. , Khan SA, Ph.D. (2015). Quantification of phenolic compounds, evaluation of physicochemical properties and

Références bibliographiques

antioxidant activity of four date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties of Oman Journal of Taibah

University Medical Sciences. 1-7.

- Al-hooti S., Sidhu J.S., Al-saqer J.M., Al-othman A., 2002. Chemical composition and quality of date syrup as affected by pectinase/cellulase enzyme treatment. *Food Chemistry*, 79:215-220.

- Alied S.M ; 2011 , *Industrial Biotechnology* , University Al-HASSA, Saudi Arab

-Al-Shahib 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.

-Amorsi G. 1975. *Le palmier dattier en Algérie*, Ed : Tlemcen, P : 131.

- Anonyme. 2007. (Document Agriculture et Agroalimentaire Canada). Le marché mondial du vinaigre, possibilités pour les exportateurs canadiens de vinaigre. *Agriculture et Agroalimentaire*, Canada, 16 p.

-AOAC, 1995. *Official methods of analysis* (16th ed.). Arlington, VA : association of analytical chemists.

-Arab H. et Guezzoun K., 2003. Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du vinaigre traditionnel de dattes de la cuvette de Ouargla: vertu thérapeutique. *Mémoire DES*, université de Ouargla: 19-20.

-Bacha M. A. and Abo-hassan A., 1983. Effects of Soil Fertilization on Yield, Fruit Quality and Mineral Content of Khudari Date Palm Variety. *Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm"*, King Faisal University, AlHassa Kingdom of Saudi Arabia : 174-180. bactérien et ses conséquences en génie de l'hygiène. *IAA N°03*: 106-114.

-Bakkaye S., 2006- *Lexique phoenicicole en arabe et en mozabite*. CWANA, HCA et RAB98/G31. 14-16, 24-25, 31P.

Références bibliographiques

- Barreveld, W. H., 1993. Date palm products. *Agricultural Services Bulletin*. N° 101. FAO, Rome, Italy.

- Belguedj. m., 1996, «caractéristique des cultivars de dattiers du nord-est du sahara Algérien.»

- Belguedj M., 2010.Préservation des espèces oasiennes et stratégie à mettre en œuvre. Cas du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera. L*) institut technique de Développement Agricole Saharienne, ITDS/OADA 13-14/12/2010.

- Ben abdallah A., 1990- La phoeniciculture Option Méditerranéennes, Sér. A 1 n O 11, -les systèmes agricoles caséine.

- Benamara S., Chibane H., Boukhelifa M., 2004. Essai de formulation d'un yaourt naturel aux dattes. *Revue Industrie Agricole et Alimentaire*. Actualités technique et scientifiques, No ½ mensuel, pp11-14.

- Benchabane A., Meftah F., Saadi A., 1995- (a) Les composés pariétaux de la datte au cours de la maturation. *Options méditerranéens : série A. séminaires méditerranéens ; n° : 28*

- Bhat R, Kamaruddin NSBC, Min-Tze L et Karim A A. (2011). Sonication improves kasturi lime (*Citrus microcarpa*) juice quality. *Ultrasonics Sonochemistry*. 18, 1295-1300.

- Blancou J. et Vin-niveaux P. 2006. Relations historiques et anecdotiques sur les anciens traitements par les plantes des maladies infectieuses et parasitaires des animaux. *Journal of Phytothérapie*, N° 2, pp. 74-82.

- Bocquet J., 1982. " Généralités sur les micro-organismes". Tec et Doc. Lavoisier. P 11- 46.

