



Université Mohamed Khider de Biskra

**Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences de la nature et de la vie**

# MÉMOIRE DE MASTER

**Filière : Biotechnologies**

**Spécialité : Biotechnologies et valorisation des plantes**

Réf. : .....

---

Présenté et soutenu par :  
**BOUROUBA Leila**

**Thème :**

## PROCESSUS DE FABRICATION DU VINAIGRE A BASE DES DATTES

---

Titre	<b>NEFOUSSI FATIMA</b>	<b>MMA Université de Biskra</b>	<b>Président</b>
Titre	<b>REDOUANNE SALEH SARA</b>	<b>MCB Université de Biskra</b>	<b>Examineur</b>
Titre	<b>MEGDOUD Amel</b>	<b>MAA Université de Biskra</b>	<b>Rapporteur</b>

**Année Universitaire :2021\_2022**

Année universitaire : 2021 - 2022

# *Remerciements*

*Avant tout, nous tenons à remercier le bon dieu tout puissant qui nous a accordé santé et courage pour mener ce travail jusqu'à son bout.*

*Je remercie profondément mon encadreur M<sup>me</sup> MAGDOUD AMEL qui a accepté de nous encadrer et qui nous a toujours guidés dans la réalisation de ce travail, pour sa disponibilité, son aide, sa patience.*

*Des remerciements également aux Membres du Jury, président et examinateur, d'avoir acceptée d'examiner notre travail.*

*Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont participé de près ou de loin, directement ou indirectement, à la réalisation de la présente étude.*

***Merci.***



## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes chers parents qui ont su me donner une bonne éducation  
et m'ont permis de prendre les voies que je désirais.*

*A mon frère Riad et Aymen, ma sœur Manel .*

*Ainsi ma petite sœur Ritadj.*

*À la personne qui était mon plus grand supporter Saif Eddine.*

*A mes deux amies qui sont comme deux soeurs pour moi Manel,  
Chaima .*

*A toute la famille grande et petite mes oncles, mes tantes.*

*Leila.*

## LISTE DES TABLEAUX

Numéro	Titre	Page
Tableau 1	Les différentes étapes de l'extraction du jus	17
Tableau 2	Les différentes méthodes d'obtention du vinaigre à partir de la fermentation alcoolique et la fermentation acétique	18

## LISTE DES FIGURES

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Schéma du palmier dattier	5
Figure 2	Carte de répartition du genre <i>Phoenix</i> dans le monde	6
Figure 3	Répartition de la superficie de la palmeraie algérienne.	
Figure 4	Photographie d'une coupe longitudinale d'une datte au stade tamar	7
Figure 5	Formation et maturation des dattes	8
Figure 6	Classification des dattes	9
Figure 7	Production du vinaigre par double fermentation	16
Figure 8	Diagramme de fabrication de jus de dattes	19
Figure 9	Lavage de dattes.	20
Figure 10	Dénoyautage de dattes	20
Figure 11	Découpage de dattes	20
Figure 12	Bouillante de dattes	20
Figure 13	Filtration de mélange	20
Figure 14	Rebut	20
Figure 15	Dispositif de la fermentation alcoolique.	21
Figure 16	Dispositif de la fermentation acétique.	21
Figure 17	Diagramme de déroulement de la fermentation alcoolique.	22
Figure 18	Diagramme de déroulement de la fermentation acétique.	22
Figure 19	Evolution de PH au cours de la fermentation alcoolique des dates (Mech Degla, Degla Beida) par S.C	24
Figure 20	Evolution du pH au cours de la fermentation traditionnelle des dattes de variété Degla-Beida.	25
Figure 21	Cinétique du PH au cours de la fermentation alcoolique	26
Figure 22	Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation traditionnelle des dattes de la variété Degla-Beida à température ambiante	26
Figure 23	Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation alcoolique des dattes (MechDegla, Degla Beida) par S.C.	27
Figure 24	Evolution du taux d'alcool aux cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes Degla Beida par <i>S.cerevisiae</i> .	28
Figure 25	Evolution du Brix aux cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes (Mech Degla, Degla-Beida) par S.C	28
Figure 26	Evolution du °Brix au cours de la fermentation traditionnelle des dattes de variété Degla-Beida	28
Figure 27	Croissance de <i>Saccharomces uvarum</i>	29

Figure 28	Viabilité de <i>S. cerevisiae</i> isolée de Degla Beida à différentes concentrations	<b>30</b>
Figure 29	La biomasse des levures en fonction du temps.	<b>31</b>
Figure 30	Evolution du pH en fonction du temps et de la variété de dattes.	<b>32</b>
Figure 31	Courbe de croissance d'éthanol en fonction du temps	<b>32</b>
Figure 32	Courbe de consommation d'éthanol en fonction du temps	<b>33</b>
Figure 33	Représentation de dosage d'alcool.	<b>33</b>
Figure 34	L'analyse globale du produit fini après 72 heures	<b>34</b>
Figure 35	Croissance des bactéries acétiques sur le vinaigre de dattes fermenté	<b>35</b>
Figure 36	Représentation de la valeur moyenne du taux de Brix	<b>35</b>

### LISTE DES ABREVIATIONS

<b>MS</b>	Matière Sèche
<b>Mg</b>	Milligramme
<b>G</b>	Gramme
<b>L</b>	Liter
<b>Fe</b>	Fer
<b>V</b>	Volume
<b>Mg</b>	Magnésium
<b>P</b>	Phosphore
<b>Mn</b>	Manganèse
<b>%</b>	Pour cent
<b>ml</b>	Millilitre
<b>kg</b>	Kilogramme
<b>V/V</b>	Rapport vinaigre/vin
<b>S</b>	Sulfate
<b>CE</b>	Conductivité Electrique

# *Table des matières*

## Table des matières

<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	v
<b>LISTE DES FIGURES</b> .....	v
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	vi
<b>Introduction générale</b> .....	1
<i>Première partie</i> .....	2
<i>Synthèse Bibliographique</i> .....	2
<i>Chapitre I</i> .....	3
<i>Les palmiers dattiers et les dattes</i> .....	3
<b>I.1. Généralités sur le palmier dattier</b> .....	4
<b>I.2. Position systématique</b> .....	4
<b>I.3. Caractéristiques morphologiques</b> .....	4
<b>I.4. Répartition géographique du palmier dattier</b> .....	5
<b>A. Dans le monde</b> .....	5
<b>B. En Algérie</b> .....	6
<b>I.5. Les dattes</b> .....	6
<b>I.5.1. Définition</b> .....	6
<b>I.5.2. Différents stades d'évolution de la datte</b> .....	7
<b>A. Stade I «Loulou»</b> .....	7
<b>B. Stade II «Khlal »</b> .....	8
<b>C. Stade III «Bser »</b> .....	8
<b>D. Stade VI «Mretba/Martouba»</b> .....	8
<b>E. Stade V «Tmar»</b> .....	8
<b>I.5.3. Classification</b> .....	9
<b>I.5.3.1. Dattes demi-molles</b> .....	9
<b>I.5.3.2. Dattes sèches</b> .....	9
<b>I.5.3.3. Dattes molles</b> .....	9
<b>I.5.4. Valeur nutritionnelle de la datte</b> .....	9
<b>Chapitre II : Les vinaigres</b> .....	11
<b>II.1. Définition du vinaigre</b> .....	12
<b>II.2. Composition du vinaigre</b> .....	12
<b>II.3. Processus de fermentation du vinaigre</b> .....	12

