



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire N série:.....
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة الشهيد حمّة لخضر الوادي
Université Echahid Hamma Lakhdar - El OUED
كلية علوم الطبيعة والحياة
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية
Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences
biologiques

Spécialité : Biochimie Appliquée

THEME

Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et
biochimiques du vinaigre de datte de la variété *Tinissine* de la
région d'El Oued

Présentés Par :

M^{elle} ABAIDI Saida.

M^{me} OTMANI Karima.

Devant le jury composé de :

Président :	Mr. SAADI H.	M.A.A, Université d'El Oued.
Examinatrice :	M ^{me} . ZOUIOUCH FZ.	M.A.A, Université d'El Oued.
Promotrice :	M ^{elle} . NADJI N.	M.A.A, Université d'El Oued.
Co-Promoteur:	Mr. BOUSAHA K.	Ingénieur de contrôle qualité.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

«وَمِنْ ثَمَرَاتِ النَّخِيلِ وَالْأَعْنَابِ

تَتَّخِذُونَ مِنْهُ سَكَرًا وَرِزْقًا حَسَنًا إِنَّ

فِي ذَلِكَ لآيَةً لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ»

النحل الآية 67 ﴿

A vertical arrangement of pink roses with green leaves and water droplets on their petals, positioned on the left side of the page. The roses are in various stages of bloom, from buds to fully open flowers.

Dedicaces

Je remercie Dieu pour tout et Je dédie ce mémoire à:

*Mes très chers parents: TIDJANI et FOUZIA qui m'ont
beaucoup soutenue et encouragée jusqu'au bout et qui
ALLAH leur accorde une longue vie. Je leur adresse mes
remerciements les plus profonds, pour leurs encouragements
et leurs conseils et surtout leur compréhension et pour tous
les efforts qu'ils ont fournis pour nous permettre une
meilleure vie.*

Mes chères frères:

MABROUK MOHAMED ALI

Mes chères sœurs:

SARA NOUSSAIBA CHAHLA SADJIDA

-toute ma grande familles ABAIDI MAMMOUNE

Ma chère binôme:

KARIMA

*Je me rappellerai toujours de tous les bons moments que nous avons partagés
ensembles et qui resteront gravés dans ma mémoire.*

Toutes mes camarades de la promotion de Biochimie 2016 – 2017

SAIDA



Dedicaces

Avant tout, je remercie Dieu, le Miséricordieux de m'avoir donné le courage, la force et la patience pour réaliser ce mémoire.

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Je dédie ce modeste travail à :

Ma chère mère RACHIDA, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute sa assistance et sa présence dans ma vie

Mon père BACHIR, où il était Dieu bénisse son âme

Mon cher époux AHMED

Mon cher fils CHARAFEDDINE

Mes chères frères YACINE, MUSTAFA

Mon grand père, mes tantes et oncles

Ma grande famille OTMANI

Toute la famille de mon époux TALBI

Ma chère binôme SAIDA pour aide moi beaucoup pour réaliser ce travail

Ma chère MOUNA

Mes chères amies

Tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire

KARIMA

Remerciements

Nous tenons avant tout à exprimer notre profonde gratitude à ALLAH.

A notre encadreur M^{elle} NADJI pour avoir proposé et dirigé cette étude, nous exprimons nos remerciements.

A notre Co-encadreur Mr. BOUSSAHA pour ses judicieux conseils et toute la patience dont il a fait preuve, durant l'élaboration de cette étude, pour sa disponibilité, qu'il trouve ici l'expression de nos profonde gratitude.

Au personnel du laboratoire de Centre Algérienne de Contrôle de Qualité et l'Emballage d'El-Oued. Mr. AHMED. Mr. MOUHAMMED. M^{elle} HOURIA.

A Mr. GOUTOUBI pour leur aide, et leurs conseils très précieux.

Nos remerciements à Mr. SAADI maître assistant à l'université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued, pour avoir accepté de présider notre jury de mémoire.

Nos remerciements à M^{me} ZOUIOUCH FZ Maître assistant à l'université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued, pour avoir accepté d'examiner et participer à notre jury de mémoire.

A tous ceux qui nous ont aidés de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire, nous exprimons nos remerciements.

Résumé

Le vinaigre traditionnel des dattes est un bioproduit à partir d'une double fermentation. 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. Notre travail s'intéresse à l'étude de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques de cinq échantillons de vinaigre traditionnel produit à partir de cultivar *Tinissine* de la région d'El Oued a montré que les différents échantillons de vinaigres traditionnels de dattes se caractérisent par un pH situant entre 3,14 et 4,24, une conductivité électrique de 3,43 à 8,43 $\mu\text{s}/\text{cm}$, une densité de 1,01 à 1,1 et un taux de solide soluble entre 4 et 14 % . Les différents échantillons de vinaigres de dattes, présentent une faible teneur en acide acétique qui ne dépassant pas 45g/l et une teneur en acide citrique entre 1,37 et 5,25 %

Mots clés : Vinaigre, Datte, *Tinissine*, Double fermentation, Valorisation des dattes.

ملخص

الخل التقليدي للتمور، هو مركب حيوي ناتج من التخمر المزدوج. في أغلب الأحيان، السكان الصحراويون يصنعون الخل الخاص بهم محليا. هذا الإنتاج هو تقليد قديم يستخدم الاجهزة التقليدية ويعطي فوائد الخل التي لم يتم العثور عليها في الخل الصناعي. يركز عملنا على دراسة بعض المعايير الفيزيوكيميائية و البيوكيميائية لخمس عينات من الخل التقليدي المنتج من صنف تنسين لمنطقة الوادي. أظهرت أن العينات المختلفة للخل التقليدي للتمور لهذه الدراسة تتميز بحموضة محصورة بين 3,14 و 4,24 ، ناقلية كهربائية من 3,43 إلى 8,43 $\mu\text{s/cm}$ الكثافة من 1,01 إلى 1,1. معدل ذوبان المادة الصلبة يتراوح بين 4 إلى 14 % . مختلف عينات خل التمور، تظهر محتوى ضعيف لحمض الخليك لا يتجاوز 45 غرام/ل. يتراوح محتوى حمض الليمون بين 1,37 و 5,25 بالمائة.

الكلمات المفتاحية : خل، تمر، تنسين، تخمر مزدوج، تثمين التمور.

LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Répartition géographique du palmier dattier dans le monde	04
Figure 2	Schéma de datte et son noyau	05
Figure 3	Formation et maturation des dattes	07
Figure 4	Schéma d'un tonneau préparé pour l'acétification selon le procédé d'Orléans	17
Figure 5	Schéma de l'acétification à biomasse fixée sur des copeaux de hêtre	18
Figure 6	Acetator de Frings	19
Figure 7	Cultivar <i>Tinissine</i>	23
Figure 8	Dispositif de la fermentation alcoolique	24
Figure 9	Dispositif de la fermentation acétique	25
Figure 10	Lavage de dattes	28
Figure 11	Dénoyautage de dattes	28
Figure 12	Découpage de dattes	28
Figure 13	Bouillante de dattes	28
Figure 14	Filtration de mélange	29
Figure 15	Rebut (Valorisable)	29
Figure 16	PH mètre (WTW)	30
Figure 17	Conductivimètre (WTW)	31
Figure 18	Densimètre	32
Figure 19	Réfractomètre (ATAGO)	32
Figure 20	Titrimètre	33
Figure 21	pH des différents lots de vinaigre	34
Figure 22	Conductivité électrique des différents lots de vinaigre	36
Figure 23	Densité des différents lots de vinaigre	37
Figure 24	Taux Solide Soluble (Brix) des différents lots de vinaigre	38
Figure 25	Teneur en acide acétique des différents lots de vinaigre	39
Figure 26	Teneur en acide citrique des différents lots de vinaigre	41
Figure 27	Diagramme d'extraction de jus de dattes	51
Figure 28	Vinaigre issu par l'eau basique (PH 10,30)	52
Figure 29	Vinaigre issu par l'eau de robinet	52

Figure 30	Vinaigre issu par l'eau minérale	53
Figure 31	Vinaigre issu par l'eau acide (PH 4,9)	53
Figure 32	Vinaigre issu par l'eau distillée	54

LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Classification des dattes selon leur consistance	06
Tableau 2	Minéraux et vitamines pour 100 g de pulpe de datte	09
Tableau 3	Composition biochimique de noyau de dattes	10
Tableau 4	Production des dattes en tonnes dans le monde	13
Tableau 5	Production des principales variétés des dattes algériennes	14
Tableau 6	Description de la variété <i>Tinicine</i>	26

LISTE DES ABREVIATIONS

H%	Pourcentage d'Humidité
MS	Matière Sèche
°C	Degré Celsius
PH	Potentiel Hydrogène
Mg	Milligramme
Ha	Hectare
g	gramme
FAO	Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation Et L'agriculture
Min	Minute
Cu	Cuivre
Zn	Zinc
Pb	Plomb
Fe	Fer
µs	Micro-seconde
N	Normalité
CE	Conductivité Electrique
TSS	Taux Solide Soluble

SOMMAIRE

Dédicaces	
Remerciements	
Résumés	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste des abréviations	
Introduction générale	01

PARTIE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Palmiers dattiers et les dattes

I. 1.1. Palmiers dattiers.....	03
I. 1.1.1. Généralités sur les palmiers dattiers.....	03
I. 1.1.2. Répartition géographique du palmier dattier.....	04
A. Dans le monde.....	04
B. En Algérie	04
I.1.2. Dattes.....	05
I.1.2.1. Description de la datte.....	05
I.1.2.2. Classifications des dattes.....	05
I.1.2.3. Différents stades d'évolution de la datte.....	06
A. Stade I «Loulou»	06
B. Stade II «Kh'lal »	06
C. Stade III «Bser ».....	07
D. Stade VI «Mretba/Martouba».....	07
E. Stade V«Tmar».....	07
I.1.2.4. Composition biochimique de la datte.....	08
A. Composition biochimique de la pulpe.....	08
a. L'eau.....	08
b. Les glucides.....	08
c. Les protides.....	08
d. Les lipides.....	08
e. Fibres.....	08
f. Les minéraux.....	09
g. Les vitamines.....	09

B. Composition biochimique du noyau.....	10
I.1.2.5. Principales variétés en Algérie.....	10
A. Deglet-Nour.....	10
B. Les variétés communes.....	10
I.1.2.6. Valorisation des dattes.....	11
A. Pâte de datte.....	11
B. Farine de datte.....	11
C. Sirop de datte.....	11
D. Transformation par voie biotechnologique.....	11
a. Alcool des dattes.....	11
b. Vinaigre de datte.....	12
c. Levures.....	12
I.1.2.7. Utilisation de la datte dans la pharmacopée traditionnelle.....	12
I.1.2.8. La production des dattes.....	12
A. Dans le monde.....	12
B. Production des principales variétés en Algérie.....	13

Chapitre 2 : Généralité sur le vinaigre

I.2.1. Historique.....	15
I.2.2. Définition.....	15
I.2.3. Composition du vinaigre.....	15
I.2.4. Différents types du vinaigre.....	16
I.2.4.1. Vinaigre obtenu par fermentation acétique.....	16
A. Vinaigre de vin.....	16
B. Vinaigre d'alcool.....	16
C. Vinaigre balsamique.....	16
D. Le vinaigre de céréales.....	16
E. Vinaigre de glucose.....	16
F. Vinaigre de cidre et de poirée.....	16
G. Vinaigre de betterave.....	16
H. Vinaigre de petit lait.....	17

I.2.4.2. Vinaigre provenant de la distillation du bois ou vinaigre de bois d'acide acétique.....	17
I.2.5. Méthodes de fabrications du vinaigre.....	17
I.2.5.1. Procédé d'Orléans.....	17
I.2.5.2. Procédé de schutzenbach.....	18
I.2.5.3. Procédé en culture submergée.....	18
I.2.6. Vinaigre traditionnel de datte.....	19
I.2.6.1. Définition.....	19
I.2.6.2. Cultivars utilisés pour la production du vinaigre traditionnel.....	19
I.2.6.3. Technologie du vinaigre.....	20
A. Fermentation alcoolique.....	20
B. Fermentation acétique.....	21
I.2.6.4. Utilisation de vinaigre.....	21
A. Les vertus thérapeutique de vinaigre.....	21
B. Utilisation en cuisine.....	21
C. Usage domestique.....	22

DEUXIEME PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

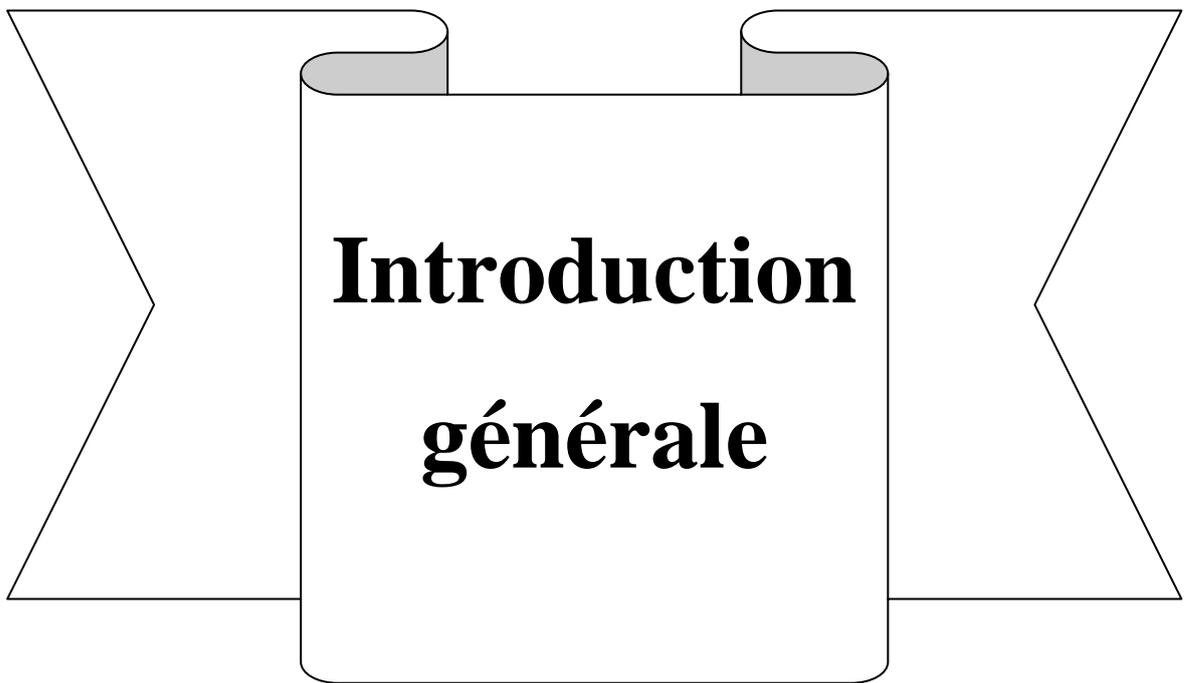
II.1. Matériel végétal.....	23
II.1.1. Choix de variété.....	23
II.1.2. Obtention et conservation des échantillons.....	23
II.2. Appareils et réactifs utilisés.....	24
II.2.1. Dispositif de fermentation.....	24
II.2.2. Matériel technique d'étude au laboratoire.....	25
II.3. Méthodologie.....	26
II.3.1. Caractérisation géo-morphologique de la datte utilisée.....	26
II.3.2. Elaboration de vinaigre de datte.....	26
II.3.2.1. Préparation des lots.....	26
II.3.2.2. Extraction du jus de dattes.....	27
II.3.2.3. Elaboration du vinaigre à partir de jus de datte.....	29
II.4. Méthode d'analyse.....	30
II.4.1. Analyses physico-chimiques.....	30
II.4.1.1. Détermination de PH.....	30
II.4.1.2. Détermination de conductivité électrique.....	30
II.4.1.3. Détermination de la densité.....	31

II.4.1.4. Détermination du taux de solides solubles (Degré Brix).....	32
II.4.2. Analyses biochimique.....	33
II.4.2.1. Détermination de taux d'acide acétique.....	33
II.4.2.2. Détermination de taux d'acide citrique.....	33

Partie III: RESULTATS ET DISCUSSION

III.1. Analyses physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte.....	34
III.1.1. Analyses physico-chimiques.....	34
III.1.1.1. PH.....	34
III.1.1.2. Conductivité électrique.....	36
III.1.1.3. Densité.....	37
III.1.1.4. Brix.....	38
III.1.2. Analyse Biochimique.....	39
III.1.2.1. Acide acétique.....	39
III.1.2.2. Acide citrique.....	41
Conclusion générale.....	43
Référence bibliographique.....	44
Annexes.....	50

Résumé et mots clés



**Introduction
générale**

Introduction générale

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*) est considéré comme l'arbre des régions désertiques 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).

Le nombre de palmiers dattiers au niveau national est de l'ordre de 11 millions, avec une production annuelle évaluée à plus de 487332 tonnes (Ministère de l'Agriculture, 2002).