Références bibliographiques

- Booij I., Piombo G., Risterucci J. M., Coupe M., Thomas D., Ferry M.,
1992- Etude de la composition chimique de dates à différents stades de maturité pour
la caractérisation variétale de divers cultivar de palmier dattier (*Phoenix dactylifera*
L.). Journal of Fruits, vol. 47, N° 6, 667-677pp.
- Bouaziz S., 2009. Caractérisation physico-chimique et biochimique de quelques vinaigres
traditionnels des dattes issus de cultivars de la région d'Ouargla. Magistère en biologie
université d'Ouargla: 5-9.
- Bouabidi, H. , Reynes, M. , Rouissi, M. B.,1996. Critères de
caractérisation de quelque cultivars de palmier dattier de sud tunisienne. INRAT, 69
:73-87.
- Boudrar C., Bouzid L. et Nait larbi H. 1997. Etude des fractions minérales et
glucidiques de la datte *Deglet-Nour* au cours de la maturation. Mémoire d'Ingénieur, INA. El-
Harrach, P : 60.
- Boughnou N. 1988. Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes.
Thèse magister, INA. El- Harrach, Alger, 82
- Bouguederi L., Maanani F., Missaoui M., Bounaga N., et Dore J. C.,
1994- Analyse typologique d'une population de palmiers dattiers males (*Phoenix*
dactylifera L.) au moyen de différentes approches multiparamétriques. Améliorant.
Prod. Agro. Milieu Aride. 6 : 263-277pp.
- Bouguedoura N., 1991- Connaissance de la morphogenèse du palmier dattier.
Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatifs
et reproducteurs. Thèse de Doctorat. U.S.T.H.B. Alger, 201 p.
- Boukhiar. 2009. Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes

Références bibliographiques

tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation. Thèse de magistère. LRTA. Université Boumerdes. p 65.

-Boulal A., 2013. L'effet du romarin sur le mode de conservation «B'tana», Revue Energie Renouvelable: le monde des dattes, p20.

-Boulal A., 2014- Hautes qualités d'isolation thermique, Le bois du palmier dans l'habitat. Magazine mensuel N°12 -Décembre 2014, 43p.

- Bourgeois C. M., Larpent T. P., 1996. Microbiologie Alimentaire. Aliments fermentés et fermentation alimentaires. Tome 2, 2eme Ed. Tec et Doc Lavoisier.

-Bousdira K., 2007- Contribution à la connaissance de la biodiversité du palmier dattier pour une meilleure gestion et une valorisation de la biomasse : caractérisation morphologique et biochimique des dattes de cultivars les plus connus de la région du Mzab, classification et évaluation de la qualité. Thèse Mag. Dép. Technologie alimentaire. Uni. Boumerdès.123pp.

-Bousdira ,K. , Tirichine,A., et BenKhalifa ,A. Le palmier dattier et les savoirs faires locaux : une centaine d'usages multiples. Journée d'étude sur l'importance de labiomasse dansle développement durable des régions sahariennes. Adrar,2003.

-Bouzidi. N.et al, 1998, "la datte.», dans : "valorisation et étude de la qualité nutritionnelle, microbiologique et organoleptique du sirop de dattes et son utilisation.», thèse d'ingénieur d'état en agronomie, centre universitaire de mascara.

- Brewdusud. 2004. "Le vinaigre". Article 36.Version 2. Site

-Buelguedj., 2002. DAWSON R.H.W., ATEN A., 1963 - Récolte et conditionnement des dattes. Organisation du Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Ed, FAO, Rome, Italie. P

Références bibliographiques

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

- Chaibi N., 2002- Potentialités androgénétiques du palmier dattier Phoenix dactylifera L et culture in vitro d'anthères. Biotechnologie Agron Soc Environ.6(4).201-207 pp.

- Clavet.1992.Alcool méthylique. Vinaigre. Ed, Béranger, Paris et liège : p 47-64

- Cleveland, M. 1932. Mineral composition of dates. Journal of Food Engineering, 4: 267-268.

- Damir A., Benamara S. 2010. Possibilité de fabrication d'un jus naturel à base d'un sirop.

- Devshony, S., Eteshola, A. & Shani, A. (1992). Characteristics and some potential application of date palm (Phoenix dactylifera L.) seeds and seed oil., J. Am. Oil Chem. Soc(69): 595–597.

- Djerbi M., 1994- Précis de phoeniciculteurs. FAO, 192 p.