II.3.1. Fermentation alcoolique.....	12
II.3.2. Fermentation acétique .....	13
II.4. Domaines d'utilisation du vinaigre .....	13
II.4.1. Utilisation en médecine .....	13
II. 4.2. Utilisation en cuisine .....	13
II.4.3. Utilisation cosmétique .....	14
II. 5.Bénéfices du vinaigre .....	14
II.6. Cultivars utilisés pour la production du vinaigre traditionnel .....	14
<i>Partie expérimentale</i> .....	15
<i>Chapitre III : Matériel et Méthodes</i> .....	16
III.1. Matériel végétal.....	17
III.1.1. Choix de variétés (Matières premières) .....	17
III.2.Méthodes.....	17
III.2.1. L'obtention du vinaigre de dattes : Ce processus est divisé en trois étapes principales .....	17
III.2.2. Synthèse des références des méthodes d'élaboration du vinaigre.....	17
III.2.2.1. Extraction traditionnelle du jus de dattes .....	20
III.2.2.2. Dispositif traditionnel de fermentation .....	21
III.3. Processus de double fermentation du vinaigre.....	22
III.4. Clarification du vinaigre .....	24
<i>Chapitre IV : Résultats et discussion</i> .....	25
IV. 1.Résultats et discussion de la fermentation alcoolique.....	26
IV.1.1. Evolution du pH durant la fermentation.....	26
IV.1.2. Evolution du taux d'alcool .....	28
IV.1. 3. Evolution de Brix.....	30
IV.1. 4. Croissance de <i>Saccharomyces uvarum</i> .....	31
IV.1. 5. Croissance de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	32
IV. 2. Résultats et discussion de la fermentation acétique.....	33
IV.2.1. pH.....	33
IV.2.2.Taux d'alcool .....	34
IV.2.3. Teneur en acide acétique.....	36
IV.2.4. Croissance des bactéries acétiques .....	36
IV.2.5. Taux de solides solubles .....	37
Conclusion générale .....	39
Bibliographie.....	40



# *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).

Dans les palmeraies du Sud-Est algérien un nombre important de cultivars de palmiers dattiers a été recensé 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).

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 (SEBIHI, 1996).

Depuis longtemps, les populations sahariennes produisent du vinaigre traditionnel de dattes en utilisant souvent des variétés de faible valeur marchande (BENEDDINE & BENTA, 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, 2001).

Le vinaigre est un produit utilisé comme condiment, antioxydant, conservateur d'aliments, etc.. (LESPOGNOL, 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 mise en évidence (BOUKHIAR, 2009).

Notre contribution a pour but de faire une synthèse des différentes méthodes du processus de la fabrication du vinaigre à base des dattes.

- Une première partie relative à l'étude bibliographique comprenant deux chapitres dont

Le premier ; Généralités autour des palmiers dattiers et la datte, la deuxième : Généralité sur les vinaigres.

- La deuxième partie expérimentale est composé de deux chapitres aussi matériel et méthodes et résultats et discussions.

*Première partie*  
*Synthèse Bibliographique*

*Chapitre I :*  
*Les palmiers dattiers et les dattes*

## Chapitre 2 : les vinaigres

---

### I.1. Généralités sur le palmier dattier :

*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).

### I.2. Position systématique :

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

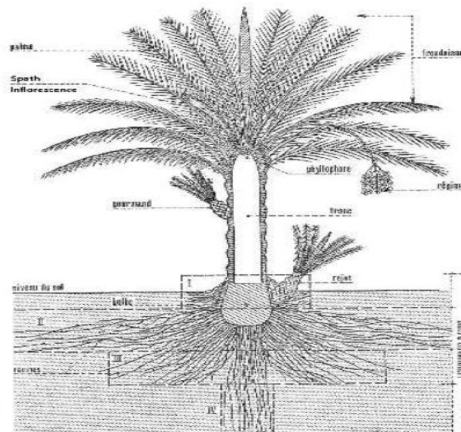
- ✓ Groupe : Spadiciflores
- ✓ Ordre : Palmale
- ✓ Famille : Palmacées
- ✓ Sous famille : Coryphoidées
- ✓ Tribu : Phoenicées
- ✓ Genre : Phoenix
- ✓ Espèce : *phœnix dactylifera L.*

### I. 3 .Caractéristiques morphologiques :

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

Les racines doivent puiser dans le sol, l'eau et les nutriments, mais elles doivent également respirer et forment un faisceau à la base de la tige (AMMAR, 1978).

La tige ou tronc du palmier dattier, d'après le même auteur, possède un port élancé, non ramifié appelé stipe. Ce dernier qui a une épaisseur sensiblement la même partout, il porte une couronne de feuilles au sommet ; à sa base il a la faculté d'émettre des drageons. Il est généralement marqué par des cicatrices sous formes d'anneaux et qui sont laissées par la base de feuilles tombées (Figure 1).



**Figure 1 :** Schéma du palmier dattier (MUNIER, 1973).

Cependant, la partie aérienne ou la couronne se trouve au niveau du phyllophore, elle est formée de palmes disposées en hélice et sont données par le bourgeon terminal, en moyenne de 10 à 20 palmes par an. Elles restent en activité durant une période de 4 à 7 ans (CHAKALI, 1981).

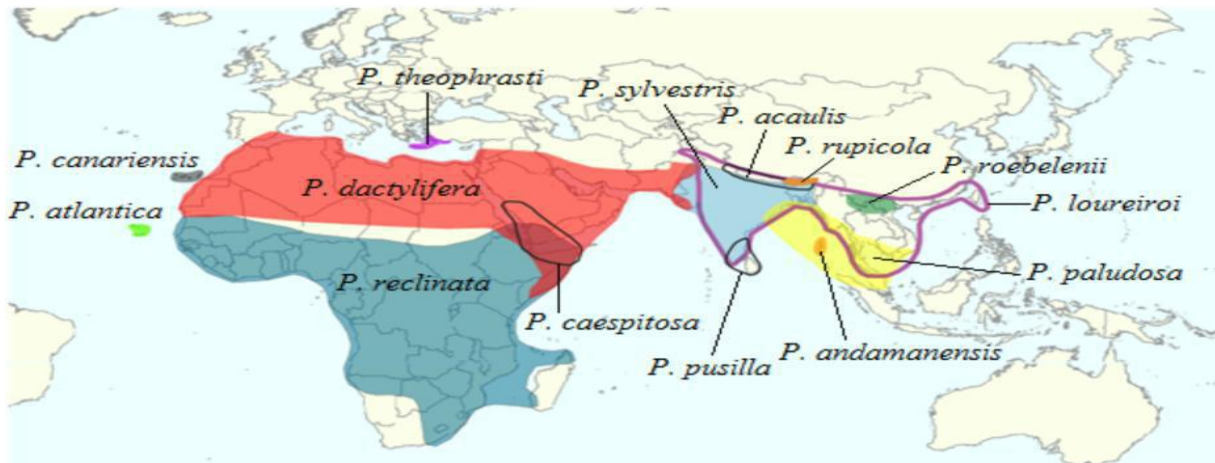
### **I. 4. Répartition géographique du palmier dattier :**

#### **A. Dans le monde :**

Le dattier est une espèce xérophile, il ne peut fleurir et fructifier normalement que dans les déserts chauds (AMORSI, 1975).

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).

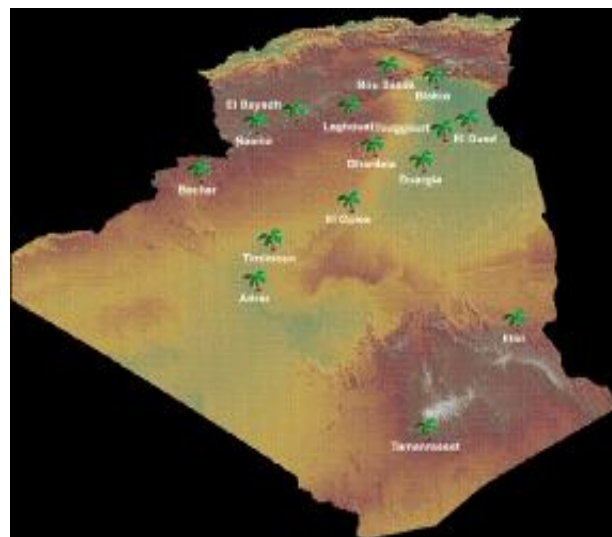
Aux Etats-Unis d'Amérique, le palmier dattier fût introduit au 18<sup>ème</sup> siècle. Sa culture n'a débuté réellement que vers les années 1900 avec l'importation de variétés irakiennes. Le palmier dattier est également cultivé à plus faible échelle au Mexique, en Argentine et en Australie (MATALLAH, 2004) .