La palmeraie algérienne est essentiellement localisée dans les zones de partie Sud-Est du pays. Elle couvre une superficie de 128.800 ha à environ 14.605.030 palmiers dont 9.641.680 constituent le potentiel productif, soit 66 % (Djoudi, 2013). 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).

Les dattes sont l'aliment de base de nombreuses populations, et peut servir à l'élaboration de produits alimentaires de grande valeur énergétique et diététique (Munier, 1973).

D'après la F.A.O (2010), la production mondiale de dattes est estimée à 7.62 millions de tonnes en 2010. Ainsi l'Algérie place au 4^{ème} rang des pays producteurs de dattes, avec une production de 516 mille tonnes de dattes dont 30% sont des dattes communes à faibles valeurs marchandes pour la plus part destinées à l'alimentation du bétail.

Les dattes abîmées peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucres pour la fabrication de vin, alcool ou vinaigre selon leur état. Actuellement beaucoup de pays s'intéressent aux industries de transformation des dattes, parmi ces derniers l'Irak qui occupe la première place (Sebihi, 1996).

Depuis longtemps, les populations sahariennes produisent du vinaigre traditionnel de dattes en utilisant souvent des variétés de faible valeur marchande (Beneddine & Bentadj, 2009). La production mondiale de vinaigre est estimée à plus de 1600 millions de litres par an d'acide acétique. Cette production provient d'une multitude de vinaigre à savoir : vinaigre d'alcool, de vin, de cidre, de poiré, de betterave, de glucose, de petit lait, d'herbe, etc... La production d'acide acétique à base de datte reste encore mal connue (Ould El Hadj, Sebihi & Siboukeur, 2001).

Le vinaigre est un produit utilisé comme condiment, antioxydant, conservateur d'aliments, etc.. (Lespagnol, 1975).

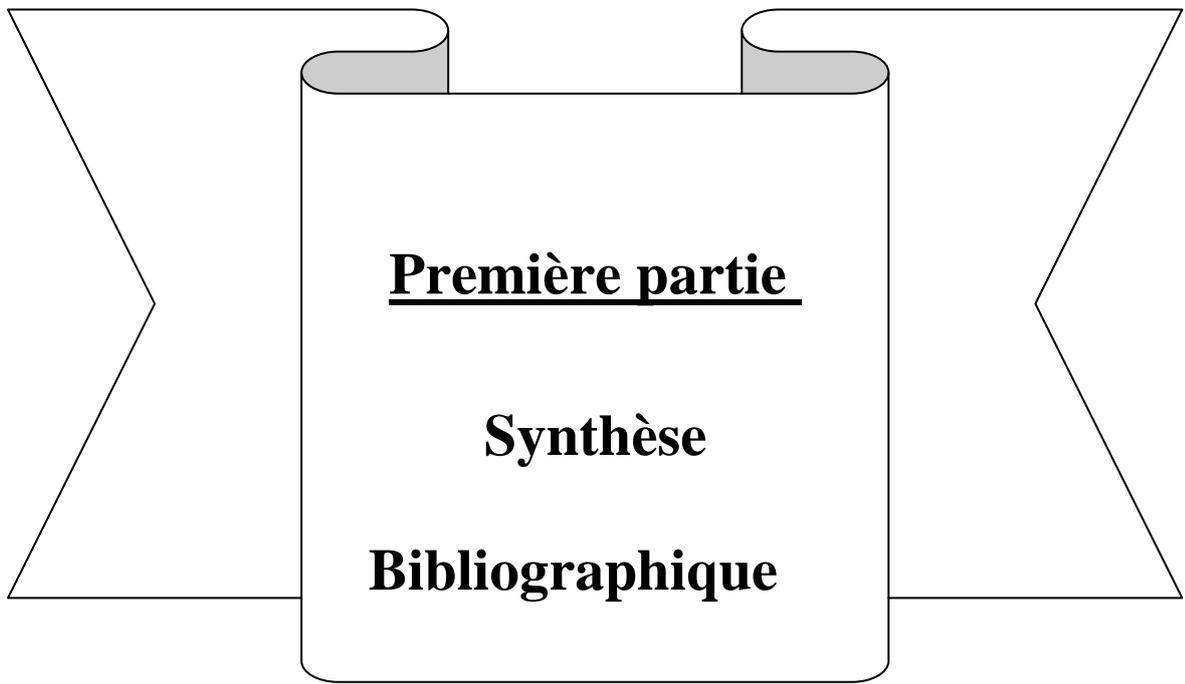
En plus des ses utilisations alimentaires multiples, le vinaigre est reconnu très tôt pour ses étonnantes propriétés bienfaisantes. Récemment, le dépistage du cancer du col de l'utérus par l'acide acétique, composant du vinaigre, à été mis en évidence (Boukhair, 2009).

A ces raisons, notre travail s'intéresse à l'étude de quelques caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété Tinissine, dont l'objectif d'amélioration des conditions de fabrication de vinaigre des dattes d'une variété de faible valeur marchande.

Ce travail comporte trois parties d'investigations complémentaires:

- ✚ Une première partie relative à l'étude bibliographique comprenant deux chapitres dont le premier ; Généralités autour des palmiers dattiers et la datte, le deuxième présente généralité sur le vinaigre.
- ✚ Une deuxième partie expérimentale présentant le matériel utilisé, les méthodes nécessaires pour faire l'extraction du jus de datte et l'élaboration du vinaigre.
- ✚ 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.





I. 1.1. Palmiers dattiers

I. 1.1.1. Généralités sur les palmiers dattiers

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

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

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

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

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

D'autre part, le palmier dattier est une espèce bien adaptée au climat saharien et subsaharien. Sa présence dans ces zones lui confère un rôle écologique. En effet, il limite la progression des espèces désertiques. De même il contribue à limiter les dégâts d'ensablement dans les oasis (Benahmed, 2007).

La culture de palmier dattier revêt une importance socio-économique certaine particulièrement dans les pays du Maghreb, du Moyen orient et de l'Asie orientale : c'est ainsi que la dattes est considérée comme l'aliment de base des populations des déserts du Moyen orient (Estanove, 1990).

En outre, ce fruit revêt un caractère religieux pour les musulmans durant la période du Ramadhan (Benahmed, 2007).

I. 1.1.2. Répartition géographique du palmier dattier

A. Dans le monde

Le palmier dattier fait l'objet d'une plantation intensive en Afrique méditerranéenne et au Moyen-Orient. L'Espagne est l'unique pays européen producteur de dattes principalement dans la célèbre palmeraie d'Elche (Toutain, 1979).

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

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

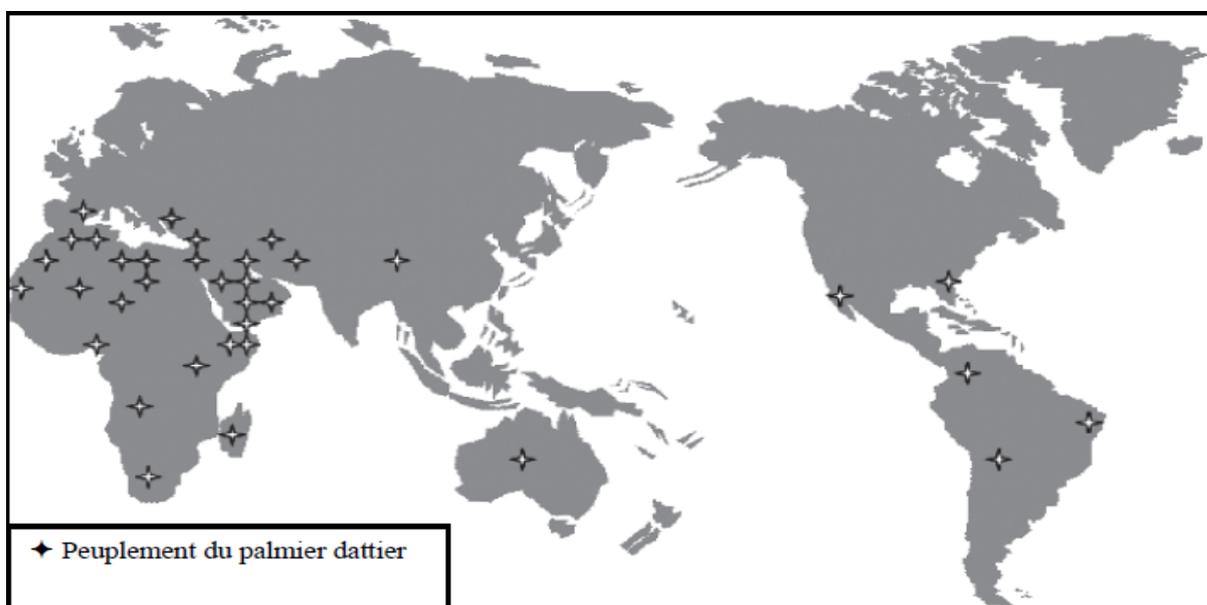


Figure 1 : Répartition géographique du palmier dattier dans le monde

(El Hadrami, A., El Idrissi, T.A & El Hassni, 2007).

B. En Algérie

En Algérie, la superficie occupée par le palmier dattier couvre 103.129ha. Elle diffère d'une wilaya à une autre. La superficie la plus importante concerne les wilayas de Biskra et d'El-Oued atteignant toutes les deux 53.533ha soit 52%, soit plus de la moitié de la superficie totale par le palmier dattier (Djoudi, 2013).

L'Algérie est un pays phoenicicole classe au sixième rang mondial et au premier rang dans le Maghreb pour ses grandes étendues de culture avec 160 000 ha et plus de 2 millions de jardins et sa production annuelle moyenne de dattes de 500 000 tonnes (Adaika & Ramdani, 2015).

I.1.2. Dattes

I.1.2.1. Description de la datte

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie, généralement de forme allongée, ou arrondie. Elle est composée d'un noyau ayant une consistance dure, entouré de chair.

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

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

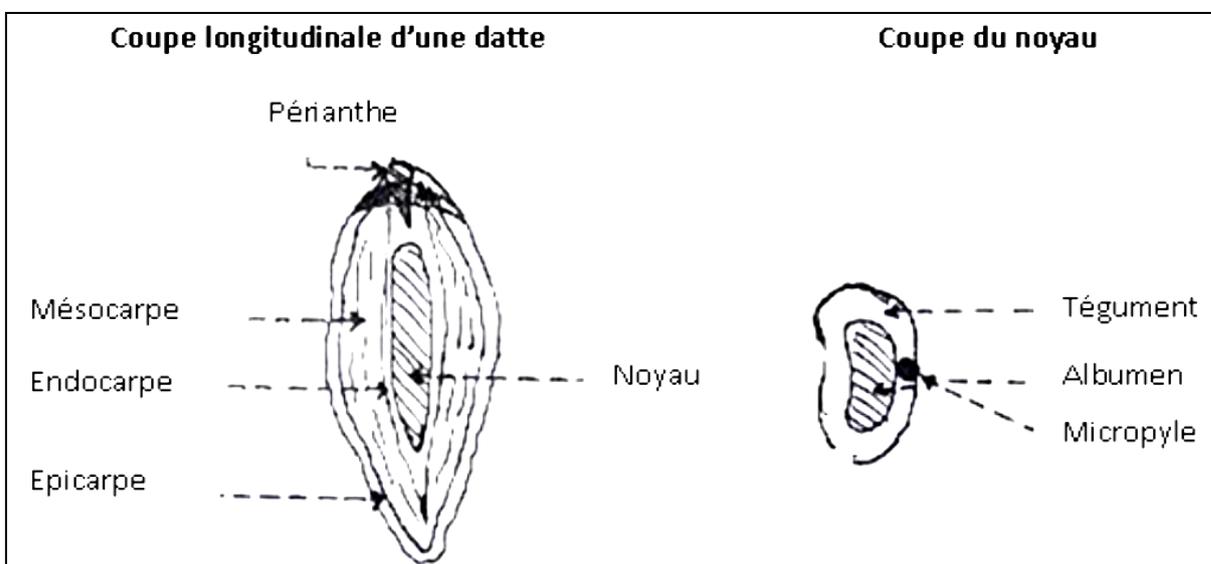


Figure 2 : Schéma de datte et son noyau (Belguedj, 2002).

- Les dimensions de la datte sont très variables, de 1 à 8 centimètres (Chibane, 2008).
- Leur poids : de quelques grammes à plus de 50 grammes.
- Leur couleur : de jaune clair à brun plus ou moins foncé en passant par toutes les teintes de jaune, jaune ambré, orange, rouge vif, rouge brun, mais également vert, violet, noir.
- Leur consistance : molle ou dure (Gilles, 2000).

I.1.2.2. Classifications des dattes

Du point de vue biochimique pour Munier (1973), les dattes sont classées en trois catégories, d'après leur consistance : molles, demi-molles et sèches.

Tableau 1 : Classification des dattes selon leur consistance (Espirad, 2002).

Consistance	Caractéristiques	Variétés et pays
Molle	- Humidité supérieure $\geq 30\%$. - Riches en sucres invertis (Glucose et Fructose)	Ghars (Algérie), Ahmer (Mauritanie), Kashram et Miskhrani (Egypte et Arabie Saoudite)
Demi-molle	- $20\% < H\% < 30\%$ - 50% saccharose et 50% glucose + fructose	Deglet Nour (Algérie), Mahjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi (Arabie Saoudite)
Sèche	$H\% < 20\%$ - Riches en saccharose	Degla Beida et Mech Degla (Tunisie et Algérie) et Amsrie (Mauritanie)

I.1.2.3. Différents stades d'évolution de la datte

Après la fécondation, le fruit se forme (nouaison), se développe en changeant de couleur, d'aspect et de consistance, jusqu'au stade Tmar (datte mûre). En même temps, sa composition évolue. Entre la nouaison et le stade final, on peut distinguer des stades intermédiaires qui permettent de suivre l'évolution de la datte d'appliquer des techniques appropriées lors des opérations de traitement et de conditionnement (Munier, 1973).

Chaque stade de maturité correspond à une appellation particulière. Par ailleurs, toutes les références bibliographiques indiquent cinq stades phénologiques.

A. Stade I «Loulou»

Stade qui suit immédiatement la pollinisation, la datte est petit et sphérique. Elle a une forme ovoïde de couleur crème avec des traits verticaux de couleur verte (Retima, 2015), le fruit est entièrement recouvert par le périgone et se caractérise par une croissance lente (Chibane, 2008), Ce stade dure de 4 à 5 semaines après la pollinisation (Munier, 1973).

B. Stade II «Khlal »

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).

C. Stade III «Bser »

Au cours de ce stade, la couleur du fruit passe du vert au jaune clair, puis vire au jaune, au rose ou rouge selon les variétés (Chibane, 2008). Les sucres totaux atteignant son maximum en fin du stade. La datte atteint son poids maximal au début de ce stade. Il dure en moyenne quatre semaines (Djerbi, 1994).

D. Stade VI «Mretba/Martouba»

La couleur jaune ou rouge du stade khalal passe au foncé ou au noir. Ce stade se caractérise par la perte de la turgescence du fruit suite à la diminution de la teneur en eau, l'insolubilisation des tanins qui se fixent sur l'épicarpe du fruit et l'augmentation de la teneur des monosaccharides qui donne un goût sucré au fruit. Ce stade dure de deux à quatre semaines (Djerbi, 1994).

E. Stade V«Tmar»

C'est le stade final de la maturation de la datte qui perd beaucoup d'eau et devient très concentrées en sucre (Munier, 1973).

La figure 3 résume les différents changements de la datte au cours de son développement.

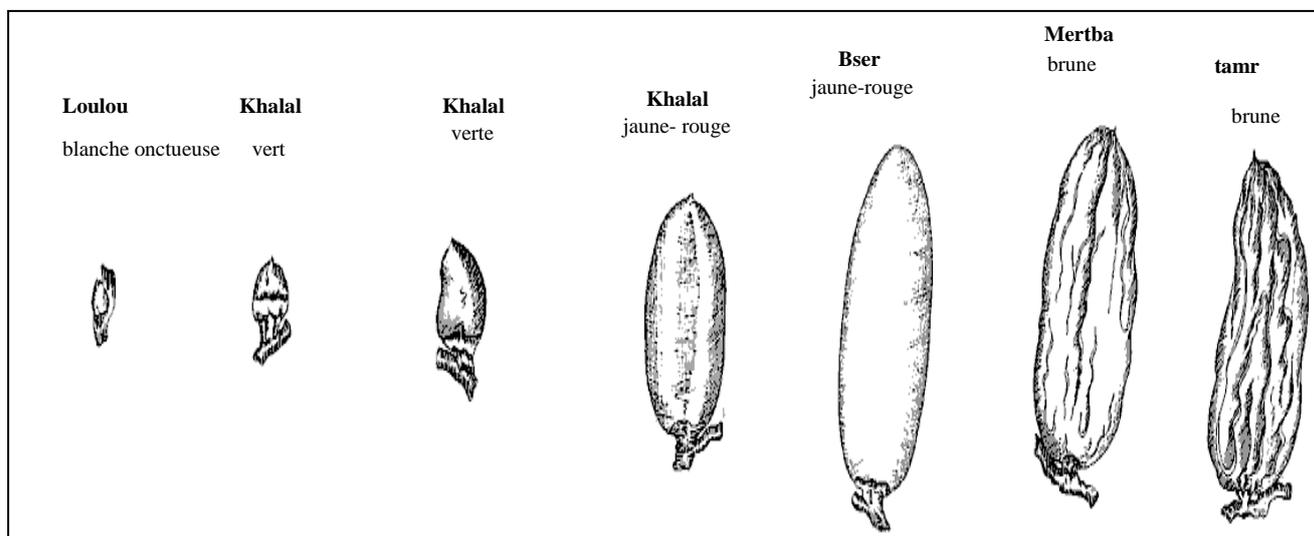


Figure 3 : Formation et maturation des dattes (Barreveled, 1993).