- Djouab, A., 2007. Contribution à l'identification des constituants mineurs de la datte Mech-Degla. Essai de valorisation par incorporation dans une recette de margarine allégée. Mémoire de Magister. Option génie alimentaire, Université de Boumerdès.24 p.

- Dowson V H W., 1963- Récolte et conditionnement des dattes. FAO ROME.

Références bibliographiques

- Dowson W. , Aten B.1963. Composition et maturation, récolte et conditionnement des dattes, collection F.A.O. Rome, 397 p.
- .
- Dowson, V.H.W.1982. Date Production and Protection. FAO Plant Production and Protection Paper No. 35. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Drilleau. J.D.1996. INRA, UR 0117 RENN RHEU LRC Station de Recherches Cidricoles et Biotransformation des Fruits et Légumes. Centre de recherche de Rennes, France
- El-hadrami I. 1998. « Biotechnologie végétales et amélioration du palmier dattier pivot de l'agriculture oasienne marocaine ». cahier Agricultures. Vol 17. No6. P463-468.
- Elhoumaizi M., Saaidi M., Oihabi A., Cilas C., 2002- Phenotypic diversity of date-palm cultivars (*Phoenix dactylifera* L.) from Morocco. Genet. Resource. Corp. Evolved 49, 483–490 pp.
- El-Nagga et Abd El-Tawab, 2012. Compositional characteristics of date syrup extracted by different methods in some fermented dairy products. *Food Science and Technology*. 57(1), 29-56
- El-Ogaidi A. K. H. 1987. Dates and Confectionery Product. F.A.O, Rome : 1-25.
- Espiard E., 2002. Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc. Lavoisier, Paris. pp 147-155.
- Estanove P. 1990. Note technique : Valorisation de la datte. In Options méditerranéennes, série A, No 11. Systèmes agricole oasiens. Ed. CIHEAM, pp301-318.

Références bibliographiques

- FAO.1993. Agricultural Services Bulletin N° 101, Date Palm Products. FAO, Rome, 39p.

- Favier J.C. ; Ireland R.J. ; Laussucq C. et Feinberg M., 1993. Répertoire général des aliments. Table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d’Afrique. Tome III, Ed. ORSTOM , Lavoisier, INRA. 27-28 p.

- Follman H., 1983. "Acetic-acid".Vol 5. Chap 3. P 388-407.

- Ghazi F., Sahraoui S., 2005-Evolution des composés phénoliques et des caroténoïdes totaux au cours de la maturation de deux variétés de dattes communes : Tantbouchet et Hamraia. Mémoire d'Ingénieur. Institute national d’agronomie. Alger, 81 p.

- Giddey., 1982. Les produits à humidité intermédiaire. Cas particulier de problème de la conservation des produits à humidité intermédiaire. APRIA. pp 21-28

- Gilles P., 2000- Cultiver le palmier dattier .Ed. CIRAS, 110 p.

- Grelon. 2005. Les bienfaits du vinaigre. Ed, veechi, Paris : p 9-49.

- Gualtieri et Rappaccini. 1994. Date stones in broiler’s feeding. In Technologie de la datte. Ed. GRIDAO, 35 p.

- Guirand J. et Galzy, P. 1988. L’analyse microbiologique dans les industries alimentaire, Ed: l’usine nouvelle, pp: 70-72.

- Haddad S., 2007- Application des différentes doses d’irradiation aux dates et suivie des paramètres de qualité. Projet de fin d’étude. Université de 7 Novembre de Carthage.