**Figure 2:** Carte de répartition du genre *Phoenix* dans le monde (MUNIER, 1973).

### A. En Algérie :

Comme montre la figure 3 : 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) (BELGUED, 2010).



**Figure 3 :** Répartition de la superficie de la palmeraie algérienne.

### I.5. Les dattes :

#### I.5.1. Définition:



## Chapitre 2 : les vinaigres

---

La datte est une baie, de forme généralement allongée, oblongue ou ovoïde. Elle est constituée de deux parties (Figure 4) :

- Une partie non comestible, formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure.
- Une partie comestible, dite aussi chaire ou pulpe, comporte une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe. La graine est entourée par une zone interne de teinte plus claire et de texture fibreuse, l'endocarpe, réduite à une membrane parcheminée. Les deux sont séparés par le mésocarpe charnu et fibreux dont la consistance varie selon les variétés, le climat ainsi que la période de maturation (Yassine, 2007).

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir, rouges, brunes plus ou moins foncées (DJERBI, 1994). La figure n°3 montre bien la structure de la datte avec ses différentes parties dont le péricarpe, le mésocarpe, l'endocarpe et la graine (aussi appelée noyau, ou pyrène).



**Figure 4 :** Photographie d'une coupe longitudinale d'une datte au stade tamar (GHNIMI et *al.*, 2017).

### I.5.2. Différents stades d'évolution de la datte :

Après la fécondation, le fruit se forme (nouaison), se développe en changeant de couleur, d'aspects 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 (MUNIER, 1973).

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

#### A. Stade I «Loulou»

## Chapitre 2 : les vinaigres

Stade qui suit immédiatement la pollinisation, la datte est petite et sphérique. Elle a une forme ovoïde et de couleur crème avec des traits verticaux de couleur verte (RETIMA, 2015). Le fruit est entièrement recouvert par le péricarpe 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 «Khalal »

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).

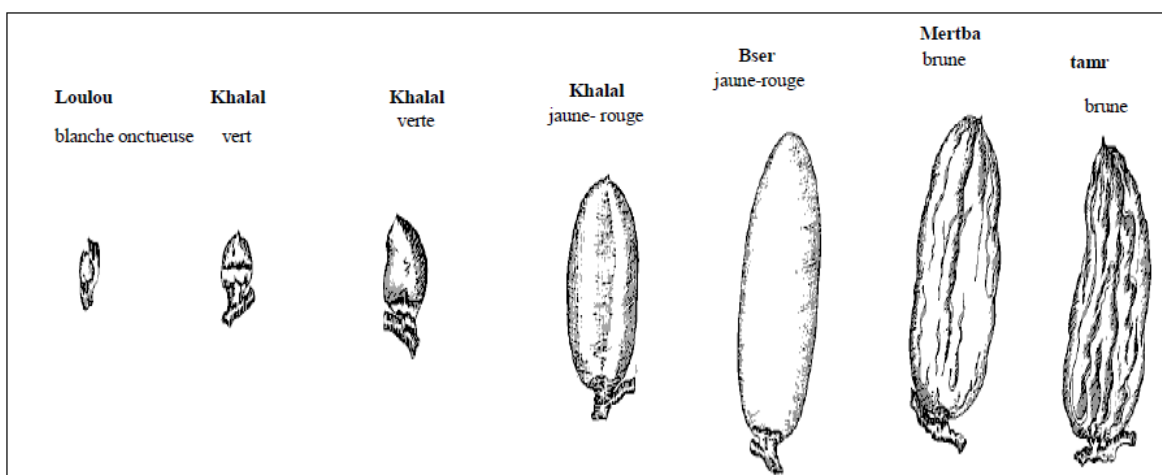
### D. Stade VI «Mretba/Martouba»

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'épiderme des fruits 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 concentré en sucre (MUNIER, 1973).

La figure 5 résume les différents changements de la datte au cours de son développement.



**Figure 5 :** Formation et maturation des dattes (BARREVELED, 1993)

### **I.5.3. Classification :** (ZERIBI, 2020)

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

#### **I.5.3.1. Dattes demi-molles :**

de 20 à 30% d'humidité. Elles occupent une position (*Deglet Nour*), c'est une datte à base de saccharose par excellence (COOK et FURR, 1952).

#### **I.5.3.2. Dattes sèches :**

dures, avec moins de 20% d'humidité, riche en saccharose. Elles ont une texture farineuse (Mech-Degla, Degla Beida...etc.).

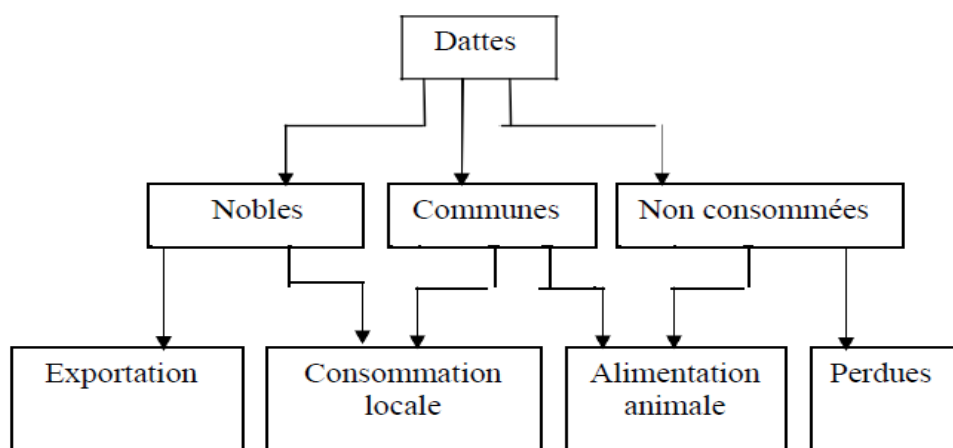
**-Dattes communes:** destinées à la consommation locale ou à l'alimentation du bétail.

**-Dattes non consommées:** représentent les cultivars de faible valeur marchande destinés à l'alimentation animale ou perdues. ESTANOVE (1990) a classé les dattes selon leur importance économique (Figure 5).

**-Dattes nobles :** destinées à l'exportation et à la commercialisation à l'échelle nationale.

#### **I.2.3.3. Dattes molles:**

L'humidité supérieure ou égale à 30%. Elles renferment des sucres réducteurs (fructose, glucose) (Ghars, Hamraia, Litima...etc.).



**Figure 6 :** Classification des dattes (ESTANOVE, 1990)

### **1.5.4. Valeur nutritionnelle de la datte :** (BOUREKOUA, 2019)

Les dattes sont un excellent aliment, de par leur haute valeur nutritionnelle et énergétique comme décrit par (TOUTAIN, 1979) et (GILLES, 2000), leur forte teneur en sucre leur confère une haute valeur énergétique.

## Chapitre 2 : les vinaigres

---

Elles ont également une teneur intéressante en sucres réducteurs, sont facilement absorbés par l'organisme et ont une masse protéique équilibrée. De plus, le jujube est riche en calcium, magnésium, phosphore, soufre et autres minéraux plastiques et en fer, manganèse et autres minéraux catalytiques. Ils sont reminéralisants et boostent significativement le système immunitaire (ALBERT., 1998).

## ***Chapitre II : Les vinaigres***

### II.1. Définition du vinaigre :

Le vinaigre, étymologiquement de vin et vinaigre, c'est du vin rendu aigre par le développement de bactéries acétiques (LARPENT, 1996).

Le vinaigre est une solution d'acide acétique produit par un procédé biotechnologique en deux étapes. Dans la première étape, sucres fermentescibles sont transformés en éthanol par l'action de la levure. Dans la deuxième étape, les bactéries acétiques oxydent l'éthanol en acide acétique dans un processus aérobie (CLAUDIO, 2012 et KAHINA, 2011).

Le vinaigre d'alcool est un vinaigre obtenu par fermentation acétique à partir d'alcool de distillation (ALINORM 85/19, codex alimentarius, 1985). (BENKHELIFA, 2018).