I.1.2.4. Composition biochimique de la datte

La datte est constituée de deux parties distinctes : une comestible « la pulpe ou la chair » et un autre non comestible « noyau » qui révèlent des compositions très intéressantes.

A. Composition biochimique de la pulpe

Le sucre et l'eau sont les constituants prédominants de la chair. C'est leurs proportions qui déterminent la consistance de la datte (Munier, 1973). En plus de ces deux composés, la pulpe renferme : des fibres, des éléments minéraux, des protéines, des lipides, des polyphénols, des vitamines...

- a- **L'eau** : La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie généralement entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche.
- b- **Les glucides** : les sucres sont le constituant le plus prédominant de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélée essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (Estanove, 1990 ; Acourene & Tama, 1997). Ceci n'exclu pas la présence d'autres sucres en faibles proportions tels que : le galactose, le xylose...).

Les dattes constituent une source de prédilection de sucres avec une teneur de 60 et 80 % contre environ 12 à 20% dans le cas de la betterave et la canne à sucre (Decloux, 2008).

Il n'y a aucune raison de les purifier (sucres de dattes) entièrement et de les débarrasser de toute trace de minéraux et micronutriments avant de les utiliser dans la confection des aliments (Rémésy, 2008).

- c- **Les protides** : les dattes présentent des teneurs faibles en composés protidiques, généralement moins de 3% (MS) (Boukhiar, 2009).
- d- **les lipides** : les matières grasses sont pratiquement absentes dans la pulpe (moins de 0,5% MS) (Chaira et al. 2007; Benchellah & Maka, 2008).
- e- **Fibres** : une grande partie de ces composés sont insolubles constituées principalement par la cellulose (Boukhiar, 2009). Les dattes fines, comme la Deglet-Nour, ne contiennent qu'une faible proportion en cette substance, mais des proportions plus élevées atteignant parfois plus de 10 % dans le cas des dattes communes particulièrement fibreuses (Munier, 1973).

Selon Bonaz, Mathieu & Chambron (2007) Il se pourrait que l'augmentation de la consommation des sucres raffinés, la diminution de la consommation de fibres, de vitamines, de sels minéraux et d'acides gras essentiels jouent un rôle dans les maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin.

- f Les minéraux :** la caractéristique la plus remarquable des dattes réside dans la présence de minéraux et d'oligoéléments particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs (tableau I-4) (Boukhiar, 2009).
- g Les vitamines :** la pulpe de dattes contient des vitamines en quantités variables avec les types de dattes et leur provenance. En général, elle contient des caroténoïdes et des vitamines du groupe B en quantités appréciables, mais peu de vitamine C (Meunier, 1973).

Le tableau 2 présente les compositions en différents minéraux et vitamines de la pulpe de datte.

Tableau 2 : Minéraux et vitamines pour 100 g de pulpe de datte (Benchelah & Maka, 2008).

Minéraux			Vitamines	
Potassium	670 à 750	mg	B3	1,7 mg
Calcium	62 à 65	mg	B5	0,8 mg
Magnésium	58 à 68	mg	B2	0,10 mg
Fer	3	mg	B6	1,15 mg
Phosphore	3	mg	Vitamines PP signalées provitamines A	0,03 mg
Cuivre	3	mg	La vitamine C	Présente en faible quantité dans la datte fraîche, a presque disparu dans la datte sèche
Zinc	3	mg		
Manganèse	3	mg		
Sodium	1 à 3	mg		

B. Composition biochimique du noyau

Dans le tableau 3 cite la composition des noyaux de deux dattes Mauritanienne et Irakienne.

Tableau 3 : Composition biochimique de noyau de dattes (Munier, 1973).

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

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

I.1.2.5. Principales variétés en Algérie

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques unes ont une importance commerciale. Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Djerbi, 1994 ; Belguedj, 2002). En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (Hannachi, Khitri & Benkhalifa 1998). Les principales variétés cultivées sont :

- A. Deglet-Nour :** Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (Belguedj, 2002).
- B. Les variétés communes :** Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et Mech-Degla. Une grande proportion des variétés communes est de consistance molle (Belguedj, 2002).

I.1.2.6. Valorisation des dattes

De nombreux produits sont élaborés à base de dattes pour différentes utilisations : pour l'alimentation (gâteaux, miel, farine, jus, confiture...), la pharmacopée (soins divers), fard (masques, khoul pour les yeux...). Ces produits qui remontent à l'antiquité, sont toujours sauvegardés, développés et améliorés (Belguedj et *al.*, 2008).

A. Pâte de datte

La pâte de dattes peut être confectionnée avec des dattes molles ou demi-molles ; on ajoute alors de la farine de datte ou du sirop de datte pour lui donner une consistance convenable (Munier, 1973). La fabrication est toujours faite mécaniquement (Arfa, 2008).

La pâte de datte est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (Espiard, 2002), pour le fourrage des gâteaux, pour la confection des glaces, sorbets, crème... (Munier, 1973)

B. Farine de datte

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptible de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants et yaourt (Ait Ameer, 2001).

C. Sirop de datte

Ces produits sont fabriqués à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière goût de fermentation (Chibane, 2008). Le sirop de datte, également appelé « miel de datte » « Rob AT-Tamr » (appellation impropre) au Dibs dans le monde arabe, est un produit sucré, foncé de couleur marron extrait à partir des dattes et typique de la cuisine Arabe (Mimouni & Siboukeur, 2011).

D. Transformation par voie biotechnologique

Ce type de transformation indirecte s'intéresse généralement aux dattes de faible valeur marchande. Ces dattes, pourvues d'une forte teneur en sucres, peuvent en effet servir pour la production de certains produits tels que le vinaigre, l'acide acétique, la levure, éthanol ...etc.

a. Alcool des dattes

Grâce à sa composition chimique et sa richesse en minéraux et oligoéléments, le déchet de datte permet d'obtenir une bonne productivité d'alcool brut. Les quantités de ce dernier obtenues après 72h de fermentation et 1h20mn de distillation (Boulal, Benali & Moulai et *al.*, 2010). L'alcool de datte est utilisé à des fins médicales (Reynes, 1997).

b. Vinaigres de datte

Les travaux menés par Benamara *et al.* (2008) et Boukhiar, (2009) ont prouvé la possibilité de produire du vinaigre en utilisant du moût de dattes (variété sèche Mech Degla et Degla Beida). Le principe est basé sur une double fermentation simultanée alcoolique et acétique par *Saccaromyces uvarum* ou *Saccaromyces cerevisiae*. Le vinaigre obtenu titre entre 4 et 5 (acide), Sa couleur varie en fonction de la variété de dattes utilisé (Bouaziz & 2010).

c. Levures

Le jus de dattes par sa richesse en sucre constitue un milieu favorable pour le développement et la croissance des levures. Les levures produites à partir du jus de datte sont de nature alimentaire (Espiard, 2002).

I.1.2.7. Utilisation de la datte dans la pharmacopée traditionnelle

La datte est utilisée dans la pharmacopée traditionnelle comme produits de beauté connu depuis l'antiquité et encore pratiqué de nos jours par les populations des régions phoenicicoles. Les décoctions de dattes étaient utilisées autrefois comme calmant contre certains troubles nerveux, contre la diarrhée infantile... La consommation de la datte est jusqu'à l'heure actuelle recommandée aux femmes allaitantes pour ses effets galactogènes (Munier, 1973).

I.1.2.8. La production des dattes**A. Dans le monde**

En moyenne plus de 5 millions de tonnes de dattes sont récoltées dans le monde chaque année. Cela place la datte au 5^{ème} rang des fruits les plus produits dans les régions arides et semi-arides. L'Egypte est le plus gros producteur, mais les dattes voyageant peu. 90% de la production est consommée dans son pays d'origine, notamment comme aliment de bétail, l'Europe est surtout approvisionnée par l'Afrique du nord (principalement Algérie et Tunisie). (Organisation Des Nations Unies Pour L'alimentation et L'agriculture [FAO], 2013)

Tableau 4 : Production des dattes en tonnes dans le monde (FAO, 2013).

Production en tonnes. Chiffres 2013		
Egypte	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%
Emirats 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%

B. Production des principales variétés en Algérie

Le verger phoenicicole national est caractérisé par une diversité génétique importante (plus 1000 cultivars) (Hannachi *et al*, 1998). La variété Deglet Nour et les autres variétés dites communes (Ghars, Degla Beida, Mech Degla ...) sont les plus connues (Tableau V). Le tableau 3 laisse apparaître une distribution variétale dans les palmeraies du Sud-Est algérien qui regroupe les régions des Ziban (wilaya de Biskra), Oued-Souf (wilaya d'El-Oued) et Ouargla. Il ressort de ce dernier que le verger phoenicicole recèle une production appréciable de dattes. Les cultivars les plus abondants dans ces régions sont Deglet Nour, Ghars et Degla-Beida. La wilaya de Biskra se distingue par une production importante en dattes Deglet Nour (1.729.650 Q x/an.). La wilaya d'Ouargla est connue pour sa production importante en dattes de la variété molle Ghars (435.946 Qx/an.). Chaque groupe de cultivars est en fait adapté à une ou plusieurs régions, selon les conditions climatiques (Belguedj, 2002).

Tableau 5 : Production des principales variétés des dattes algériennes (Anonyme, 2012).

WILAYA	Deglet Nour (Dattes demi-molles)		Ghars et analogues (Dattes molles)		Deglet Beida et analogues (Dattes sèches)		Ensemble palmier dattier	
	production	Rdt	Production	Rdt.	Production	Rdt	production	Rdt
	Qx	Kg/ arbre	Qx	Kg/ arbr	Qx	Kg/ arbre	Qx	Kg/ arbre
ADRAR	0	0	0	0	865.083	32.5	865.083	32.5
LAGHOUAT	1.108	78	4.859	78	4.891	78.0	10.858	78
BATNA	4.616	69.8	3.772	43.8	4.401	55.2	12.789	55.1
BISKRA	1.729.650	84.8	398.436	82.1	789.098	77.8	2.917.184	82.5
BECHAR	0	0	0	0	239.240	30	239.240	30
TAMANRASSET	0	0	0	0	108.590	24.3	108.590	24.3
TEBESSA	1.100	18.6	280	14.7	110	13.8	1.490	17.3
DJELFA	0	0	0	0	0	0	0	0
M'SILA	0	0	0	0	0	0	0	0
OUARGLA	634.346	62	435.946	52.6	61.009	54	1.131.301	57.5
EL-BAYADH	46	46	6.760	52.8	0	0	6.806	52.8
ILIZI	685	29	9.230	33	5.669	25	15.584	29.4
TINDOUF	0	0	6.075	27	0	0	6.075	27
EL-OUED	1.334.793	66.7	392.150	61.9	295.927	61.5	2.022.870	64.9
KHENCHELA	22.500	59.7	29.600	55	6.800	58.9	58.900	57.2
NAAMA	0	0	8.800	55	0	0	8.800	55
GHARDAIA	195.000	49.3	78.000	54.7	19.700	44.6	470.000	48
TOTAL								
ALGERIE	3.931.244	71.2	1.384.508	61.3	2.577.818	42.9	7.893.570	57.2



I.2.1. Historique

Le vinaigre a été connu par la plupart des anciennes civilisations. Il est utilisé comme condiment, comme agent de conservation ou, dilué dans l'eau, comme boisson. Il est aussi antique que l'utilisation du vin qui remonte à plus de 10000 ans puisqu'il s'agit d'une maladie du vin. Les Babyloniens l'ont fabriqué, 5000 ans avant J.-C., à partir du vin de palme (Bourgeois & Larpent, 1996).

Pasteur fut le premier à démontrer en 1868 que l'acide acétique provenait bien de l'oxydation de l'éthanol par des microorganismes, à qui il proposa le nom de *Mycoderma aceti* (Boukhair, 2009). Par la suite, Hansen a démontré en 1879 la présence de plusieurs espèces bactériennes. **Beijerinck** proposa en 1899 le nom du genre *Acétobacter* (Bourgeois & Larpent, 1996).

I.2.2. Définition

Le vinaigre, étymologiquement 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 des dilutions alcooliques (Bourgeois & Larpent, 1996).

I.2.3. 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 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 saveur du vinaigre (Boughnou, 1988).

Les critères de différenciation entre les types des vinaigres sont les taux en extrait sans sucre, en sorbitol, 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.

I.2.4. Différents types du vinaigre

Il existe alors plusieurs types de vinaigre selon la matière première utilisée en vinaigrerie et le processus de fabrication.(Clavet, 1912), divisent le vinaigre en deux classes :

- Vinaigres produits par la fermentation acétique.
- Vinaigres provenant de la distillation du bois.

I.2.4.1. Vinaigre obtenu par fermentation acétique

A. Vinaigre de vin

C'est un vinaigre obtenu par fermentation acétique de vin (Boungnou, 1988; cité par Hamidi & Slimani, 2008).

B. Vinaigre d'alcool

Fabrication à partir d'éthanol distillé. L'origine de l'éthanol peut être la fermentation ou la synthèse chimique (Hamidi & Slimani, 2008).

C. Vinaigre balsamique

Il est originaire de Modène dans le nord de l'Italie. Il se fabrique à partir de mout de raisins sucrés du cépage. Vendangé tardivement, ce qui lui offre plus de sucre et une saveur incomparable. Il est de couleur brune foncée, d'un parfum intense, sucré (Bouaziz, 2008).

D. Le vinaigre de céréales

C'est un vinaigre obtenu sans distillation intermédiaire à partir de n'importe quelle céréale dont l'amidon a été transformé en sucre par d'autres agents que les seules diastases de l'orge maltée (Codex Alimentaires, 1987).

E. Vinaigre de glucose

Il est obtenu par l'acétification d'un liquide alcoolique provenant de la fermentation d'une solution de glucose commerciale, ce vinaigre une acidité 42 à 60,5 % (Benaoun, 2007).

F. Vinaigre de cidre et de poirée

Ces vinaigres proviennent de l'acidification des cidres et des poirées dont ils possèdent l'odeur atténuée, leur couleur est jaunâtre. Ces vinaigres sont riches en matières pectiques leurs saveurs est acide et astringente (Sebihi, 1996).

G. Vinaigre de betterave

Le vinaigre de betterave s'obtient en soumettant du jus de betterave à l'acétification le, on le mélange d'habitude d'un égal volume de vinaigre d'alcool (Clavet, 1912 ; cité par Sebihi, 1996).

H. Vinaigre de petit lait

Fabriqué au moyen du sérum du lait enrichi de la quantité de sucre nécessaire pour obtenir un vinaigre d'acidité normale. C'est un liquide légèrement teinté en jaune ambré avec une saveur agréable (Beneddine & Bentadj, 2009).

I.2.4.2. Vinaigre provenant de la distillation du bois ou vinaigre de bois d'acide acétique

Ce vinaigre est obtenu en diluant de l'acide acétique à haut degré désigné sous le nom de vinaigre jusqu'à 80 % d'acide acétique avec une quantité d'eau suffisante pour abaisser son titre à 8° environ (Bouaziz, 2008).

I.2.5. Méthodes de fabrications du vinaigre

Selon Guiraud (1998), les principales procédés de fabrication sont :

I.2.5.1. Procédé d'Orléans

Le vin est oxydé dans des tonneaux exposés à l'air. Il se forme un voile de bactéries acétiques. Le soutirage du vinaigre et l'addition de vin se font par le fond du récipient (Dahmani & Rabbouh, 2009).