Références bibliographiques

- Haffas S., 2006 : Elaboration d'une farine enrichie à base d'une datte sèche de faible valeur marchande variétés « Mech Degla ». Mémoire d'Ingénieur en Technologie alimentaire. Département d'agronomie, Université Hadj Lakhdar. BATNA 59p.
- Hamad A.M. et AL-beshr A.A 1993. Possibility of utilizing date in the production of carbonated deverag. Acts du colloque :The third symposium on the date palm. King Faisal University, AL-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 335-342.
- Hanachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac DE Perriere R.A, 1998- Inventaire variétal de la Palmeraie Algérienne. 225 p.
- Higazy, M.K., S.H. El-Ghayaty and F. B. Al-Makhton. 1983. Effect of pollen type on fruit setting, Yield and some \physical fruit properties of some date varieties. Proceeding of the first symposium of date palm, King Faisal .-University, Saudi Arabia.Pp:8493
- Hussein F. and Hussein M.A.,1983. Effect of Irrigation on Growth, Yield and Fruit Quality of Dry dates Grown at Asswan. Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm", King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 168- 173.
- Hyperlink. 2016. Site : <http://Fr.ekopedia.org/vinaigre>.
- Ibrahim M. A. et Khallil H. N. M., 1997 : Le palmier dattier protection et production. Ed Iskandaria : 432 – 627.
- 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.
- IPGRI/INRA: Algérie, Maroc et Tunisie/FEM/PNUD, 2005 : Descripteur du

Références bibliographiques

palmier dattier (Phoenix Dactyliphera L.).

- Jean-Louis CUQ, sans année- Microbiologie alimentaire contrôle microbiologique des aliments .Université Montpellier 2,116p.

- Jora.1998. Arrêté sur le vinaigre, Journal officiel de la république algérienne. Vol 18 N° 17.

- Joseph –Pierre G., 1998- Rappels de microbiologie générale (A).).DUNOD, Paris, 1998.ISBN 2100036661,76p.

-Kaidi et al 2001. Production de bioalcool à partir des déchets de dattes laboratoire de biomasse , centre de développement des énergies renouvelables , Bouzereah Alger ,Rev.Energ. Ren : production et valorisation de biomasse .

- Khatab A.G.H.; El. Tinay A.H.; Nour A.A.M., 1983. "The Chemical Composition of Some Date Cultivars Grown in Sudan the First Symposium on the Date Paim King Faysal". University Al-Hssa-Kindom of Saudi .P 706-710.

- Khelifa M., Djenaihi L., Bentrach I. 2012.Contribution à la fabrication d'un biscuit à base de la farine de datte variétés Mech-Degla. Mémoire d'Ingénieur d'état en Biologie. Université Mohammed Khider Biskra. 111p.

- Lafourcade S.L.1978. Les origines microbiologiques de l'acidité volatile des vins. Microbiologie et industrie alimentaire. Ed *Apria*. P 33-48.

-Larpent J. P., 1991. Biotechnology des levures. Ed. MASSON, Paris: 335-336.

-Lion P.H., 1955. Travaux pratique de chimie organique, Ed. Dunod. Paris.

Références bibliographiques

-Maatallah S., 1970. Contribution a la valorisation des dattes algériennes. These Ing. in elharach: 102-103. (Matheis et *al.*, 1995).

-MADR, 2014. Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural.

- Maiorella B.L. 1985. "Ethanol Comprehensive Biotechnology the Principal Applications and Regulation of Biotechnology in Industry Agriculture and Medicine". Ed Pergamon. Vol 3. P 861-900

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).

-Matallah M.A.A., 2004- Contribution à l'étude de la conservation des dates variétés Deglet- Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur agronomes, INA. El- Harrach. 79 p.

- Mechraoui N et Belkhadem S. 2009. Essai d'incorporation de la farine de datte.

-Mekki M.S., Al-tai W.F. et Hamoudi Z.S. 1993. Industrialization of Dates and Development of New Products Comming of Date Pulp and Khalal Dates. Actes du Colloque "The First Symposium on The Date Palm", King Faisal University, Al-Hassa Kingdom of Saudi Arabia : 520-532.

-Meligi M.A.; Sourial G.F., 1982. "Fruit quality and general evaluation of some Iraqui date palm cultivars grown under-condition of barrage region". Ed First symposium on the date palm , Saudi-Arabia. Vol 23-25. P 212-220.