Le vinaigre est le liquide propre à la consommation humaine, préparé à partir d'une matière appropriée contenant de l'amidon et/ou des sucres, selon le procédé de la double fermentation alcoolique et acétique.

### II.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 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 composants 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 acétone, en acide lactique en acide tartrique ou en lactose (MATHEIS, 1995).

### II.3. Processus de fermentation du vinaigre : (BENKHELIFA, 2018).

#### II.3.1. Fermentation alcoolique :

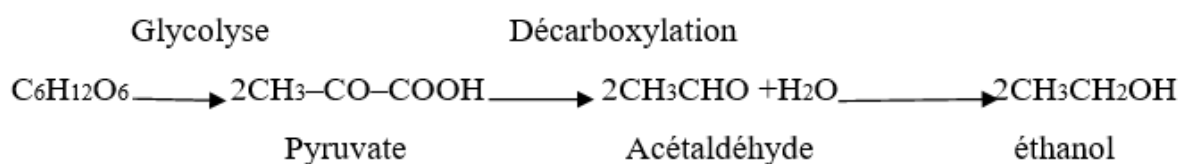
La fermentation alcoolique implique la biotransformation du jus de fruit ou toute solution sucrée, impliquant des facteurs physiques, biochimiques et biologiques complexes.

C'est la transformation des sucres par des levures, principalement *Saccharomyces cerevisiae*. Les sucres sont principalement du glucose, du fructose ; d'éthanol et de dioxyde de carbone (NANCY, 2008).

En fermentation alcoolique, environ 30 à 35 % de source de carbone est convertie en biomasse cellulaire, tandis que 50 % des glucides sont convertis en éthanol.

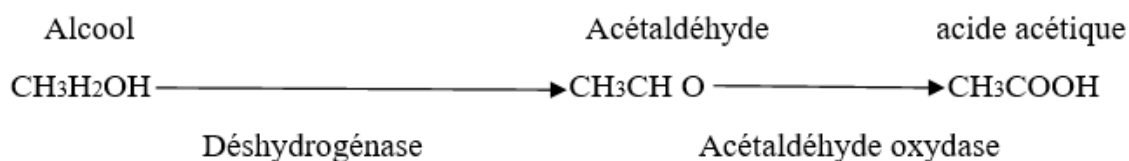
Le reste du sucre est utilisé pour la production d'énergie et l'entretien des cellules (HODA et al., 2010). La fermentation alcoolique est une étape essentielle dans la fabrication du vinaigre avant acidification par les bactéries acétiques (MOUNIR et al., 2016).

La réaction se déroule selon l'équation suivante : (SOLIERI et COLL, 2006).



### II.3.2. Fermentation acétique :

La fermentation acétique s'effectue dans des conditions très différentes selon les matières premières utilisées (jus, cidre, vin...) et qui doit être tout ce qui peut être fermenté sous l'influence de l'alcool (DAHMANI et RABOUH, 2009). Sous l'influence de la fermentation, l'alcool se transforme en acide acétique, s'accompagne d'une forte consommation d'oxygène, et cela se produit avec réaction acide avec un pH optimal entre 5 et 6. La réaction se déroule selon l'équation suivante :



## II.4. Domaines d'utilisation du vinaigre :

### II.4.1. Utilisation en médecine :

Le vinaigre était utilisé à bien d'autres fins qu'aujourd'hui, et c'est sans doute le premier « antibiotique » connu de l'homme (DAMANI, 2009). Il a été utilisé pour traiter certaines maladies internes, telles que la lèpre, la peste et les morsures de serpent, puisqu'il a été utilisé pour limiter la propagation du scorbut pendant la première guerre mondiale (ALANISALAN, 1982). Recommandé contre l'arthrite, l'ostéoporose, les maux de tête, les douleurs musculaires, l'érythème fessier, les maux de gorge, les démangeaisons et les champignons, etc (GRELON, 2005).

### II. 4.2. Utilisation en cuisine :

Les préparations culinaires à base de vinaigre sont très nombreuses, conservation de viandes, poissons, légumes, fruits de saison, gâteaux, épices. Les romains l'ont également développé sous forme de boisson additionnée d'eau ou d'un mélange d'eau et d'œufs (AMARA, 2005).

Le vinaigre est un condiment à part entière, souvent utilisé pour tremper les légumes et ajouté à la moutarde, au ketchup et à la mayonnaise (LARPENT, 1996).

L'acide acétique est un excellent détartrant au quotidien, il est également utilisé pour rincer la laine et il peut remplacer de nombreux produits d'entretien sans nuire à l'environnement (BOUKHIAR, 2009).

#### **II.4.3. Utilisation cosmétique :**

Au 18 siècle, les dames utilisaient le vinaigre pour leurs bains, leurs toilettes. Le vinaigre est un acide ; ce qui lui permet d'être un bon détartrant, il est aussi utilisé comme désodorisant (BENAHMED, 2007).

#### **II. 5.Bénéfices du vinaigre :** (BENKHELIFA, 2018)

Ces avantages sont dus aux différents types de poly phénols, de micronutriments et d'autres composés bioactifs présents dans le vinaigre. Ces éléments contribuent à leurs effets pharmacologiques, antibactériens, antidiabétiques, antioxydants, anti obésité et antihypertenseurs.

Le vinaigre semble être utilisé comme fongicide pour protéger les plants de blé et d'orge ou les semences de légumes (carottes, tomates...). Etant donné que le composé actif acide acétique est classé comme herbicide dans la directive (PATRICE et COULOMBEL, 2012).

#### **II.6. Cultivars utilisés pour la production du vinaigre traditionnel :** (OTMANI, 2017)

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.

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).



## *Partie expérimentale*

## ***Chapitre III : Matériel et Méthodes***

### III.1. Matériel végétal :

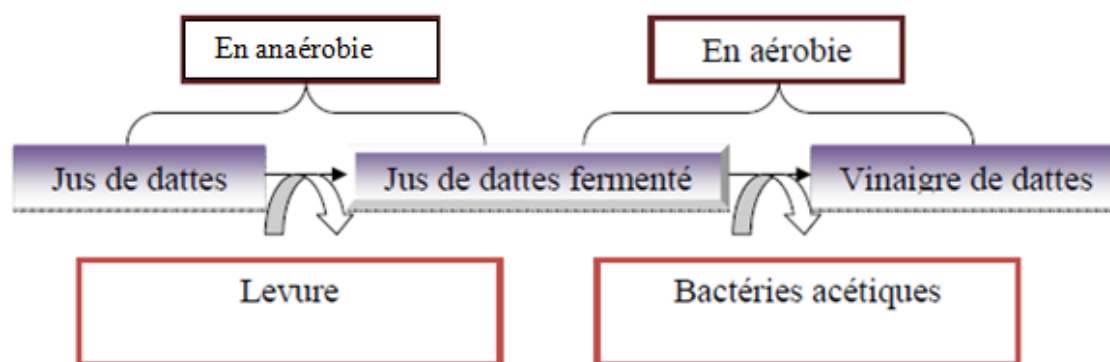
#### III.1.1. Choix de variétés (Matières premières) :

Le choix des variétés de dattes, est orienté par leur disponibilité, leur abondance et leur appréciation pour la fabrication de vinaigre. Les variétés datées utilisées dans cette étude répandues dans les palmerais de la région de Sud-est de l'Algérie (Biskra et El oued). La variété Mech-Degla, la variété Degla-Beida, et la variété Tinissine. Les dattes sont récoltées à pleine maturité et conservées à 4°C.

### III.2.Méthodes :

**III.2.1. L'obtention du vinaigre de dattes :** Ce processus est divisé en trois étapes principales :

- La première : Extraction et clarification d'un jus à partir des dattes ;
- La deuxième : Stérilisation et fermentation alcoolique par *Saccharomyces cerevisiae* des dattes en anaérobiose.
- La troisième : Fermentation acétique en aérobiose de l'extrait issu de la première fermentation (figure 7).