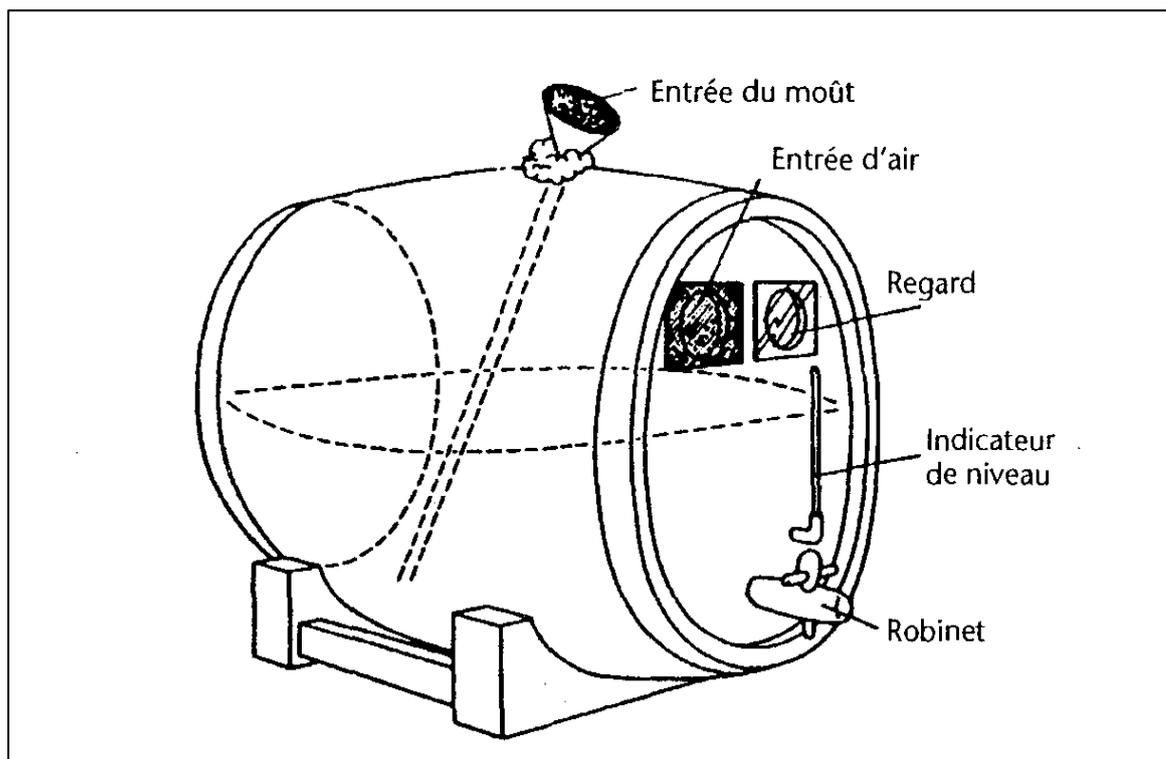


Figure 4 : Schéma d'un tonneau préparé pour l'acétification selon le procédé d'Orléans (Bourgeois & Larpent, 1996).

I.2.5.2. Procédé de schutzenbach

Le vin ruisselle dans des colonnes contenant des copeaux de chêne qui fixent les bactéries acétiques (Beneddine & Bentadj, 2009).

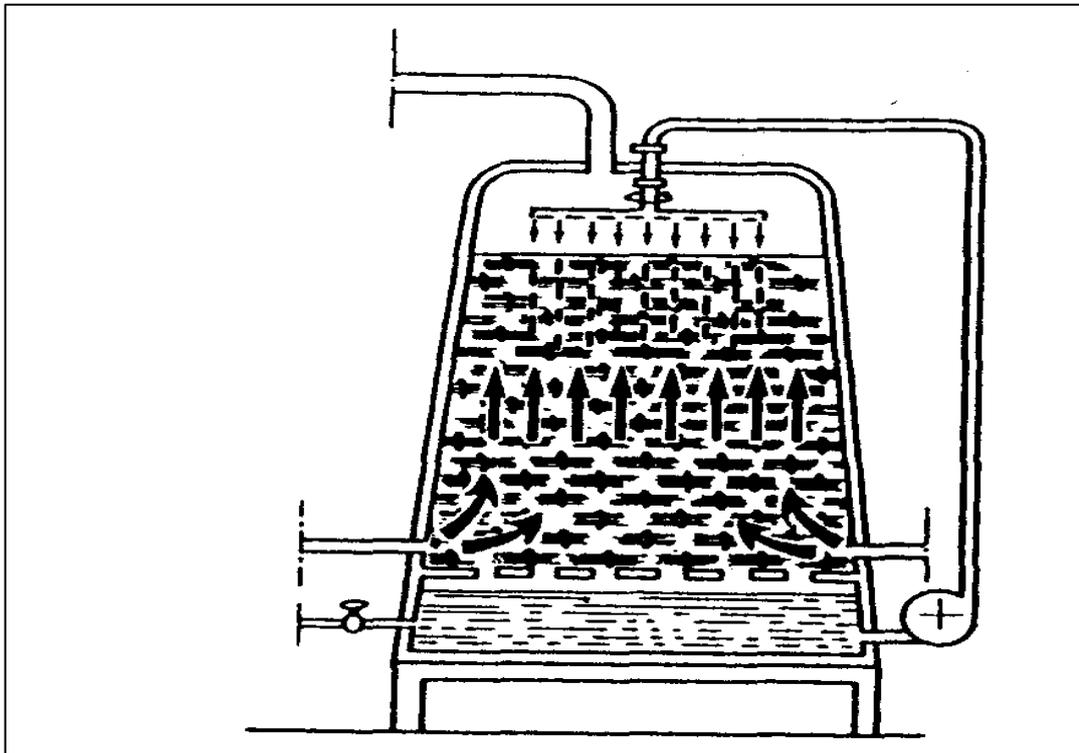


Figure 5 : Schéma de l'acétification à biomasse fixée sur des copeaux de hêtre (Bourgeois & Larpent, 1996).

I.2.5.3. Procédé en culture submergée

S'effectue dans des fermenteurs munis d'un système d'aération forcée (acetator, cavitator). Tous les procédés de production de vinaigre utilisent des flores mixtes d'acetator (Bouaziz, 2008).

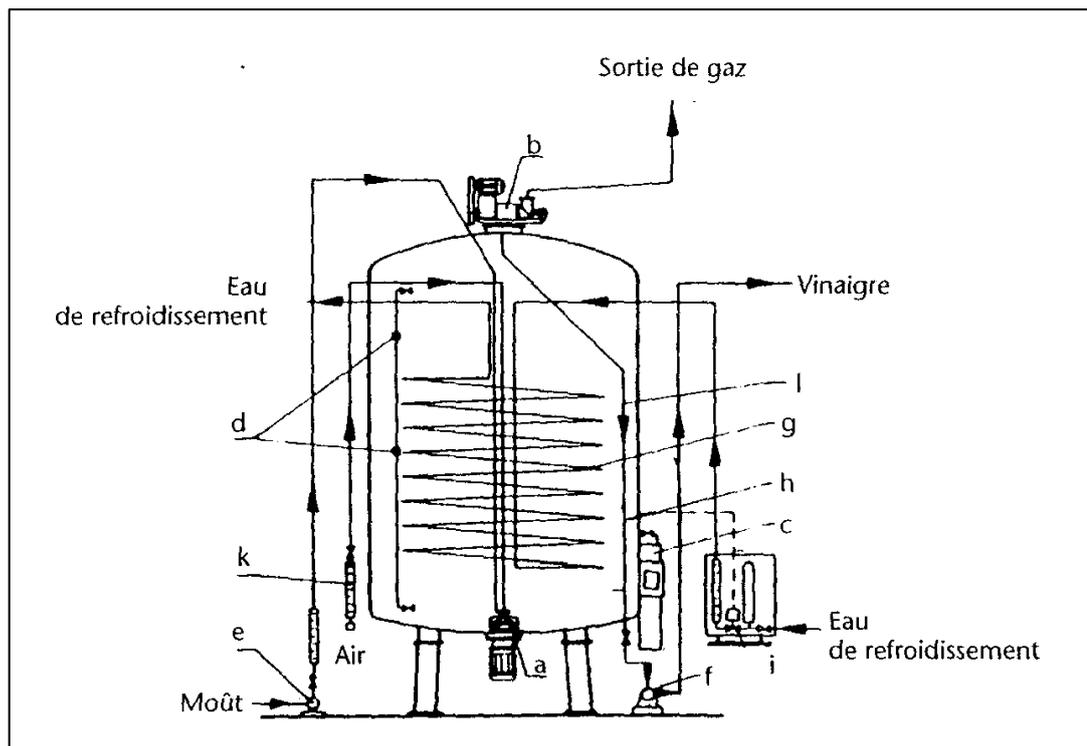


Figure 6 : Acetator de Frings (Bourgeois & Larpent, 1996).

I.2.6. Vinaigre traditionnel de datte

I.2.6.1. Définition

Le vinaigre traditionnel est un bioproduit obtenu par la mise en fermentation d'une mesure de dattes avec deux mesures d'eau avec l'addition de quelques substances tel que : le blé, l'orge, harmel, coriandre, piment, sel de table, clou en fer,..... Cette bioconversion utilisant des levures et des bactéries acétiques présentes naturellement dans la datte (Sebihi, 1996).

I.2.6.2. 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 (Ouled El-Hadj *et al.*, 2001) :

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

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

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

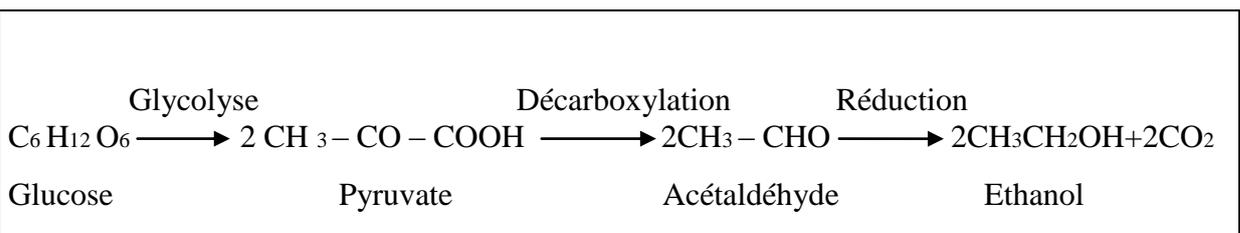
* **El Horra** : C'est une variété sèche de forme ovoïde, Elle présente une couleur ombrée, avec une légère nuance blanchâtre.

I.2.6.3. Technologie du vinaigre

Le vinaigre est le résultat d'un double fermentation, alcoolique et acétique. Ces dernières permettent de transformer un aliment en modifiant dans un sens favorable ses propriétés.

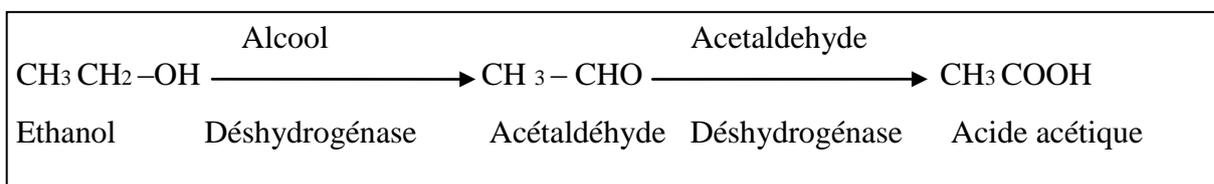
A. Fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique se déroule en milieu anaérobie. Elle est assurée par des levures du genre saccharomyces à la température ambiante pendant quelques jours. Elle est principalement basée sur la transformation des sucres, essentiellement le glucose et le fructose, qui pénètrent dans la cellule de la levure par diffusion facilitée (Bourgeois & Larpent, 1996; Larpent, 1991). La décarboxylation de l'acide pyruvique à la suite de la glycolyse puis réduction de l'acétaldéhyde en éthanol. Cette fermentation intervient dans la fabrication du vin, de la bière, de cidre et divers boissons fermentées, ces derniers peuvent servir de matières premières à la fabrication du vinaigre. Son but est essentiellement la fabrication de l'éthanol (Branger, 2008). La réaction se déroule selon l'équation suivante :



B. Fermentation acétique

La fermentation acétique intervient dans la fabrication du vinaigre (Guiraud & Galzy, 1998), assurée par les acétobacters qui oxydent l'éthanol en acide acétique en présence d'oxygène (Lafourcade, 1978 ; Bourgeois & Larpent, 1996). 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 (Maiorella, 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 & Galzy, 1998). Selon la réaction suivante :



I.2.6.4. Utilisation de vinaigre

A. Les vertus thérapeutiques de vinaigre

Les anciens médecins arabes ont parlé du vinaigre en citant ses effets utiles et nuisibles pour la santé, il calme les douleurs d'estomac, il est bon pour la rate, il guérit la jaunisse, il facilite la digestion, il améliore l'appétit, il calme les brûlures, sa consommation abusive affaiblit les nerfs et la vue et il jaunit la teinte du visage et provient les tumeurs (Koudama, 1990 ; cité par Arab & Guezzoun, 2003).

En plus de son utilisation comme condiment, antioxydant, conservateur d'aliment, il est aussi utilisé pour soigner plusieurs maladies et infections tel que les maux de tête et de gorge, la constipation, les pellicules, les toux, les piqûres des insectes, les brûlures... etc. (Sebihi, 1996).

B. Utilisation en cuisine

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

C. Usage domestique

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



Deuxième partie

Matériels et Méthodes

II.1. Matériel végétal

II.1.1. Choix de variété

En vinaigrerie traditionnelle saharienne, le choix des variétés de dattes est orienté par leur disponibilité, leur abondance et leur appréciation pour la fabrication de vinaigre traditionnel (Ould EL Hadj, Sebihi & Siboukeur, 2001).

La variété de dattes retenue dans cette présente étude est la variété *Tinissine* qui est de consistance molle à demi-molle et très répandue dans les palmeraies du sud algérien (voir la figure 7), de faible valeur marchande. Cette variété n'est pas beaucoup appréciée par les consommateurs malgré sa richesse en sucres, en minéraux et en vitamines.



Figure 7 : Cultivar *Tinissine* (Originale, 2016).

II.1.2. Obtention et conservation des échantillons

Les dattes utilisées dans notre travail sont récoltées au mois d'octobre 2016, dans une palmeraie située dans la commune de Djdaïda, de la daïra de Gumar qui se trouve au nord de la ville d'El oued.

La palmeraie se caractérise par une végétation variée composée essentiellement de palmiers dattiers de la variété *Tinissine*.

Afin de conserver la qualité initiale des dattes, nous avons trié les dattes infestées avant de les conditionner dans des sacs en plastique et de les entreposer dans un réfrigérateur à 4°C.

II.2. Appareils et réactifs utilisés

II.2.1. Dispositif de fermentation

Le dispositif expérimental est constitué de deux parties. La première partie est un dispositif pour réaliser la fermentation alcoolique, et le deuxième est un dispositif pour réaliser la fermentation acétique.

Le dispositif de fermentation alcoolique est une bouteille en plastique de 1.5 L montée par un couvercle avec un système d'évacuation de CO₂ orienté vers une petite bouteille pleine d'eau. (Figure 8)

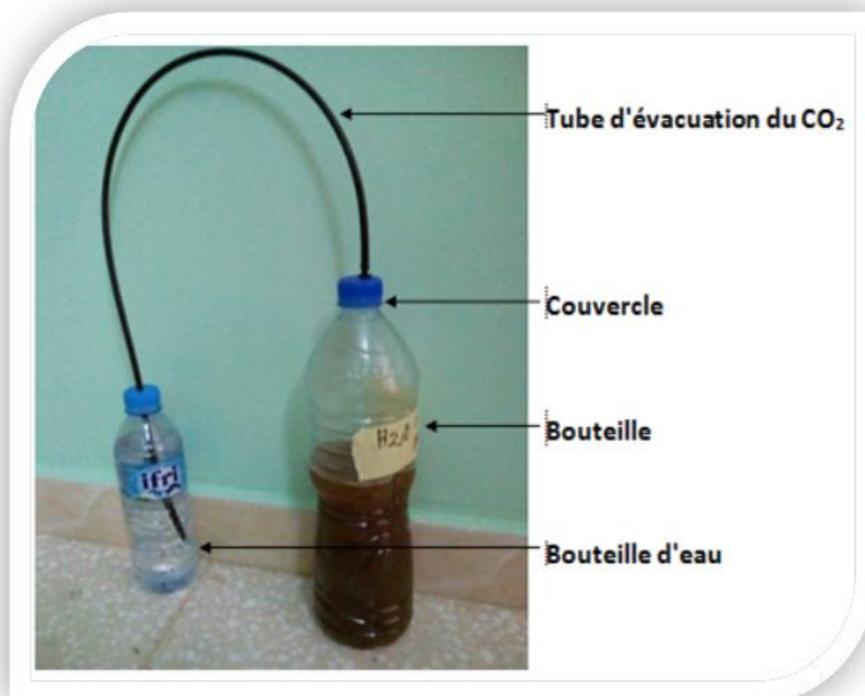


Figure 8 : Dispositif de la fermentation alcoolique (Originale,2017).

Le dispositif de fermentation acétique est une bouteille en plastique de 1,5 L. On couvre la bouteille par un tissu de textile contre les insectes, tout en permettant le passage de l'air dans le produit (figure 9).



Figure 9 : Dispositif de la fermentation acétique (Originale, 2017).

II.2.2. Matériel technique d'étude au laboratoire

Nous avons utilisé à cet effet les appareils suivants :

- PH-mètre (WTW)
- Conductimètre (WTW)
- Densimètre
- Réfractomètre (ATAGO)
- Titrimètre
- Verreries diverses

II.3. Méthodologie

II.3.1. Caractérisation géo-morphologique de la datte utilisée

Les principales caractéristiques géo-morphologiques de variétés des dattes analysées sont rapportées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 6 : Description de la variété *Tinicine* (Hannachi et *al.*, 1998).