- MerabtI,R ;2006 . Isolement et caracterisation de souches levuriennes amylytiques à partir de sol saharien Algerien . Mémoire de Magister en biochimie et microbiologie appliquées ; Université Méntouri , Constantine.

Références bibliographiques

- Messaid.H et al ; 2008 .Optimisation du processus d’immersion-réhydratation su système datte sèche ; jus d’orange .Mémoire de Magister . en Technologie alimentaire .Universté Mhammed Bougara Boumerdes
- Ministère de l’agriculture., 2000- Statistiques agricoles. Série B Ed. Ministère de l’agriculture.
- Mimouni . Y .2009 .Mise au point d’une technique d’extraction de sirop du dattes *comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l’amidonnerie*.Mémoire de Magister en Biochimie et Analyse des Bio-Produits , Université Kasdi Merbah Ouargla.
- Mohammed S.; Shabana H.R.; Mawloud E.A., 1983. Evaluation and identification of Iraqi date.cultivars. Fruits characteristics of fifty cultivars, Date Palm Journal, 2, pp 27-55.
- Munier P., 1973-Le palmier dattier. Ed G-P Maisonneuve, la rose. Paris.
- NF V05-101-Janvier, 1974.’’Produits dérives des fruits et légume’’.Détermination de l’acidité titrable.
- Norme NF ISO 7218: règles générales pour les examens microbiologiques et ainsi relative aux règles générales pour le comptage des colonies et l’expression des résultats
- Noui Y., 2001. L’optimisation de la production de la biomasse « *saccharomyces cerevisae* » cultivé sur un extrait de datte. Mémoire d’ingénieur. Département d’agronomie. Batna. 62p.
- Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H. et Siboukeur O., 2001. Qualité hygiénique et caractéristique physico-chimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla. Revue Energie Renouvelable: Production et Valorisation-Biomasse. 87-92p.
- Ozenda P., 2004- Flore et végétation du Sahara. Troisième édition. CNRS édition.750005Paris, pp 92, 438,662.

Références bibliographiques

- Rabia et Hati, .2006. 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.
- Reynes M.; Bouabidi H.; Piombo G.; Risterucci A.M., 1994. " Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie". Rev. Fruits.Vol. 51-NF V 03-922- ISO 749-(1977). "Détermination des cendres totaux". Vol 49. N° 4. P.289-298.
- Sawaya W.N.; Khalil J.K.; Safi W.M.; Al-Shalat A., 1983. Physical and chemical characterization of three Saudi date cultivars at various stages of development. Canadian Institute of Food Science and Technology Journal, 16, (2), pp 87-93.
- Sbihi A., 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 de Ouargla. These, King. Université de Ouargla: 7-8.
- Sibo- Springer., 2007. Du vinaigre pour sauver des vies. Revue de Biotribune. Vol. 23 - trimestriel septembre 2007, pp. 4.
- Siboukeur O., 1997. Qualité nutritionnelle ,hygiénique et organoleptique du jus des dattes. Mémoire Magister en sciences agronomique, INA, Alger , pp : 30-35.
- Springer., 2007. Du vinaigre pour sauver des vies. Revue de Biotribune. Vol. 23 - trimestriel septembre 2007, pp. 4.
- Tesfaye W., MORALES, M.L., GARCIA-PARRILLA., TRONCOSO, A.M.(2002).
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. Université d'ORANES Senia.106p.

Références bibliographiques

- Tortora G.J. et Anagnostakos N.P., 1987- Principes d'anatomie et de physiologie. Ed. INC, 5 ème Edition, 688-693 pp

- Toutain G., 1979- Eléments d'agronomie saharienne : de la recherché au développement. Ed. JOUVE, Paris, 276 p.

- Uckeur O., 1997. Qualité nutritionnelle

- Ulrich M., 2013 : Valorisation des dattes non comestibles en Algérie, Symposium « Valorisation des fruits dans les boissons », 18 pages. work of Harold E. Moore, Jr. Allen press, 610p.