**Figure 7 :** Production du vinaigre par double fermentation (OULD EL-HADJ, 2001).

#### III.2.2. Synthèse des références des méthodes d'élaboration du vinaigre :

Les méthodes de fabrication du vinaigre sont citées par plusieurs auteurs ; la première étape qui est l'extraction du jus est résumée dans le tableau N°1:

Tableau 1 : Les différentes étapes de l'extraction du jus

Méthodes Références	Les étapes de l'Extraction du jus
BOUREKOUA (2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les dattes sont lavées égouttées et dénoyautées découpées (33 g).</li> <li>- 100 ml d'eau distillée y ont été ajoutés.</li> <li>- Le mélange est ensuite placé dans un bain-marie à 80°C pendant 90 min.</li> <li>- Filtration effectuée avec des compresses.</li> <li>- Centrifugation qui a pour but d'obtenir un jus clarifié (20 min, 20°C, 6000 tr/min).</li> </ul>
BOUKHIAR (2009).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- L'extraction se fait en température 40C°pendant 2 heures</li> <li>- Broyat de dattes (500g).</li> <li>- Extraction dans l'eau avec un Rapport 1/5.</li> <li>- Filtration à travers une passoire.</li> <li>- Centrifugation (3000 tr/min) pendant 10 à 15 minutes).</li> <li>- Jus de dattes clarifié (Stockage au congélateur).</li> </ul>
OULD EL-HADJ et al., (2001).	Les mêmes étapes de BOUKHIAR(2009).
OTMANI (2017).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les dattes sont triées, lavés et égouttés.</li> <li>- 4 kg de dattes coupées en petits morceaux.</li> <li>- Rajout de 8L d'eau et porter à l'ébullition pendant 90mn à 80°C.</li> <li>- La filtration et la séparation de la phase liquide solide.</li> </ul>
CHIBI(2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavage de la pulpe de la datte à l'eau froide.</li> <li>- Coupe des dattes en petits morceaux.</li> <li>- Ajout à 75g de la pulpe 300ml d'eau distillée.</li> <li>-Mettre le mélange dans un bain marie à 65°C pendant 10mn avec agitation.</li> <li>- Refroidissement du mélange.</li> </ul>
ACOURENE et al.,(2018) DJAFRI (2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les dattes lavées, dénoyautées et broyées.</li> <li>- L'ajout à 1 kg de dattes, 2.5 litres d'eau.</li> <li>- chauffer dans un bain-marie à 85 °C durant 45 minutes et sous agitation.</li> <li>- Filtration du moût obtenu à travers un filtre puis on le stérilisé dans une autoclave à 120 °C durant 20 minutes</li> </ul>

L'obtention du vinaigre passe par la 2<sup>ème</sup> étape qui est la fermentation (alcoolique et acétique) résumé dans le tableau N° 2:

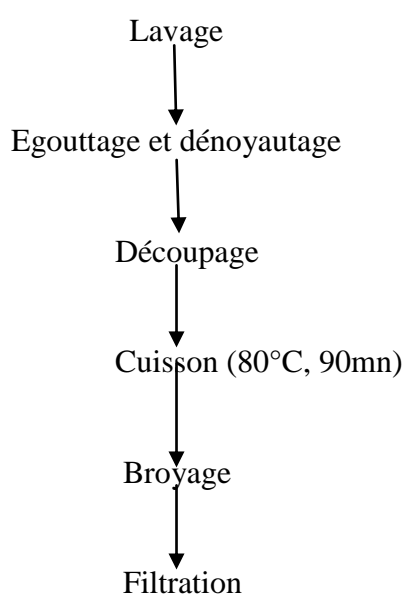
**Tableau 2 :** Les différentes méthodes d'obtention du vinaigre à partir de la fermentation alcoolique et la fermentation acétique.

Méthodes Références	La fermentation alcoolique	La fermentation acétique
BOUKHIAR (2009).	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Jus de dattes stérilisé.</li> <li>- Ensemencement par des levures (8 g levure sèche / l du jus)</li> <li>- Fermentation alcoolique (Température : 30°C ± 1°C/Agitation : 300 tr/min).</li> <li>- Refroidissement.</li> <li>- Centrifugation à froid (élimination des levures).</li> <li>- Jus de dattes fermenté clarifié (Stockage au congélateur).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Décongélation du jus.</li> <li>-Élimination du CO<sub>2</sub>.</li> <li>-Rajout de Bactéries acétiques.</li> <li>-Fermentation (Température : 30°C ± 1°C</li> <li>-Aération :</li> <li>-Agitation : 100 tr/min).</li> <li>-Clarification (Vinaigre de dattes</li> </ul>
ACOURENE et DJAFRI (2018).	<ul style="list-style-type: none"> <li>-20ml de suspension du milieu de pré culture (20 ml de milieu de Carlsberg, ensemencés à partir du tube gélosé contenant l'inoculum, on l'incube à 30 °C pendant 24 heures et sous agitation continue à raison de 45 oscillations par minute).</li> <li>-On ajuste le pH entre 4.3 et 4.7 et on l'incube à 30°C durant 18 heures.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Filtration et stérilisation du moût dans un autoclave à 120 °C durant 20 minutes.</li> <li>- Rajout de bactéries acétiques</li> <li>- Rajout de 1ml de propanol.</li> </ul>
CHIBI(2016)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Ajout à 62,5g de la pulpe et 15,5g saccharose dans 500mL d'eau distillée.</li> <li>-Chauffage du milieu préparé à 65°C pendant 10mn dans un bain marie avec agitation.</li> <li>- Refroidissement du mélange obtenu sous un courant d'eau froide et enfin ajustement du pH (pH = 5).</li> </ul>	
Méthodes Références	La fermentation alcoolique	La fermentation acétique
BOUGHNOU (1988).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Levure : souche de bière isolée la conservation de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sur pente de gélose inclinée de Sabou- raud au chloramphénicol.</li> <li>-L'inoculum est transféré dans des erlenes de 3 litres contenant les 2/3 de leur volume</li> </ul>	

	de jus enrichi ou non en phosphates d'ammonium (2,5g/l), la fermentation est conduite en anaérobiose pendant 4 jours.	Le milieu enrichi en phosphate d'minium, sulfate de magnésium, de 1/L et 0,25g/L.
ZERIBI(2019).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fermentation à 30°.</li> <li>- Elimination de déchets (refus) par tamisage.</li> <li>- Filtrat.</li> </ul>	/
EJEMNI et MEJRI (2006)	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Jus stérile (15 à 20% brix) plus la pré culture déjà préparé avec un taux de 2 à 4% de son volume.</li> <li>- Mettre dans une étuve à 25°C agitation magnétique (NIKOLAOU et <i>al.</i> , 2006).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Introduction de tubes de fiole de fermentation avec filtres à air stériles.</li> <li>-Rajout au milieu de préculture : Le Di-hydro phosphate de potassium (5g/L) ; du sulfate ammonium (2g/L) ; du sulfate de magnésium 7 hydraté (0,4g/L) ; du glucose (35g/L).</li> <li>- Les milieux sont autoclavés à 120°C pendant 20 minutes.</li> <li>- Rajoute d'une colonie de souches <i>Saccharomyces cerevisiae</i>.</li> </ul>

### III.2.2.1. Extraction traditionnelle du jus de dattes :

Le diagramme de transformation des dattes en jus est représenté dans la figure suivante :



**Figure N° 8 :** Diagramme de fabrication de jus de dattes

D'après OTMANI (2017) ; les différentes étapes de l'Extraction traditionnelle du jus de dattes sont résumées dans les photos suivantes :



**Figure N° 9 : Lavage de dattes**



**Figure N° 10 : Dénoyautage de dattes**



**Figure N° 11 : Découpage de dattes**



**Figure N° 12 : Bouillante de dattes**



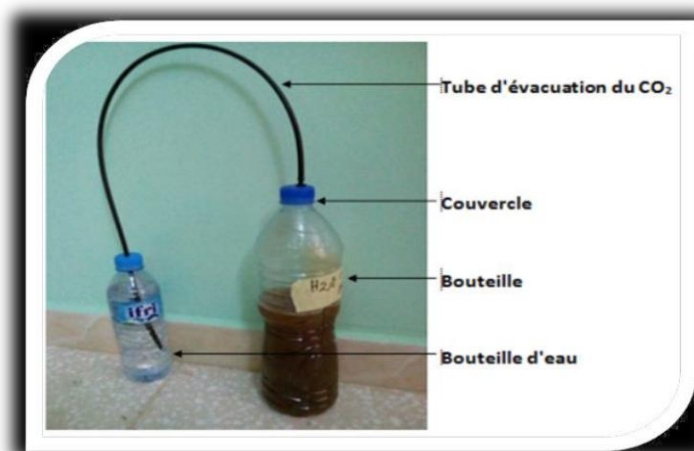
**Figure N° 13 : Filtration de mélange**



**Figure N° 14 : Rebut**

#### III.2.2.2. Dispositif traditionnel de fermentation : (OTMANI ; 2017)

Le dispositif de fermentation alcoolique est une bouteille en plastique de 1.5 L montée par un couvercle avec un système d'évacuation de CO<sub>2</sub> orienté vers une petite bouteille plein d'eau (Figure N° 15)



**Figure N° 15 :** Dispositif de la fermentation alcoolique. Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété *Tinissine* de la région d'El Oued.