Caractéristiques générales	<i>Tinicine</i>
Distribution géographique	Fréquente à Oued Righ et au Sauf. Rare au Ziban et à Ouargla.
Date de maturité	Août.
Commercialisation	Importante au Sauf ; faible à Oued-Righ ; aucune au ziban.
Forme de fruit	Ovoïde ou droite.
Taille de fruit	Petite à moyenne.
Poids de 20 fruits (g)	100 à 200g.
Couleur au stade Tmar	Noire.
Consistance	Molle à demi-molle.
Plasticité	Tender ou élastique.
Texture	Variable.
Goût	Acidulé ou parfumé

II.3.2. Elaboration du vinaigre de datte

II.3.2.1. Préparation des lots : Dans la présente étude, nous avons utilisé cinq lots du vinaigre:

Lot N°1

- Nature de l'eau : eau de robinet.
- Concentration du Brix : 20% ; 15% ; 10%
- PH de l'eau : 7,60

Lot N°2

- Nature de l'eau : eau minérale.
- Concentration du Brix : 20% ; 15% ; 10%
- PH de l'eau : 7,53
- Conductivité : 963 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Lot N°3

- Nature de l'eau : eau distillée.
- Concentration du Brix : 20% ; 15% ; 10%
- PH de l'eau : 7,58
- Conductivité : 2,94 $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Lot N°4

- Nature de l'eau : eau acide.
- Concentration du Brix : 20% 15,8% 10,5%
- PH de l'eau : 4,93 (par l'ajoute de jus de citron).

Lot N°5

- Nature de l'eau : eau basique.
- Concentration du Brix : 20% ; 15% ; 10%
- PH de l'eau : 10,30 (par l'ajoute de NaOH).

II.3.2.2. Extraction du jus de dattes

L'extraction de jus de datte passe par plusieurs étapes, selon la méthode de Acouréne *et al.*, 2001, les dattes sont tout d'abord triées, lavés et égouttés. Un échantillon de 4kg de datte est découpé en petit morceaux (pour augmenter la surface de contact avec l'eau et afin d'extraire le maximum de jus), au quel on ajoute 8L d'eau. Ensuite, le mélange est porté à la bouillante pendant 90mn à 80°C, dans le but de ramollissement des parois, puis au broyage. Enfin, une étape de filtration qui se fait pour séparer la phase liquide (jus) de la phase solide (pulpe). La filtration est effectuée par un tissu de textile.



Figure 10 : Lavage de dattes (Originale, 2017).



Figure 11 : Dénoyautage de dattes
(Originale, 2017).



Figure 12 : Découpage de dattes (Originale, 2017).



Figure 13 : Bouillante de dattes
(Originale, 2017).

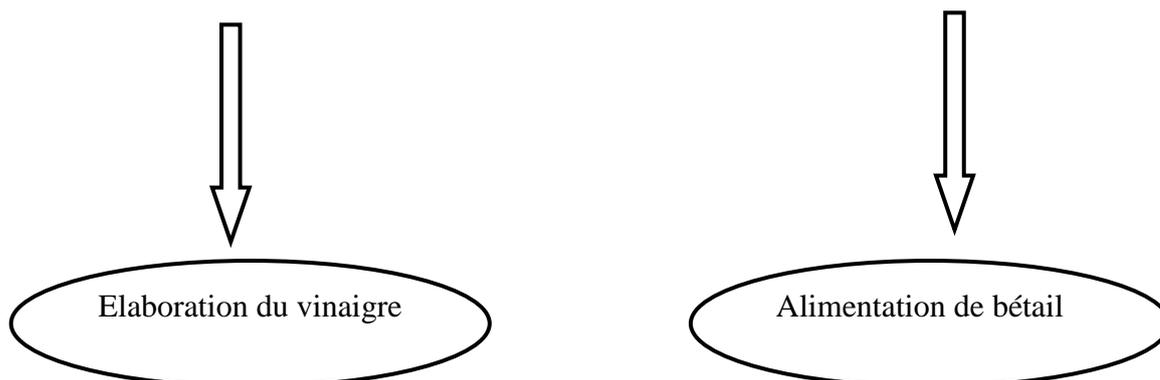


Figure 14 : Filtration de mélange(Originale, 2017).



Figure 15 : Rebut (Valorisable)

(Originale, 2017).



II.3.2.3. Elaboration du vinaigre à partir de jus de datte

Le jus de datte est laissé deux mois pendant la fermentation alcoolique à la température ambiante. Après deux mois, l'haut de bouteille est coupé en permettant le passage de l'air dans le produit et on couvre la bouteille par tissu à titre préventif contre les insectes. Le tout est laissé à une température de 30°C pendant quarante jours.

Après quarante jours, on enlève le tissu, puis on filtre le produit. Le filtrat obtenu est le vinaigre de dattes. Afin d'augmenter la qualité hygiénique, le vinaigre obtenu est stérilisé. Il subit une ébullition, puis conservé dans des petites bouteilles bien fermées.

II.4. Méthode d'analyse

Les analyses s'effectuent au niveau de laboratoire de Centre Algérienne de Contrôle de Qualité et l'Emballage de la wilaya d'eloued.

II.4.1. Analyses physico-chimiques

II.4.1.1. Détermination de PH (OENO, 2000)

Le suivi du pH est essentiel pour le contrôle de la fermentation microbienne. Sa variation renseigne sur l'activité métabolique de la microflore. Le pH est déterminé par la lecture directe sur un pH mètre préalablement étalonné de type (WTW).



Figure 16 : PH mètre (WTW) (Originale, 2017).

II.4.1.2. Détermination de conductivité électrique (OENO, 2000)

La conductivité nous renseigne sur la teneur en sels solubles du produit. Elle est mesurée par un conductimètre de type (WTW). Les résultats sont exprimés en ($\mu\text{s}/\text{cm}$).



Figure 17 : Conductimètre (WTW) (Originale, 2017).

II.4.1.3. Détermination de la densité

La densité nous informe sur l'état de notre produit par la mise en œuvre du taux de matière solide et la viscosité. Elle est considérée dans la mesure où elle nous renseigne sur l'aptitude des micro-organismes vis-à-vis de l'état physique du milieu dans lequel ils vivent (Guiraud, 1998). Cette technique consiste à plonger dans le milieu à mesurer dans une éprouvette de 100 millilitres un densimètre, dont une lecture directe qui faite. Mais il faut toutefois signaler que les mesures se font à une température de 20°C (Elisev et *al.*, 1979 ; Audigie et *al.*, 1984 ; cité par Sebihi, 1996).



Figure 18 : Densimètre (Originale, 2017).

II.4.1.4. Détermination du taux de solides solubles (Degré Brix) (OENO, 2000)

Le terme Brix exprime le pourcentage (poids /poids) de saccharose dans une solution pure. La valeur lue par réfractomètre de type (ATAGO), nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.



Figure 19 : Réfractomètre (ATAGO) (Originale, 2017).

II.4.2. Analyse biochimique

II.4.2.1. Détermination de taux d'acide acétique

Ils sont dosés par titrimétrie avec la soude à 0,1 N en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré.

La concentration en acide acétique est exprimée en g/l par la formule suivante (Clavet, 1992) :

$$C\left(\frac{g}{l}\right) = \frac{F.V}{10} \times 60$$

C : Concentration de l'acide acétique en g/l.

V : Volume de la soude versé en ml.

F : Facteur correspondant à la normalité de soude 0,1N.

60 : La masse molaire de l'acide acétique.

II.4.2.2. Détermination de taux d'acide citrique (OENO, 2000)

La méthode de dosage consiste en la titration de l'acide citrique dans l'échantillon par une base forte (NaOH 1N) en présence de phénophtaléine. On calcule la concentration en acide citrique par la formule suivante : Acide citrique= (volume NaOH versé \times 0,07/prise d'essai) \times 100

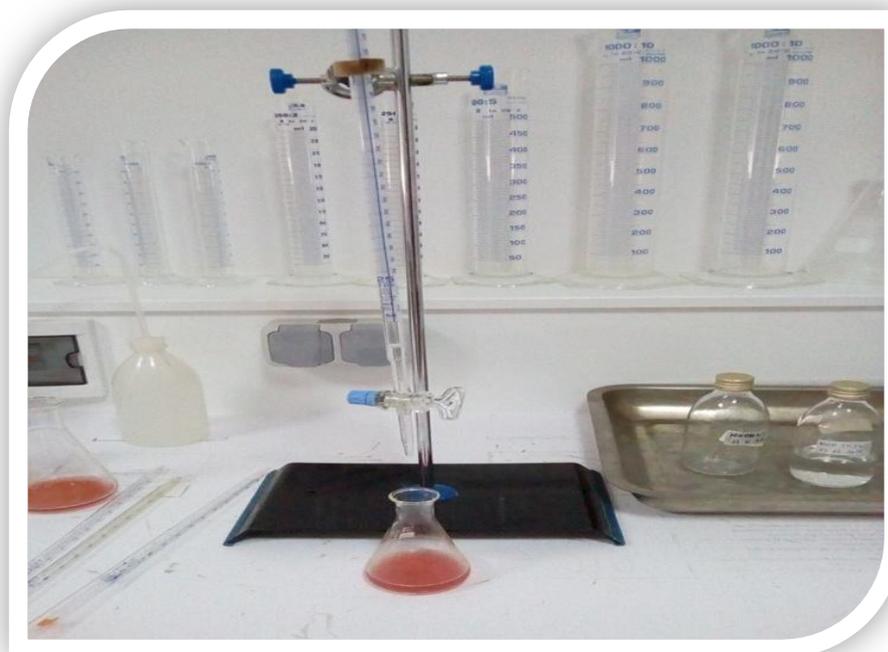


Figure 20 : Titrimétrie (Originale, 2017).



Troisième partie

Résultats et

Discussions

III.1. Analyses physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte

III.1.1. Analyses physico-chimiques

III.1.1.1. pH

La figure 21 indique les valeurs de pH de différents lots utilisé, ces valeurs sont regroupés selon les Brix.

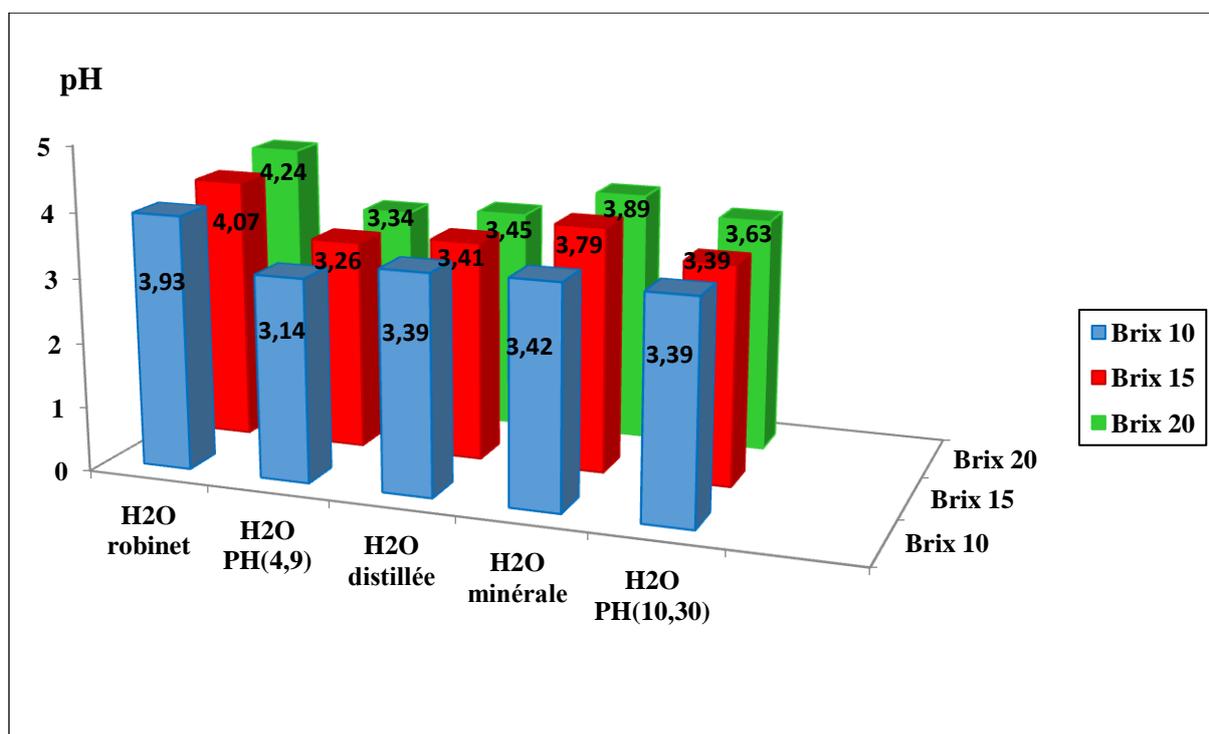


Figure 21 : pH des différents lots de vinaigre.

Brix 10% sont : 3,93 ; 3,14 ; 3,39 ; 3,89 et 3,39 respectivement pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH 10, 3).

Brix 15% sont : 4,07 ; 3,26 ; 3,41 ; 3,79 et 3,63 respectivement pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH 10, 3).

Brix 20% sont : 4,24(eau de robinet) ; 3,34(acide) ; 3,45(distillée) ; 3,42(minérale) et 3,39(basique).

On remarque que tous les vinaigres ont des pH proche avec de légères variations. Les valeurs obtenues dans les lots se situent entre 3,14 et 3,93. Ces résultats sont comparables à ceux évoqués par OULD EL-HADJ *et al.* (2001), qu'ils ont signalé des pH de 3,12 ; 3,25 et 3,65 pour les vinaigres de dattes de H'Chef de Deglet Nour, Harchaya et Hamraya respectivement. BOUAZIZ (2009), rapportent des pH de 3,40 à 3,65 pour le vinaigre traditionnel de datte.

Ces résultats est concorde aussi avec à celle rapportés par BEN EDDINE et BEN TADJ en 2009, soient 3,41 ; 3,42 ; 3,49 pour les variétés de Harchaya, H'Chef Deglet Nour et Degla Beida. Les valeurs de pH 4,07 et 4,24 est proche à ce rapportés par CHEIKH (1994) soit 4,81.

Les mesures du pH informe sur l'évolution de l'acidité du milieu, fonction du métabolisme des micro-organisme acidophiles. Ces valeurs se situent entre 3 et 4 ; donc le milieu est fortement acide. Ce sont des milieux favorables pour les germes acidophiles (Ould EL-Hadj *et al.*, 2001).

L'activité des microorganismes acidophiles, abaisse le pH du milieu, suite aux processus de fermentation acétique (Bouaziz *et al.*, 2010), tels que les bactéries, acétiques, lactiques, les moisissures et les levures présentes dans la matière première par ailleurs, la présence des acides organiques tels que d'acide malique citrique, et autres composants plus au moins acides, confère aux vinaigres une acidité originelle (Dowson & Aten, 1963 ; Maatallah, 1970).

III.1.1.2. Conductivité électrique

Les mesures de la conductivité électrique sont mentionnées dans la figure 22

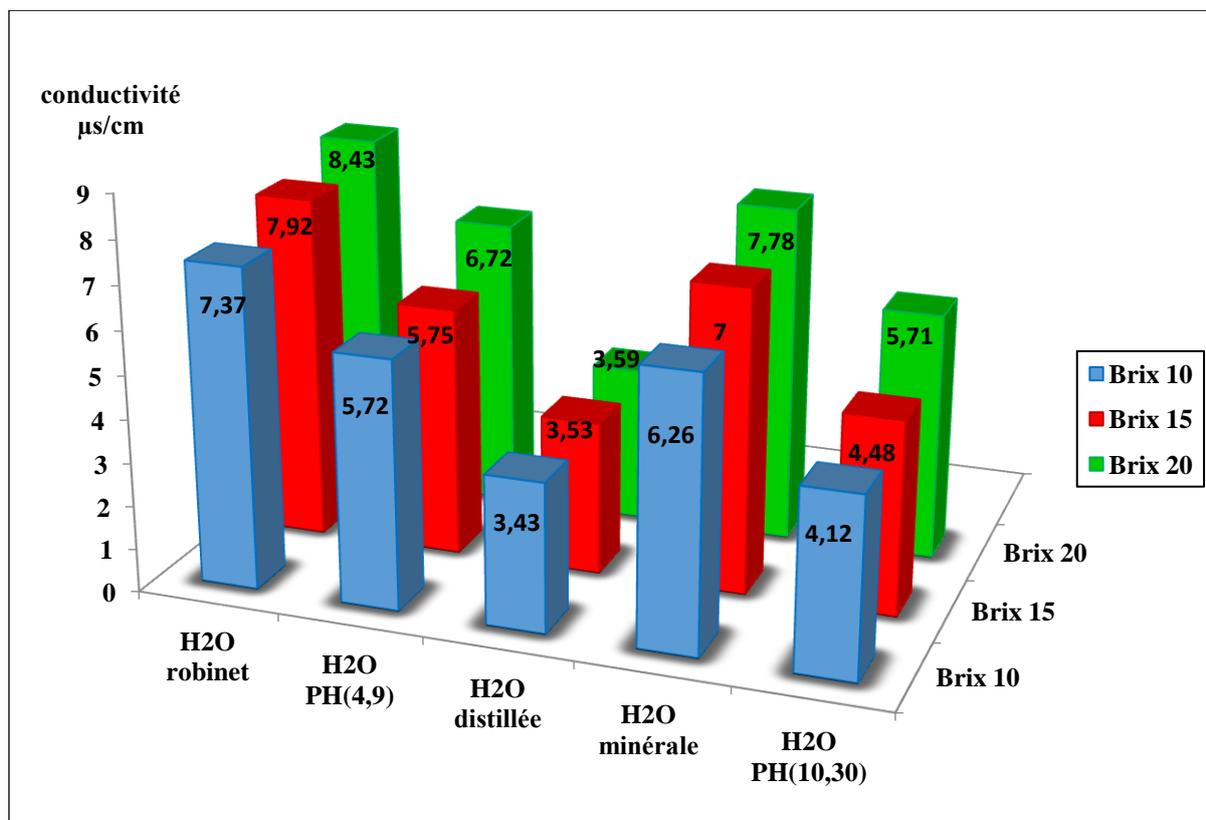


Figure 22 : Conductivité électrique des différents lots de vinaigre.