- UHL N.Z et Dransfield J., 1987 - Genera *palmarum*: A classification of palms based on the hygiénique et organoleptique du jus de dattes. Thèse de Magister, INA. El-Harrach, Alger, 106p.

- Wolff., 1968. Manuel d'analyse de Corp. gras, Ed. Azoulay Paris.

- **قدامة احمد. 1991.** قاموس الغذاء والتداوي بالنبات. موسوعة غذائية صحية عامة. دار النفائس. بيروت. ص 213-920.

ANNEX I :

	1	2	3	4	5	6
	Datte sèche	(M) après 20j (D)	(M) après 20j	(M+L) avant	(M+L) Après72h (D)	(M+L) après 20j
PH	5,43	3,98	5,02	4,87	5,13	4,76

Tableau n°13 : Variation des PH avant et après fermentation alcoolique

	1	2	3	4	5	6
H%	Datte sèche	(M) après 20j (D)	(M) après 20j	(M+ L) avant	(M+L) après 72h (D)	(M+L) après 20j
1	15,629	95,860	95,816	86,318	90,872	96,119
2	14,997	95,166	95,154	84,726	91,271	94,026
3		95,221	95,804	86,166	91,388	96,416

Tableau n°14 : les taux d'humidité avant et après fermentation alcoolique

	1	2	3	4	5	6
MS%	Datte sèche	(M) après 20j (D)	(M) après 20j	(M+L) avant	(M+L) après 72h (D)	(M+L) après 20j
1	84,371	4,320	4,184	13,682	9,128	3,881
2	85,003	4,834	4,846	15,274	8,783	5,974
3		4,779	4,196	13,834	8,612	3,584

Tableau n°15 : les matières sèche avant et après fermentation alcoolique.

	1	2	3	4	5	6
CD%	Datte sèche	(M) après 20j (D)	(M) après 20j	(M+L) avant	(M+L) après 72h (D)	(M+L) après 20j
1	2,539	1,497	1,893	2,538	3,145	2,438
2	3,750	2,392	3,447	2,175	3,342	5,127
3		2,589	3,197	2,144	3,136	2,738

Tableau n°16 : les teneur en cendres avant et après fermentation alcoolique.

	1	2	3	4	5	6
MO%	Datte sèche	(M) après 20j (D)	(M) après 20j	(M+L) avant	(M+L) après 72h (D)	(M+L) après 20j
1	97,461	98,503	98,107	97,464	96,855	97,562
2	96,250	97,608	96,553	97,825	96,658	94,873
3		97,411	96,803	97,856	96,864	97,262

Tableau n°17 : les matières organiques avant et après fermentation alcoolique .

	Datte sèche	(M) après 20j (D)	(M) après 20j	(M+L) après 72h (D)	(M+L) après 20j
Acidité titrable %	39	78	62	52	47

Tableau n°18 : Valeurs de l'acidité titrable avant et après fermentation alcoolique .

Variétés de datte	Taux de sucres totaux (%)
Hmira	75,00
Hmira (mout)	49,00

Tableau n °19: Résultats d'analyse du Taux des sucres totaux des deux échantillons

Annexe II :

PH	Vinaigre 1	Vinaigre 2
	3,91	3,94

Tableau n°21 : Variation des PH du vinaigre

	MS%	MO%	CD%
1	98 ,001	99,600	0,4
2	97,903	99,00	0,4

Tableaux n°22 : Déterminer MS%, MO%, CD% Vinaigre 1(M)

	MS%	MO%	CD%
1	97,502	99,650	0,35
2	97,65	99,55	0,45

Tableau n°23 : Déterminer MS% , MO% , CD% Vinaigre 2.

Variété de vinaigre	Acidité titrable%
Vinaigre 1	4,44
Vinaigre 2	4,248

Tableau n°24 : Valeurs de l'acidité titrable du vinaigre.

Variété de vinaigre	Taux de Brix %
Vinaigre I	36
Vinaigre II	32

Tableau n°25 : degré de Brix du vinaigre