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 16).



**Figure N° 16 :** Dispositif de la fermentation acétique. Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété *Tinissine* de la région d'El Oued.

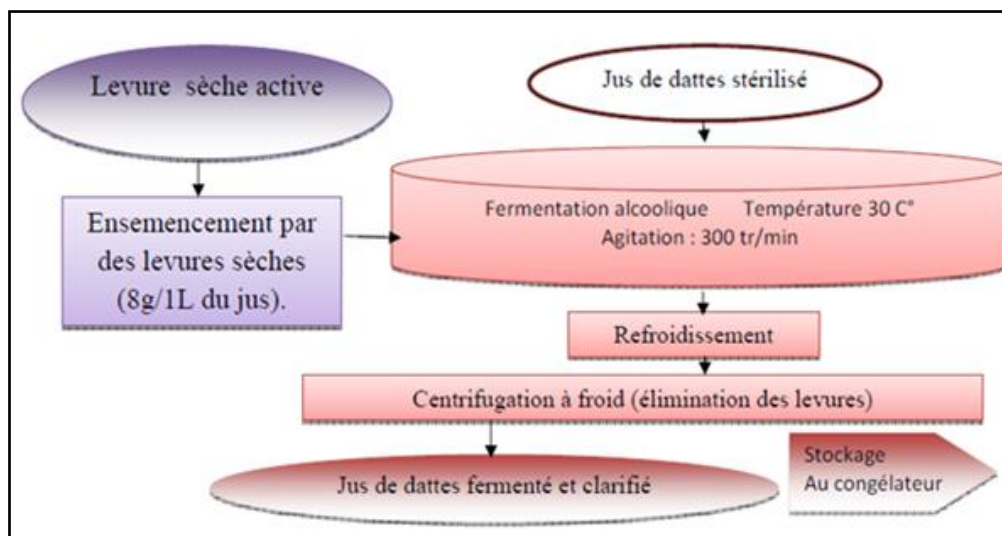
### III.3. Processus de double fermentation du vinaigre :

La production du vinaigre est basée sur la double fermentation combinée anaérobie et aérobie. Cette biotransformation utilise des levures naturelles et des bactéries d'acide acétique (OUARAB ; 2011)



### A. Fermentation alcoolique :

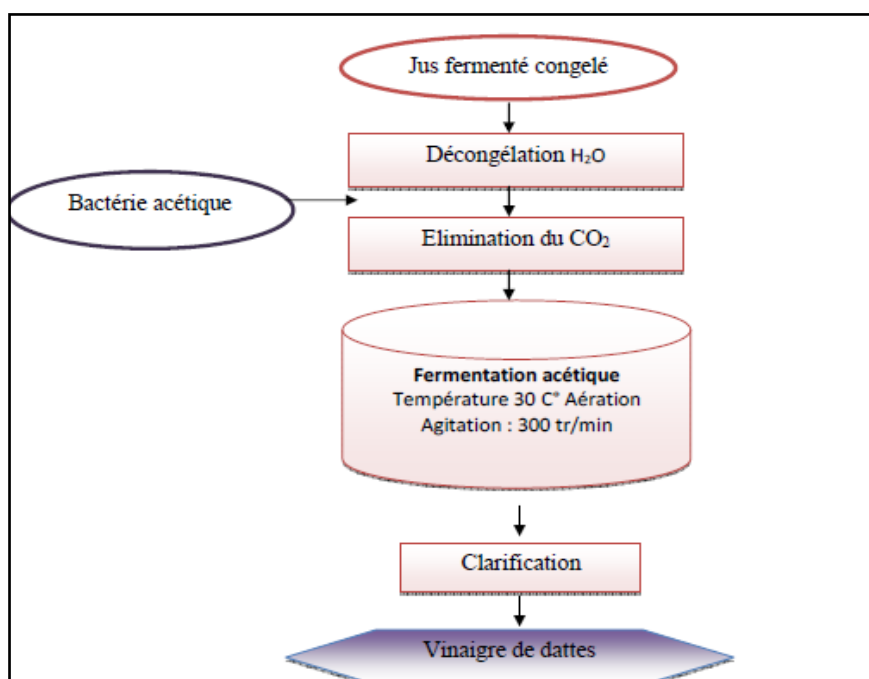
La fermentation alcoolique du jus de datte est la première étape de la fabrication du vinaigre. Cela commence par la préparation de la pré-culture levure et jus prêts à fermenter (BOUKHIAR ;2009).



**Figure 17:** Diagramme de déroulement de la fermentation alcoolique (OUARAB ;2011)

### B. Fermentation acétique :

La phase de la fermentation acétique est la phase d'oxydation d'éthanol en acide acétique, les levures sont éliminées par centrifugation à froid (4°C) et remplacées par les bactéries acétiques BOUKHIAR(2009). Cette deuxième fermentation a besoin d'aération



**Figure 18 :** diagramme de déroulement de la fermentation acétique (BOUKHIAR ;2009).

**III.4. Clarification du vinaigre :**

Le vinaigre obtenu par la fermentation acétique a subi une clarification par la centrifugation à froid pendant 45 minutes à 4500 tours par minute afin d'éliminer les bactéries acétiques, les levures et les colloïdes présents (GULLO et *al.*, 2006).

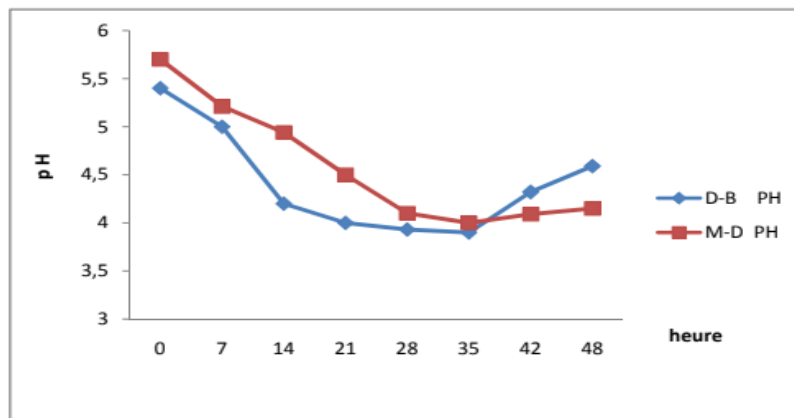
## ***Chapitre IV : Résultats et discussion***

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés principalement à la synthèse des résultats obtenus de la production du vinaigre.