Brix 10% : sont notées 7,37 ; 5,72 ; 3,43 ; 6,26 et 4,12 $\mu\text{s/cm}$ pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 15% : sont 7,92 $\mu\text{s/cm}$ (eau de robinet) ; 5,75 $\mu\text{s/cm}$ (acide (pH 4,9)) ; 3,53 $\mu\text{s/cm}$ (distillée) ; 7 $\mu\text{s/cm}$ (minérale) ; 4,48 $\mu\text{s/cm}$ (basique (pH10, 3)).

Brix 20% : sont 8,43 ; 6,72 ; 3,59 ; 7,78 et 5,71 $\mu\text{s/cm}$ pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

La conductivité électrique la plus élevée est observée au niveau de l'eau de robinet a Brix 20% avec 8,43 $\mu\text{s/cm}$. Celle de l'eau distillée avec Brix 10% est la plus faible soit 3,43 $\mu\text{s/cm}$. OULD EL-HADJ *et al.* (2001), signalent des conductivités électriques comprises entre 4,88 et 6,29 $\mu\text{s/cm}$ pour les variétés Hamraya et Harchaya respectivement. D'après SEBIHI (1996), cette valeur varie entre 4,28 à 4,88 $\mu\text{s/cm}$. BOUAZIZ (2009), note des valeurs comprises entre 7,34 et 5,15 $\mu\text{s/cm}$ pour le vinaigre de la variété Hchef Deglet Nour et Aagina respectivement.

La conductivité électrique renseigne sur l'activité ionique des différents vinaigres traditionnels de dattes. Les valeurs élevées de la conductivité électrique, semblent découler de l'absence de nettoyage des dattes lors de l'élaboration du vinaigre. Elles peuvent être le fait de l'eau de robinet qui est caractérisée par une charge non négligeable en sels dissous OULD EL-HADJ *et al.* (2001). La faible conductivité électrique aurait pour origine l'eau distillée utilisée pauvre en éléments minéraux.

III.1.1.3. Densité

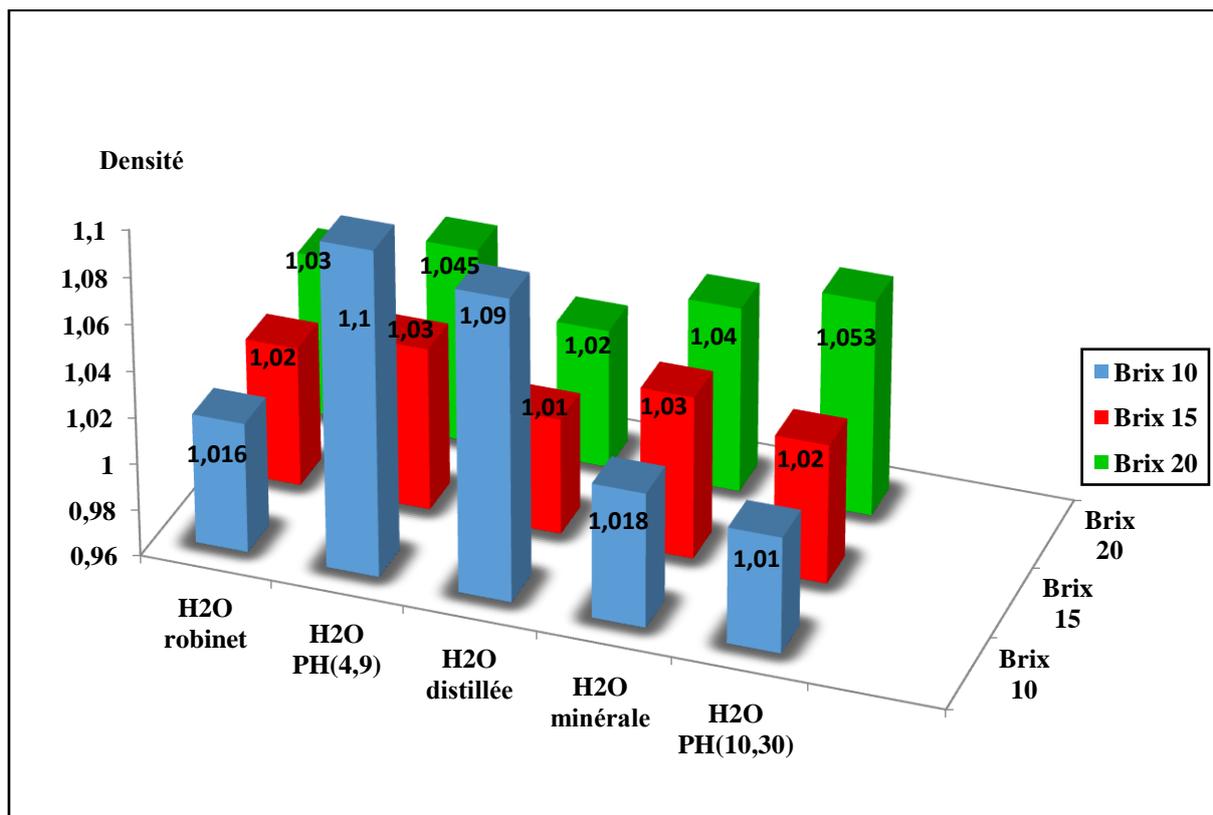


Figure 23 : La densité des différents lots de vinaigre.

Brix 10% : sont notées : 1,016 ; 1,1 ; 1,09 ; 1,018 ; 1,01 pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 15% : sont : 1,02 ; 1,03 ; 1,01 ; 1,03 ; 1,02 pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 20% : sont : 1,03 ; 1,045 ; 1,02 ; 1,04 ; 1,053 pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

A partir de ces résultats, les valeurs maximale de la densité 1,1 et 1,09 sont observées au niveau l'eau acide et l'eau distillée de Brix 10%. Ces résultats sont en accord à celle trouvés par DAHMANI et REBBOUH (2009), rapportent une densité de 1,1 pour le vinaigre de pomme.

Les autres valeurs sont comprises entre 1,01 et 1,053. BOUAZIZ (2009), signale 1,014 à 1,050 pour le vinaigre traditionnel de datte. Cette densité renseigne sur les matières colloïdales en suspension (Ould EL-Hadj et *al.*, 2001).

III.1.1.4. Brix

La figure 24 représente les teneurs de Taux Solide Soluble des différents lots étudiés.

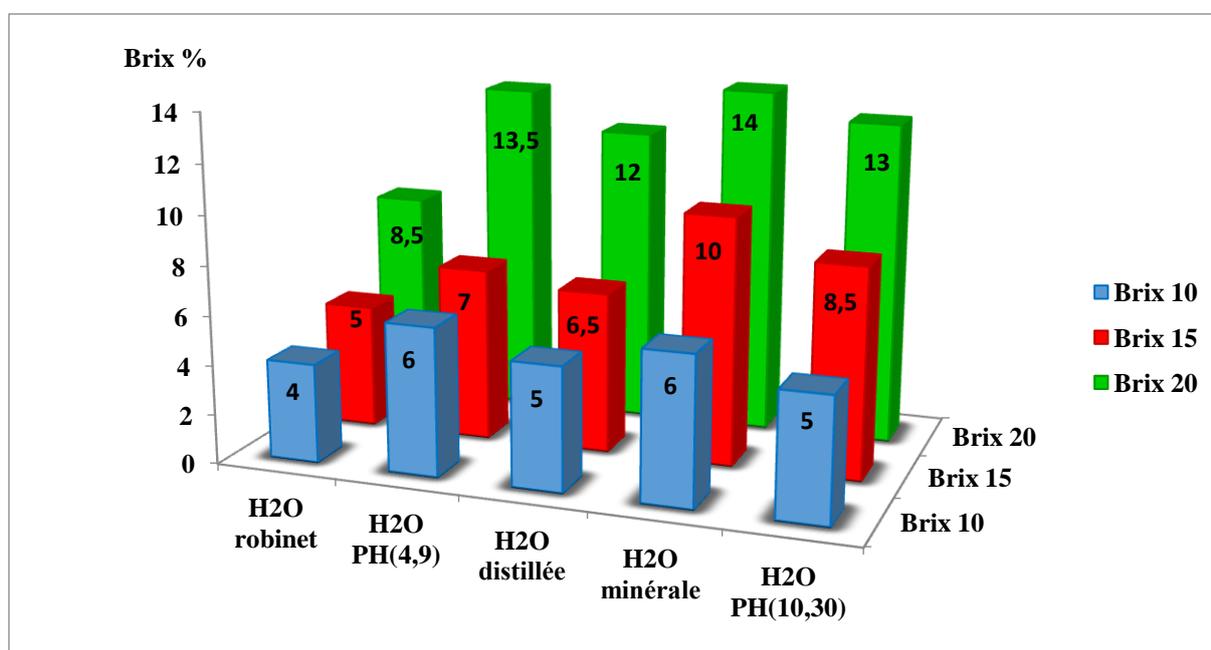


Figure 24 : Taux Solide Soluble (Brix) des différents lots de vinaigre.

Brix 10% : allant de : 4 ; 6 ; 5 ; 6 ; et 5% pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 15% : allant de : 5 ; 7 ; 6,5 ; 10 et 8,5% pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 20% : sont de : 8,5 ; 16,5 ; 12 ; 14 ; et 13% pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Nos résultats montrent que l'eau minérale et l'eau acide à Brix présente un taux de TSS le plus élevé de 14% et 13,5%. Ces résultats sont proches de ceux mentionnés par BOUAZIZ (2009), qui signale 13,43% pour le vinaigre de la variété Tinissine. L'eau de robinet à Brix 10% présente le taux de TSS le plus faible 4%. Cette valeur se rapproche de celle de DAHMANI et REBBOUH (2009), qui ont noté 3,25% pour le vinaigre de pomme. Les autres valeurs sont concordantes avec celles mentionnées par OULD EL-HADJ *et al.* (2001), à savoir 8,30 à 10 % pour le vinaigre de dattes. MASINO *et al.* (2008), signalent des taux de solide soluble de 70 à 75,1 % pour le vinaigre traditionnel balsamique.

Il existe une corrélation étroite entre la densité et le taux de solides solubles. Le vinaigre ayant la densité la plus élevée a le TSS le plus important.

III.1.2. Analyse Biochimique

III.1.2.1. Acide acétique

Les résultats de dosage de l'acide acétique obtenus sont représentés dans la figure 25

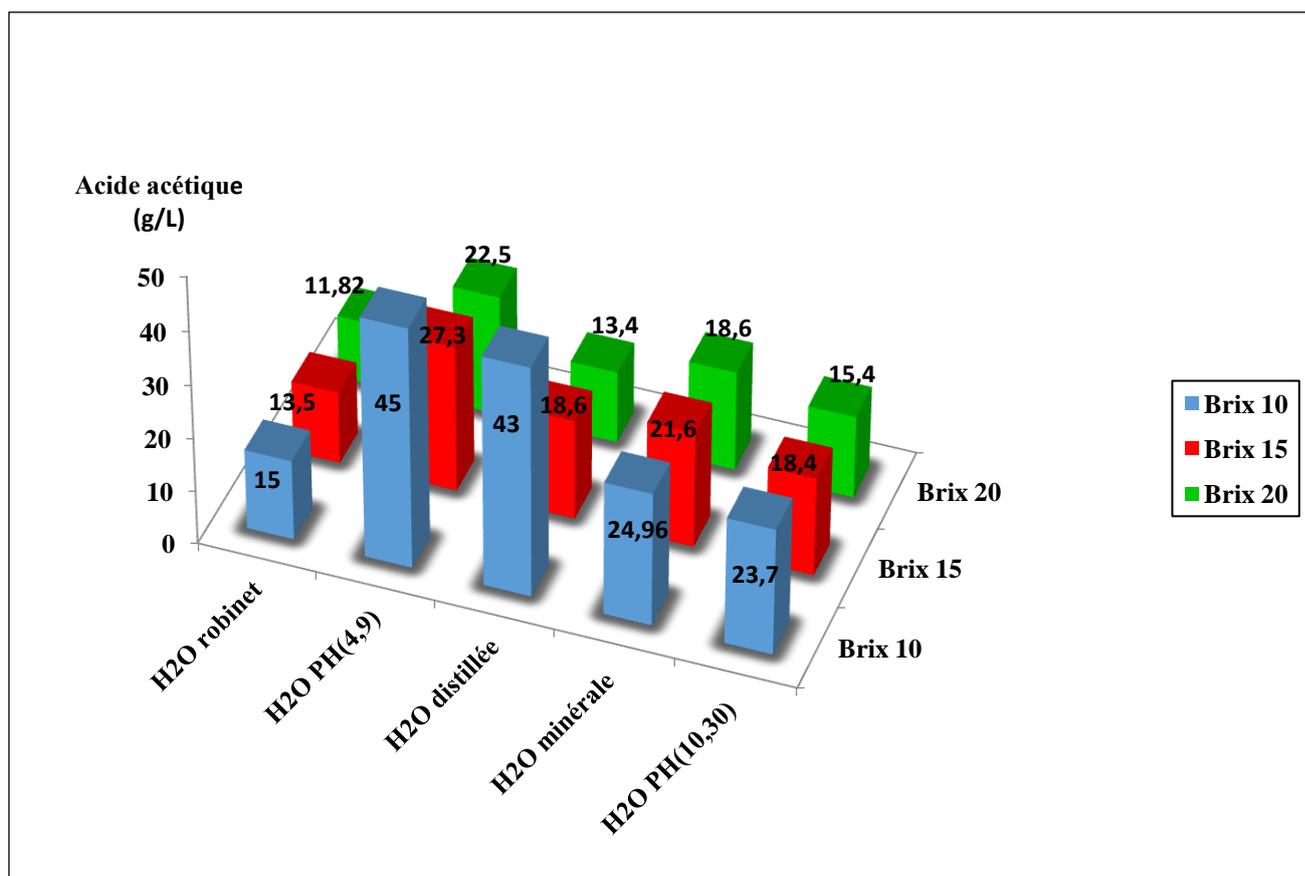


Figure 25: Teneur de l'acide acétique des différents lots de vinaigre.

Brix 10% : sont 15 ; 45 ; 43 ; 24,96 et 23,7 g /l pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 15% : sont 13,5 ; 27,3 ; 18,6 ; 21,6 et 18,4 g /l pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 20% : sont 11,82 ; 22,5 ; 13,4 ; 18,6 et 15,4 g /l pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

D'après la figure 25, les teneurs maximales sont observées au niveau de l'eau acide et l'eau distillée à Brix10% avec 45 g/l et 43g/l respectivement. Ces valeurs sont proches à celles mentionnées par LOURDES et *al.* 1998, ils ont noté des teneurs en acide acétique variant de 46,2 à 26,9 pour le vinaigre de cidre. Les autres valeurs sont comprises entre 15 et 27,3 g/l, qui sont proche de celles trouvés par OULD EL-HADJ et *al.* (2001), et ils signalent des teneurs en acide acétique qui sont de 15,31 ; 25,94 et 30,38 pour le vinaigre issu des variétés de dattes Hamraya, H'Chef Deglet Nour et Harchaya respectivement. Les teneurs minimales sont observées au niveau de l'eau de robinet avec 11,82 ; 13,5g/l. Ces valeurs concordent à celle trouvées par BENEDDINE et BENTADJ (2009) à savoir 7,4 ; 14,5 g/l pour les variétés Degla Beida et H'Chef Deglet Nour. par contre SAIZ et *al.* (2005) et ceux de LOURDES et *al.* 1998, notent des teneurs en acide acétique variant de 58,20 à 62,31 g/l pour le vinaigre du vin blanc, 57,80 à 69,30 g/l pour le vinaigre de vin rouge, et 50,99 à 60,97 g/l pour celui d'alcool.