#### IV. 1. Résultats et discussion de la fermentation alcoolique :

##### IV.1.1. Evolution du pH durant la fermentation :

- La courbe de la figure N° 19 de l'étude de KAHINA(2011) montre l'évolution du pH durant la fermentation

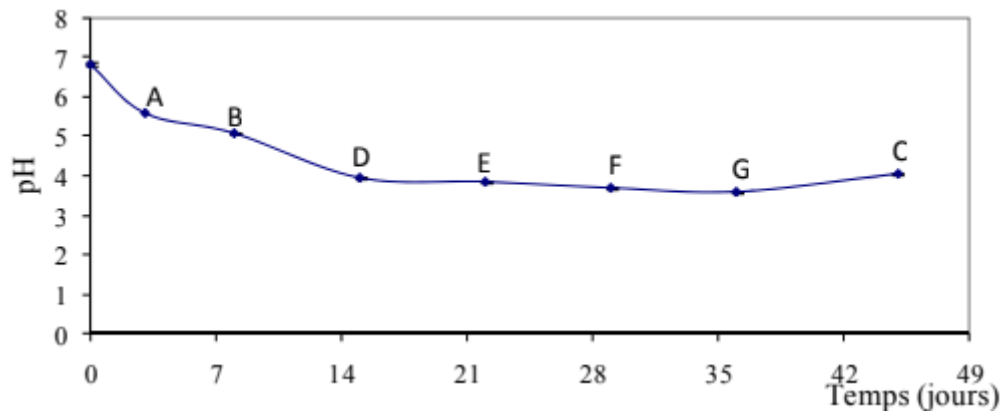


**Figure N° 19 :** Evolution du pH au cours de la fermentation alcoolique des dattes Degla Beida et Mech Degla par *Saccharomyces cerevisiae* (KAHINA ; 2011)

D'après la courbe ci-dessus le pH du jus diminue au cours de la fermentation pour atteindre une valeur de (3,90 Degla Beida, 4,00 Mech Degla) en 35ème heure puis une légère augmentation du pH.

Cette diminution du pH est initialement due à la diffusion des acides contenus dans la datte. Puis aux acides métabolisés par les différents microorganismes (levure principalement...) présent dans le jus (AKIN,2008).

- Dans le travail de BOUKHIAR(2009) ; la variation du pH au cours de la fermentation est illustrée par la courbe de la figure 20.



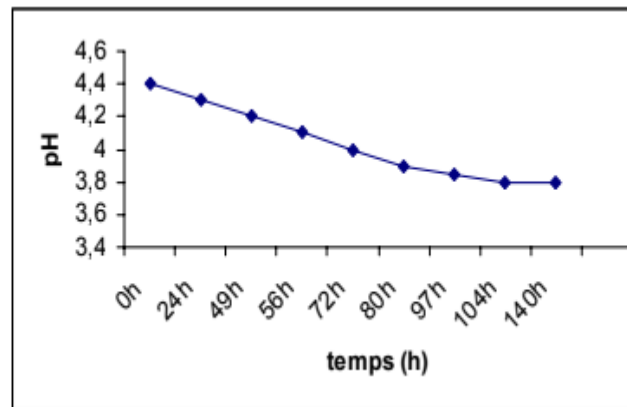
**Figure N° 20** : Evolution du pH au cours de la fermentation traditionnelle des dattes de variété **Degla-Beida** (BOUKHIAR ;2009).

On Note que le pH du mélange réactionnel initial, qui est de 6,8, une valeur relativement élevée par rapport au pH optimal pour la croissance des levures : 3,5 5 (SCHMID, 2005) Comme le montre la courbe ci-dessus, la valeur du pH du moût diminue pendant la fermentation pour atteindre une valeur de 3,6 au 14ème jour puis se stabilise autour de cette valeur tout au long du processus.

Cette diminution du pH est due d'abord à la diffusion des acides contenus dans la datte puis à ceux métabolisés par les différents microorganismes attribués aux acides (principalement des levures...) présents dans le moût. De plus, une partie du dioxyde de carbone produit ; se dissout dans le moût et contribue également à abaisser la valeur du pH (AKIN ; 2008). Donc ; utilisé dans l'abaissement de la valeur du pH comme moyen de contrôler le développement de la fermentation. Quant au dernier pH, qui semble assez élevé, il est en fait dû à la volatilisation des acides après une aération excessive (malheureusement modifiée) pour intensifier la fermentation acétique.

- La Cinétique du PH de l'étude d'EJEMNI et MEJRI(2006) est donné dans la courbe suivante ; elle présente le suivi du pH de notre vinaigre durant la fermentation alcoolique. Nous sommes passés d'un pH initial du vinaigre de datte d'environ 5,14 à un pH de 4,4 en fin de fermentation alcoolique.

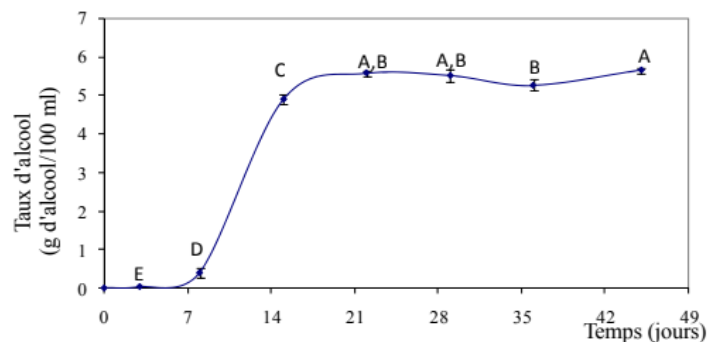
:



**Figure N° 21 :** Cinétique du pH au cours de la fermentation alcoolique (EJEMNI et MEJRI ; 2006).

#### IV.1.2. Evolution du taux d'alcool :

- Pour BOUKHIAR (2009) ; la variation du taux d'alcool au cours de la fermentation est représentée dans la figure 22



**Figure N° 22:** Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation traditionnelle des dattes de la variété **Degla-Beida** à température ambiante (BOUKHIAR ;2009).

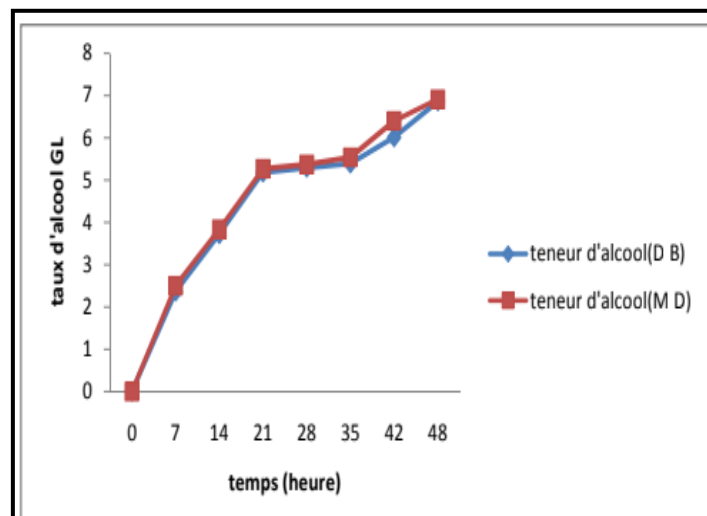
On observe que la production d'alcool (1er jour au 7ème jour) est pratiquement nulle durant cette période, ce qui s'explique par la faible charge initiale en levure et la basse température, qui a plusieurs effets comme la réduction de la croissance et du métabolisme des levures.

Le pH initial (6,8) loin d'être optimal ; la durée assez longue de cette phase correspond à la phase d'adaptation des levures à leur nouvel environnement. L'activité métabolique des

levures atteint son maximum (au 16ème jour) ; ce qui donne une production de 0.64 g/100 ml d'alcool par jour.

A partir du 16ème jour la teneur en alcool reste pratiquement inchangée durant cette période, cette stagnation s'explique d'une part par l'effet inhibiteur de l'alcool sur les levures (auto-inhibition) et d'autre part par l'effet toxique du CO<sub>2</sub> dissous (température basse et manque de mouvement favorise la dissolution du CO<sub>2</sub>).

- Selon OUARAB(2011) ; la courbe de la figure N°24 montre l'évolution de la quantité d'éthanol produite au cours de la fermentation alcoolique.



**Figure N° 23 :** Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation alcoolique des dattes (Degla Beida, Mech Degla), par *Saccharomyces cerevisiae*. (KAHINA ;2011).

La concentration en éthanol obtenue en fin de fermentation (dégradation des sucres) est d'environ 70 ml/l (7°GL), ce qui renseigne sur l'avancement de la fermentation.