L'acide acétique résulte de l'oxydation de l'éthanol en milieu aérobie par les bactéries acétiques. Les teneurs faible en acide acétique élaborés dans nos échantillons, résulte de l'action combinée des micro-organismes dans le moût. En industrie, la production de l'acide acétique se déroule en deux temps séparés, la fermentation dans le cas de la vinaigrerie traditionnelle est un processus combiné en une fois. En même temps qu'il y a une production d'alcool entraîne la production d'acide acétique par oxydation de l'éthanol. C'est une transformation en désordre où une multitude de flore bactérienne intervient. Les conditions de fermentation en vinaigrerie traditionnelle telle qu'une anaérobie, diminue le pouvoir fermentaire des acétobacters (Ould EL-Hadj et *al.* 2001).

III.1.2.2. Acide citrique

Les teneurs en acide citrique des échantillons de vinaigre sont regroupés dans la figure

26

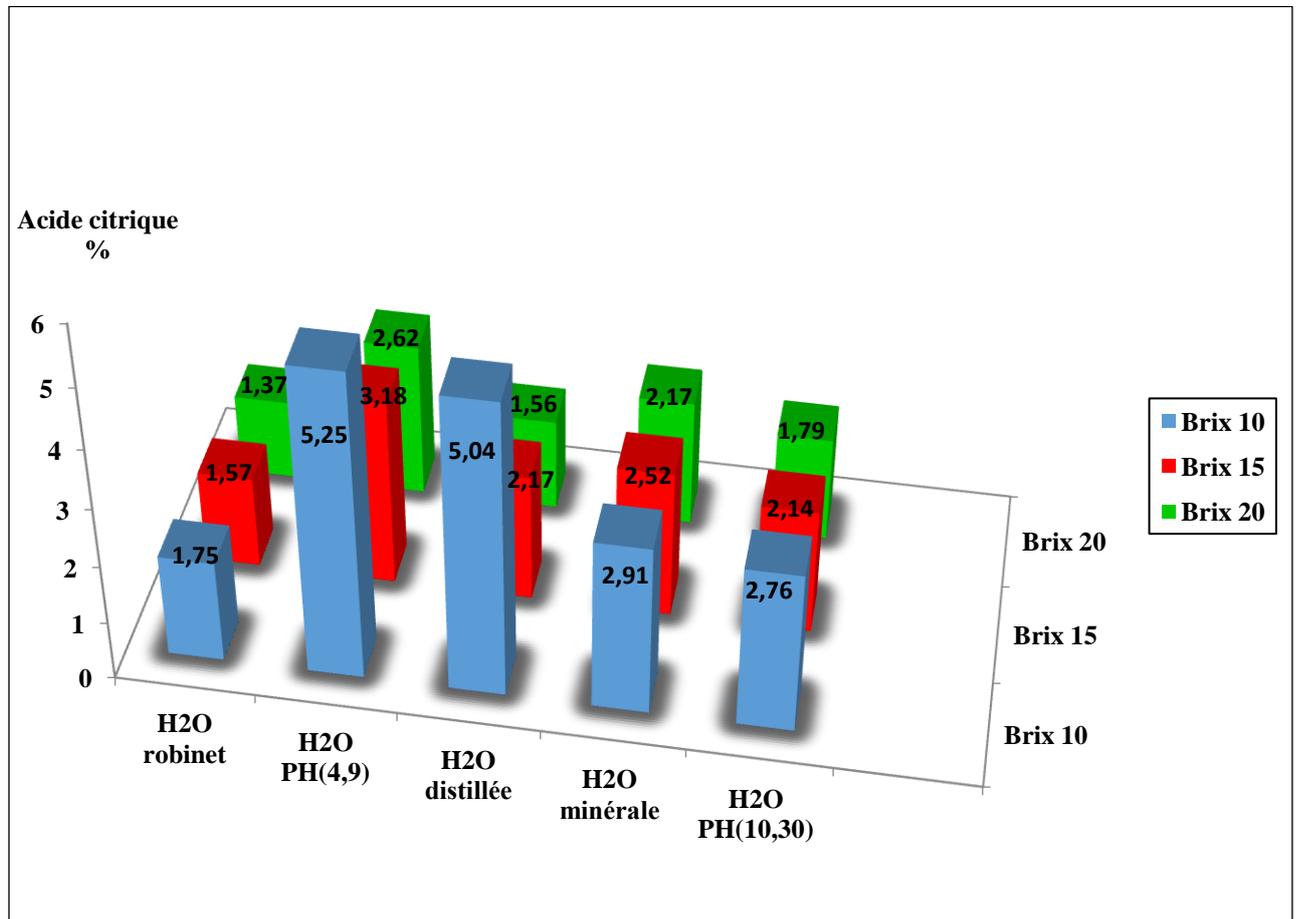


Figure 26 : Teneur de l'acide citrique des différents lots de vinaigre.

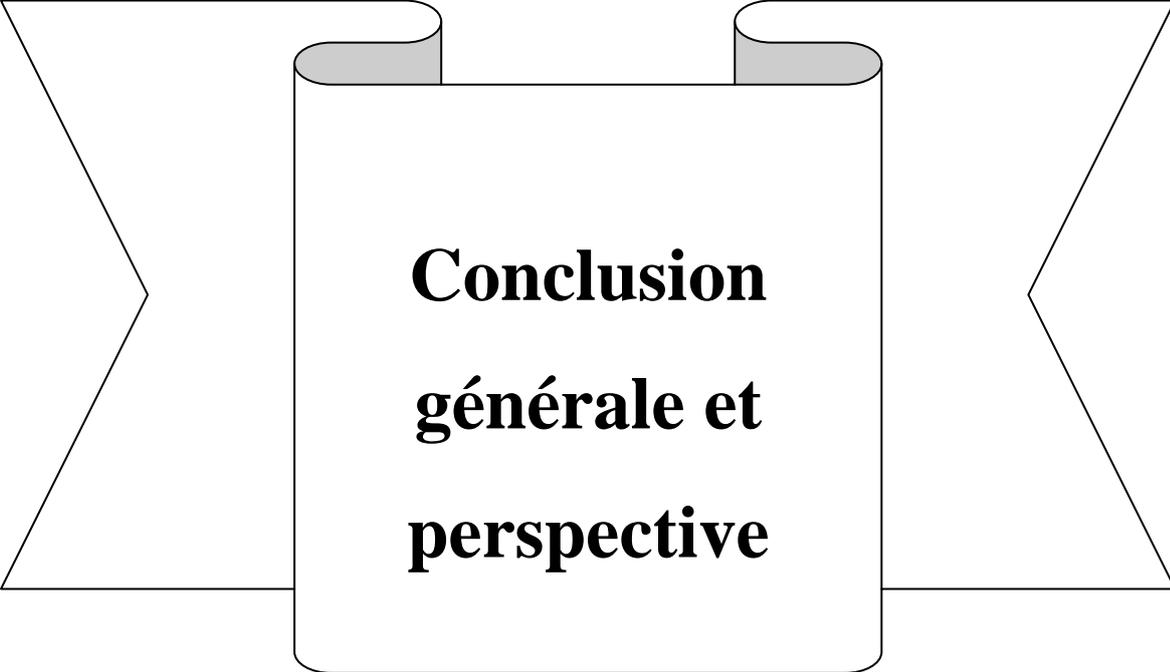
Brix 10% : 1,75 ; 5,25 ; 5,04 ; 2,91 et 2,76 % pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 15% : 1,57 ; 3,18 ; 2,17 ; 2,52 et 2,14 % pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

Brix 20% : 1,37 ; 2,62 ; 1,56 ; 2,17 et 1,79 % pour l'eau de robinet, acide (pH 4,9), distillée, minérale, basique (pH10, 3) respectivement.

À partir de cette figure 26, on remarque que le vinaigre de l'eau acide (pH=4,9) et de l'eau distillée à Brix 10% présente des concentrations maximale de l'ordre de 5,25% ; 5,04%. Ces résultats sont en accord avec celles rapportées par BEN EDDINE et BEN TADJ (2009), qui ont trouvé 5,8% pour la variété H'Chef Deglet Nour. Les autres résultats sont proche à celles trouvées par BOUAZIZ (2009), qui signale 1,19 ; 1,26 et 1,33% pour le vinaigre des variétés Tachrwit, Harchaya et Degla Beida. Par ailleurs OULD EL-HADJ et *al.* (2001), LOURDES et *al.* 1998, notent des teneurs en acide citrique de 2,8 ; 9,80 et 14,71%, pour le vinaigre traditionnel de dattes des variétés Hamraya, H'Chef Deglet Nour et Harchaya respectivement.

La production de l'acide citrique est basée sur la moisissure *Aspergillus niger*, qui existe naturellement dans la datte, et qui fermente les sucres et les transformes en acide citrique (Alogaidi, 1987; cité par Arab & Guezzoun, 2003).



Conclusion générale et perspective

La datte est un fruit qui constitue la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produit alimentaire, parmi lesquels, le vinaigre. Cette production utilise des techniques et des processus d'obtention traditionnel.

La valorisation des dattes par des procédés biotechnologiques, et leur transformation en vinaigre, en l'occurrence, peut contribuer à sauvegarder la biodiversité, et donc à préserver le patrimoine phoenicicole saharien.

Le vinaigre traditionnel de dattes est connu depuis longtemps chez les populations sahariennes, notamment celle de la région d'El oued, mais sa fabrication est malheureusement en voie de disparition. Elle ne se pratique, de nos jours, que par quelques vieilles personnes et seulement dans certaines localités.

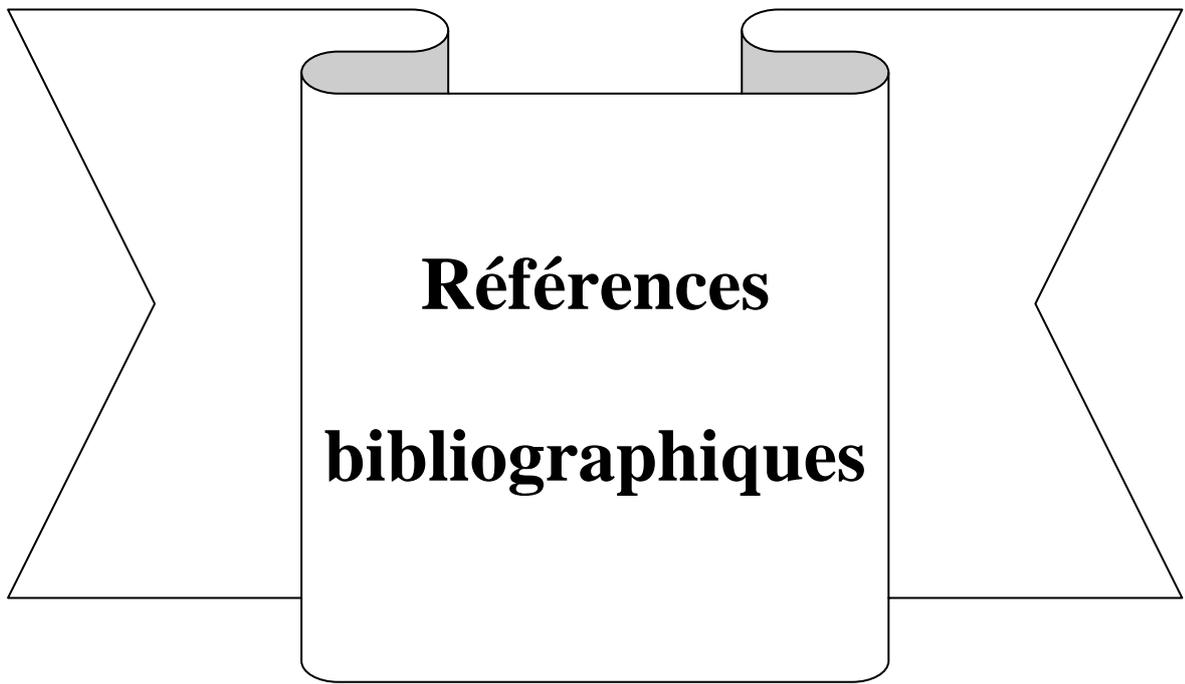
Les résultats obtenus à partir de notre étude qui s'intéresse à la production du vinaigre traditionnel à partir de cultivar Tinissine de la région d'El Oued et l'étude de quelques paramètres physico-chimique et biochimiques cette vinaigre ont montré que les différents échantillons de vinaigres présentent un pH acide situe entre 3,14 et 4,24. Ces valeurs de pH sont défavorables pour le développement des microorganismes pathogènes. Ces échantillons de vinaigre ont une conductivité électrique comprise entre 3,43 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et 8,43 $\mu\text{s}/\text{cm}$, un taux de solides solubles de 4 à 14%, une densité variée entre 1,01 à 1,1, une teneur en acide acétique est de l'ordre de 11,82 à 45 g/l et une teneur en acide citrique est de 1,37 à 5,25%.

A la lumière de ces résultats, on a montré que le vinaigre issu de l'eau acide de Brix 10% donne les meilleurs résultats dans la plupart des analyses menées par la comparaison avec les autres échantillons de vinaigre. Le pH à la fin de la fermentation est soumis aux normes. Un taux d'acide acétique qui répond aux exigences recommandées par les normes en vigueur.

Il convient de noter que le vinaigre issu de l'eau de robinet à montré des mauvais résultats dans la plupart des analyses. La teneur en acide acétique à la fin de la fermentation est sous le seuil maximal préconisé par les normes en vigueur.

Les résultats obtenus sont très encourageants. Nous estimons intéressant d'approfondir le travail, avec tout d'abord :

- ✓ Etudier l'activité antioxydant du vinaigre.
- ✓ Etudier la qualité organoleptique du vinaigre.
- ✓ Etudier la qualité hygiénique de vinaigre.
- ✓ Recherche de toxines au d'autres métabolites, peuvent être à l'origine d'intoxication, dans le «vinaigre» traditionnel de dattes.



Références

bibliographiques

Références Bibliographiques

1. **Acourene, S., Tama, M. (1997).** Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de la région des zibans. Recherche Agronomique, Vol. 1, 59-66.
2. **Acourène, S., Tama, M. (2001).** Utilisation des dattes de faible valeur marchande (Rebutts de Deglet-Nour, Tinissine et Tantboucht) Comme substrat pour la fabrication de la levure boulangère. Rev. Energ. Ren. : Production et Valorisation-Biomasse, Vol 1. 1-10.
3. **Adaika M., Ramdani B. (2015).** Optimisation des conditions d'extraction des composés phénoliques par ultrason des feuilles de phoenix dactylifera L. Mémoire de master en Sciences et Technologie non publier, Université Echahid Hamma lakhdar, El oued.
4. **Aït Ameer, L., (2001).** Analyse du processus de diffusion des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système : Mech-Degla/Jus de citron. Mémoire de magister en Technologie Alimentaire, Boumerdes.
5. **Anonyme,1 (2012).** Direction Service Agricole Statistiques de la commune de Ouargla. Rapport annuel.
6. **Arab, N., Guezzoun, K.H. (2003).** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques du vinaigre traditionnel de dates de la cuvette Ouregla : vertu thérapeutique. Mémoire de licence en biologie, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla.
7. **Arfa, D (2008).** Suivi des Caractéristiques Microbiologiques et Physicochimiques des Jus des Dattes Conservés par Irradiation Gamma. Rapport de projet de fin d'étude, Institut Supérieur des Etude Technologie de Zeghouan, Tunisie.
8. **Barreveled, W.H., (1993).** Date Palm Products. FAO, Agricultural services, Bulletin N°101, FAO, Rome.
9. **Belguedj, M. (2002).** Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud Est Algérien. Revue : Les Ressources Génétiques du Palmier Dattier, 245 – 251.
10. **Belguedj, M., Tirichine, A., Guerradi, M. (2008).** La culture du palmier dattier dans les oasis de Ghardaia(Algérie). Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie I.N.R.A.A., El Harrach, Alger.
11. **Benaoun, N. (2007).** Recherche d'identification des maladies traitées par le vinaigre traditionnel de datte à El-Oued. Mémoire de licence en Microbiologie, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla.

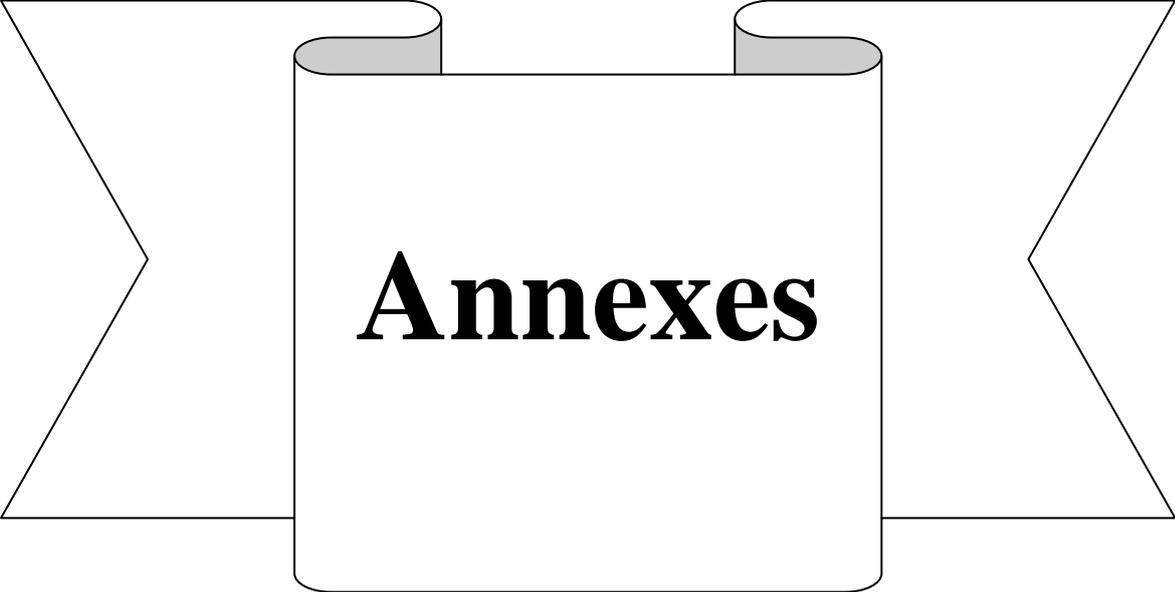
12. **Beneddine, D., Bentadj, S. (2009).** Recherche des substances toxiques dans le vinaigre traditionnel de datte. Mémoire de licence en Biochimie non publier, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla.
13. **Benahmed, D., (2007).** Etude et optimisation d'un processus de fabrication traditionnelle du vinaigre a partir de deux variétés de dattes commune cultivées dans le sud algérien. Mémoire de magistère en technologie alimentaire non publié , Université M'hamed bougara, Boumérdes.
14. **Benchelah, A.C., Maka, M., (2008).** Les Dattes, intérêt et nutrition. Phytothérapie (ethnobotanique) Springer, vol N°6, 117-121.
15. **Bendjelloul, N.E., & Berraghda, A. (2014).** Caractérisations biochimiques des trois variétés de dattes (Ghars, Déglet-Nour et Dégla-Beida). Mémoire de licence en sciences de la nature et de la vie non publié, Université kasdi merbah, Ouargla.
16. **Bonaz, B., Mathieu, N., Chambron, E. (2007).** Nutrition et maladies inflammatoires cryptogénétiques de l'intestin. J. Afr Hepato Gastroenterol, Vol. 3-4, 136-140.
17. **Bouaziz, S. (2008).** Caractérisation physicochimique et biochimique de quelques vinaigres traditionnels de dattes de la région d'Ouargla. Mémoire de magistère en Biochimie et analyse de bioproduit non publier, Université Kasdi Merbah, Ouargla.
18. **Bouaziz, S., Ould EL Hadj, M. D. (2010).** Contribution à l'étude des caractéristiques physico-chimiques et biochimiques de quelques types de vinaigres traditionnels de dates obtenues à partir de quelques variétés de la région de Ouargla. Annales des Sciences et Technologie, 2 (1) , 81 -80.
19. **Boughnou, N. (1988).** Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes. Thèse magister, INA. El- Harrach, Alger.
20. **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.
21. **Boukhiar, A. (2009).** Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation. Mémoire magister en technologie alimentaire non publier. Université M'Hamed Bougara. Boumerdés.
22. **Boulal, A., Benali, B., Moulai, M., Touzi, A. (2010).** Transformation des déchets de dattes de la région d'Adrar en bioéthanol. Rev. Energies Renouvelables. 13(3). 455 – 463.
23. **Bourgeois, C.M., Larpent, T.P. (1996).** Microbiologie alimentaire. Aliment fermentés et fermentation alimentaires. Tome 2, 2^{eme} Ed .Tec et Doc Lavoisier.

24. **Branger, A. (2008).** Fabrication de produits alimentaires par fermentation l'ingénierie. f3501, Paris-France, Vol. 1, 1-16.
25. **Chaira, N., Ferchichi, A., Mrabet, A., Sghairoun, M. (2007).** Chemical composition of the flesh and the pit of date palm fruit and radical scavenging activity of their extracts. *Journal of Pakistan journal of Biological Sciences*, Vol. 10 (13), 2202-2207.
26. **Cheikh, M. (1994).** Contribution a l'étude de la production d'alcool et de vinaigre par quatre variétés de dattes communes (Degla Beida, Tacherwit, Hamraya et Assabri) de la cuvette d'Ouargla. Thèse ing. INFS/AS, Ouargla.
27. **Chibane, H. (2008).** Aptitude technologiques de quelques variétés communes des dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse doctorat, Université M'hamed Bougara, boumerdes.
28. **Clavet. (1992).** Alcool méthylique. Vinaigre. Ed, Béranger, Paris et liège.
29. **Codex alimentaire. (1987).** Norme codex pour le vinaigre. Norme régionale africaine. Codex. STAN.
30. **Dahmani, S., Rebbouh, I. (2009).** Etude comparative des caractéristiques physico-chimiques de différents types de vinaigres : le vinaigre traditionnel de datte (Deglet Nour, Degla Beida, Tacherwit), vinaigre de pommes et vinaigre vendu en épicerie. Mémoire de licence en Biochimie, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla.
31. **Dawson, H.V.W., Aten, A. (1963).** Récolte et conditionnement des dattes. Ed. FAO, Rome.
32. **Decloux, M. (2008).** Procédés de transformation en sucrerie (partie 1). Techniques de l'Ingénieur, traité Agroalimentaire.
33. **Djerbi, M. (1994).** Précis de phoeniculteurs. F.A.O.Rome.
34. **Djoudi, I. (2013).** Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*.l) dans la région de Biskra. Mémoire de magister en sciences agronomiques non publié. Université Mohamed Kheider Biskra.
35. **Divies, C. (1989).** Le vinaigre, microbiologie alimentaire. Les fermentations alimentaires. Ed. Tec et Doc. Lavoisier, Paris, Vol. 2, 121-147.
36. **El Hadrami, A., El Idrissi, T.A., El Hassni, M., Daayf, F., El Hadrami, I. (2007).** Toxin-based in-vitro selection and its potential application to date palm for resistance to the bayoud fusarium wilt. *C.R. Biologies*, 328: 732-744.
37. **Espiard, E. (2002).** Introduction à la transformation industrielle des fruits. Ed. Tech et Doc- Lavoisier.

38. **Estanove, P. (1990).** Note technique : Valorisation de la datte. Option Méditerranéennes. Série A. N° 11. Les systèmes Agricoles Oasiens. Ed IRFA-CIRAD France.
39. **F.A.O. (2013).** Organisation Des Notions Unies Pour L'alimentation et L'agriculture.
40. **Fernandez, D., Lourd, M., Ouinten, M., Tantaoui, A., & Geige, J.P. (1995).** Le bayoud du palmier dattier : Une maladie qui menace la phoeniculture. 41(292), 36-39.
41. **Follman, H. (1983).** Acetic-Acid . Vol 5. P 388-407.
42. **Gilles, P., (2000).** Cultiver le palmier dattier. Edition CIRAS.
43. **Grelon. (2005).** Les bienfaits du vinaigre. Ed, veechi, Paris.
44. **Guiraud, J. Galzy, P. (1998).** Microbiologie alimentaire. Ed. Dunod. Paris.
45. **Hamidi, A., Slimani, A. (2008).** Identification des souches d'acétobacter isolées à partir de vinaigre traditionnel de datte de la région M' zab. Mémoire de licence en Biologie, Université de Kasdi Merbeh, Ouargla.
46. **Hanachi, S., Khitri, D., Benkhalifa, A., Brac De La Perriere, R.A. (1998).** Inventaire variétal de la palmeraie algérienne. Université des Sciences et de Technologie Houari Boumedienne, Unite de Recherche sur lrs Zones Arides U.S.T.H.B., U.R.Z.A.
47. **Lafourcade, S.L. (1978).** Les origines microbiologiques de l'acidité volatile des vins. Microbiologie et industrie alimentaire. Ed Apria.
48. **Larpent, J.P. (1991).** Biotechnologie des levures. Ed *Masson*, Paris.
49. **Lespagnol, A. (1975).** Chimie des médicaments. Ed entreprise moderne d'édition, Tom 3, Paris.
50. **Lourdes, M., Gustavo, A., Troncoso, A. (1998).** Ion exclusion chromatographic determination of acids in vinegar. Rev. Journal of chromatography A: 45-51.
51. **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
52. **Masino, F., Chinnici, F., Bendini, A., Montevicchi, G., Antonelli, A. (2008).** A study on relationships among chemical, physical, and qualitative assesment in traditional balsamic vinegar. Rev. Food chemistry: 90-95.
53. **Matallah, M.A.A. (2004).** Contribution à l'étude de la conservation des dattes variété Deglet- Nour : Isotherme d'adsorption et de désorption. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en agronomie non publié, Institut National Agronomique (INA). El- Harrach, Alger.

54. **Matheis, W., Bourgeois, J., Caperos, J., Feusi, J., Girard, J.M., Helbling, J., Hischenhuber, C. (1995).** Vinaigre de fermentation. Manuel Suisse des Denrées Alimentaires [MSDA].
55. **Mimouni, Y., Siboukeur, O.E.K. (2011).** Etude des propriétés nutritives et diététiques des sirops de dattes extraits par diffusion, en comparaison avec les sirops a haute teneur en fructose (isoglucoses), issues de l'industrie de l'amidon. *Ann. Sci. Tech.*, 3(1),1-11.
56. **Ministère de l'Agriculture. (2002).** Statistiques agricoles. Série A. Ed. Ministère de l'Agriculture.
57. **Munier, P. (1973).** Le palmier dattier. Paris: Maison neuve et larose.
58. **Ould EL-Hadj, M.D., Sebihi, A.H., Siboukeur, O. (2001).** Qualité hygiénique et caractéristique physico-chimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes d'Ouargla. *Revue Energie Renouvelable : Production et valorisation-Biomasse*, pp 87-92.
59. **Rémésy, C. (2008).** Sucres simples purifiés versus sucres des fruits, ont-ils les mêmes effets métaboliques. *Journal of Phytothérapie*, Vol. 6.
60. **Retima, L. (2015).** Caractérisation morphologique de quelques cultivars du palmier dattier dans la région de Foughala. Mémoire Magister en science agronomique non publier, Université Elhadj Lakhdar, Batna.
61. **Reynes, M. (1997).** Influence d'une technique de désinfestation par micro-ondes sur les critères de qualité physico-chimique et biochimique de la datte. Thèse de Doctorat en Biotechnologies et industries alimentaires, Institut National Polytechnique de Lorraine [INP].France.
62. **Saiz, M.J., Gonzalez, J.M., Pizarro, C. (2005).** Multi-objective optimization strategy based on desirability functions used for chromatographic separation and quantification of L-proline and organic acids in vinegar. *Analytica chimica*, Ata: 63-76.
63. **Sebihi, A.H. (1996).** Contribution à l'étude de quelques paramètres de la qualité hygiénique et biochimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette d'Ouargla. Thèse d'ingénieur. INFS/AS, Université Kasdi Merbah, Ouargla.
64. **Sedra, M.H. (2003).** Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis du maroc: Technique phoénicoles et création d'oasis (1^{ère}ed). Maroc: Institut national de recherche en agronomie (INRA), Rabat-Instituts Maroc.

- 65. Tirichine, H.S. (2010).** Etude ethnobotanique, activité antioxydants et analyse photochimique de quelques cultivars de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) du Sud-Est Algérien. Mémoire du diplôme de Magister en biologie non publié, Université d'Orane Senia.
- 66. Toutain, G. (1979).** Eléments d'agronomie saharienne : de la recherché au développement. Ed. JOUVE, Paris.



Annexe 1 : Dilution du Brix du jus de datte**Brix 15 :**

A partir de la solution mère (20%) on prépare des dilutions comme suit :

- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 600 ml d'eau distillée et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 500 ml d'eau minérale et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 500 ml d'eau acide (pH 4,9) et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 500 ml d'eau robinet et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 400 ml d'eau basique (10,30) et l'on obtient une solution fils à 15%

Brix 10 :

A partir de la solution mère (20) on prépare des dilutions comme suit :

- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 1400 ml d'eau distillée et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 800 ml d'eau minérale et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 1250 ml d'eau acide (pH 4,9) et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 1000 ml d'eau robinet et l'on obtient une solution fils à 15%
- On Prélève 1L de la solution mère puis on ajoute 700 ml d'eau basique (10,30) et l'on obtient une solution fils à 15%

Annexe 2 : Ajustement du pH du milieu

pH acide (4,9) : On ajuste le pH de milieu par l'ajoute de jus de citron

- On Prélève 1L d'eau distillée puis on ajoute 13 ml du jus de citron et l'on obtient un milieu à pH 4,9

pH basique (10,30) : On ajuste le pH de milieu par l'ajoute de NaOH

- On Prélève 1L d'eau distillée puis on ajoute 0,6 ml du NaOH (0,5 N) et l'on obtient un milieu à pH 10,30

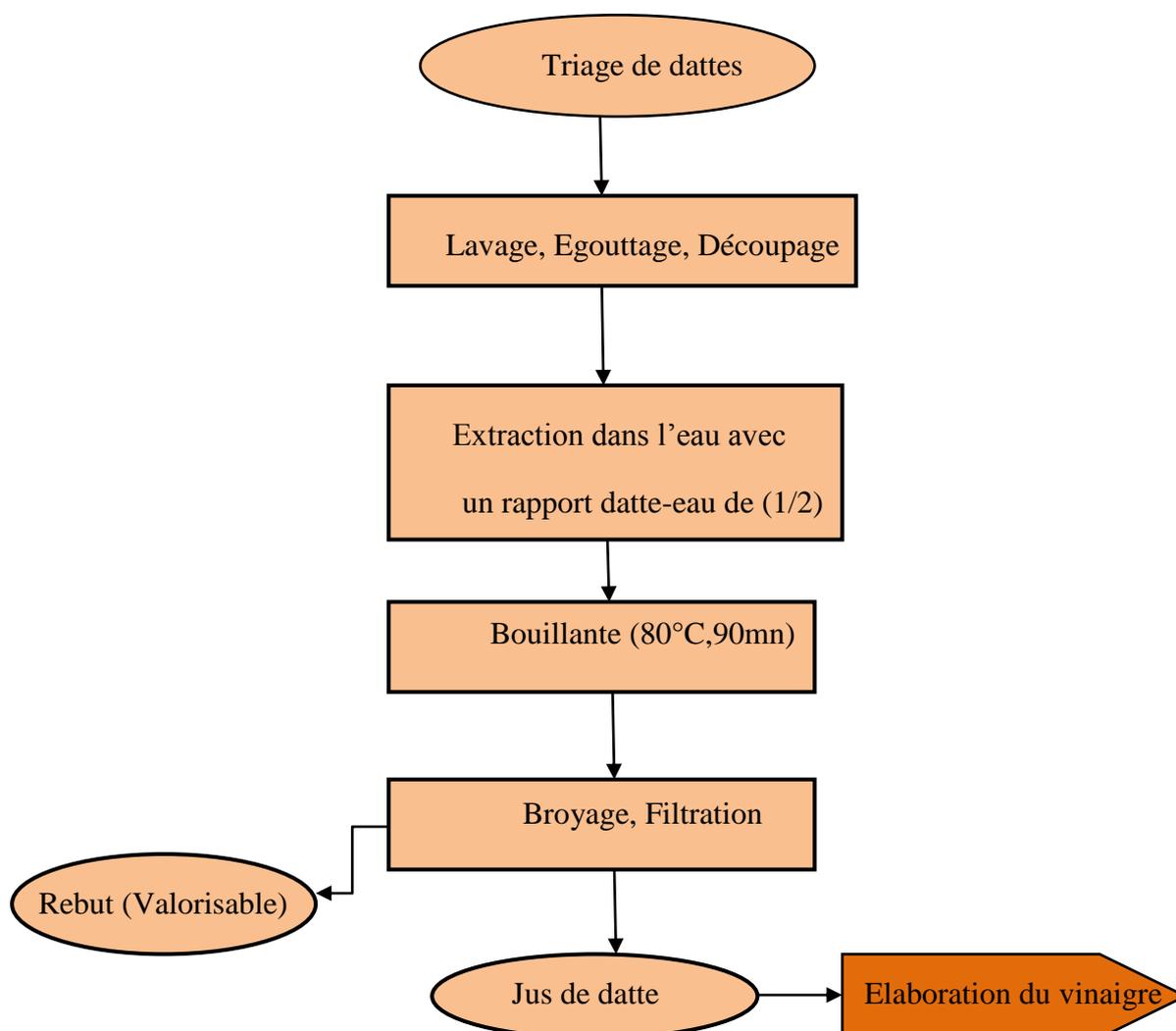
Annexe 3

Figure 27 : Diagramme d'extraction de jus de dattes (Boukhair, 2009).

Annexe 4 : Vinaigre préparée



Figure 28 : Vinaigre issu par l'eau basique (PH 10,30) (Originale, 2017).



Figure 29 : Vinaigre issu par l'eau de robinet (Originale, 2017).



Figure 30 : Vinaigre issu par l'eau minérale (Originale, 2017).



Figure 31 : Vinaigre issu par l'eau acide (PH 4,9) (Originale, 2017).



Figure 32 : Vinaigre issu par l'eau distillée (Originale, 2017).