- Selon BOUGANOUN (1998) ; cet avancement peut être due soit à une perte par volatilisation de l'éthanol ou à un stockage des sucres sous forme de glycogène dans les cellules.

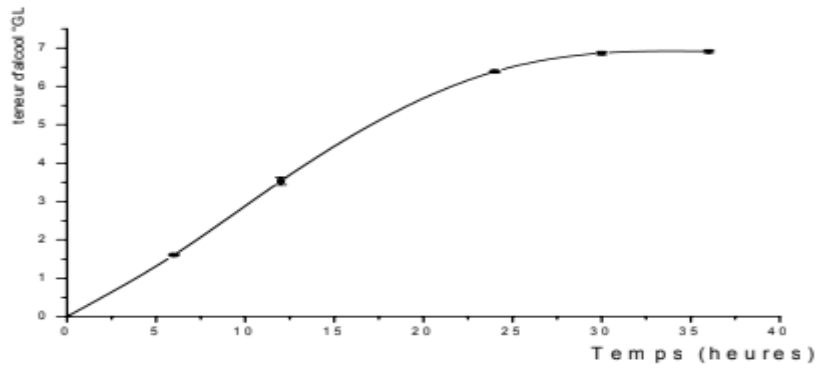


Figure N° 24 : Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes Degla-Beida par *S. cerevisiae*. (BOUGANOUN ;1998).

IV.1. 3. Evolution de Brix : Les résultats sont représentés dans les figures suivantes :

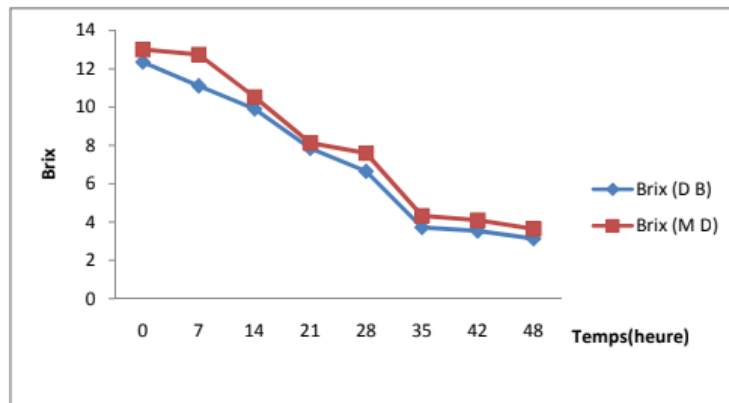


Figure N° 25 : Evolution du Brix aux cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes (MechDegla, Degla Beida) par *S. cerevisiae* (KAHINA ;2011).

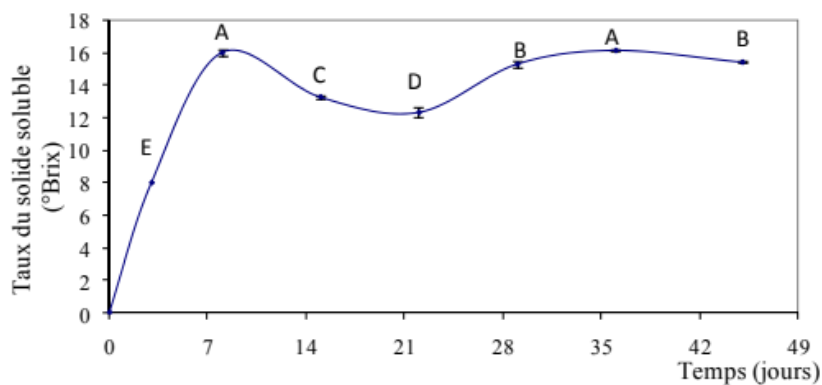


Figure N° 26 : Evolution du °Brix au cours de la fermentation traditionnelle des dattes de variété Degla-Beida. (BOUKHIAR ;2009).



Le Brix n'indique pas la teneur totale en sucre pendant le processus de la fermentation, la stabilisation du Brix indique la fin de la fermentation.

- BOUKHIAR (2009) rajoute que la diffusion du sucre de datte vers le milieu extérieur (moût) est lente, ce qui se traduit par une forte variation du °Brix au bout du 8ème jour. De plus, une vitesse de diffusion lente facilite l'adaptation des micro-organismes (levures) aux changements de concentration du milieu, tandis que les moisissures ont une adaptabilité plus prononcée aux fortes fluctuations de concentration du milieu extérieur (BOURGEOIS et LARPENT, 1996).

Aussi il constate une diminution du °Brix (8ème au 21ème jour), ce qui indique finalement une activité métabolique importante (relative à l'évolution de la teneur en alcool produit). Dans cette phase, le taux de diffusion du sucre est inférieur à celui de la consommation.

Autour de 21ème au 32ème jour et sous l'effet inhibiteur des niveaux d'alcool et de CO<sub>2</sub>, la consommation de sucre diminue : par conséquent, le °Brix total augmente.

Par contre à partir du 32ème jour ; le °Brix est relativement stable ce qui peut être expliqué par une faible consommation des sucres par les (levures) malgré la disponibilité du sucre.

#### IV.1. 4. Croissance de *Saccharomyces uvarum* :

- BOUGANOUN (1998) a trouvé dans son étude : la phase de latente est de 5 h. Cependant les taux de croissance sont différents: 0,156 h<sup>-1</sup> pour le jus enrichi et 0,13 h<sup>-1</sup> pour le jus non enrichis.

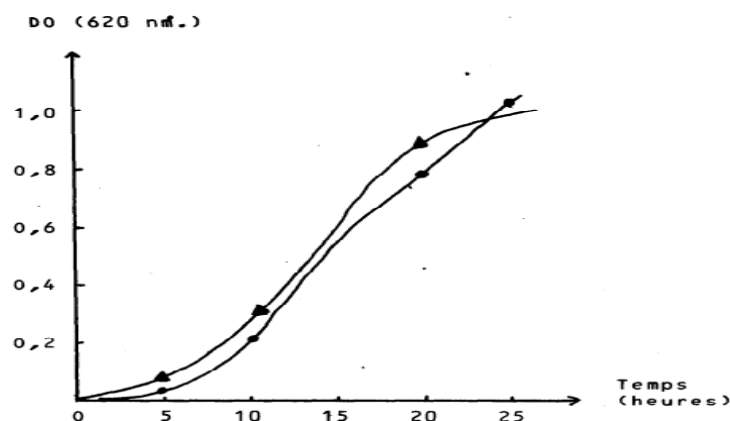


Figure N° 27 : Croissance de *Saccharomyces uvarum*. (BOUGANOUN ;1998).

#### IV.1. 5. Croissance de *Saccharomyces cerevisiae* :

➤ Par ailleurs CHIBI et al (2016) ; dans l'étude de la cinétique de la levure *Saccharomyces cerevisiae* isolée de Degla Beida et Mech Degla constatent les résultats suivants :

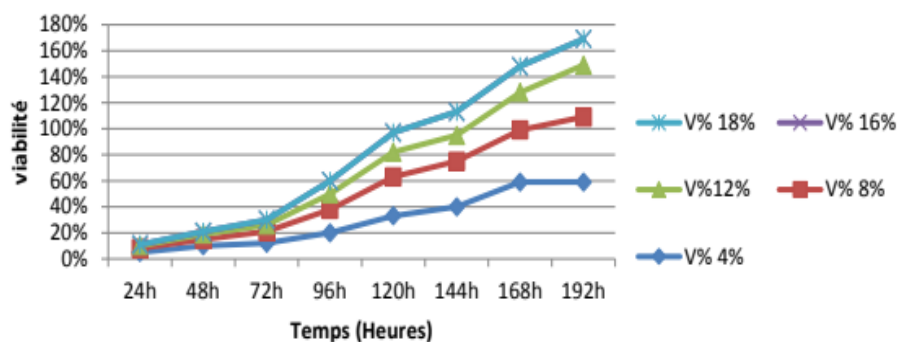
- Diminution de la concentration de glucose dans le milieu de culture, puisque le glucose est considéré comme une source d'énergie pour la levure dans le milieu de culture ( Degla Beida ).
- Augmentation de dénombrement cellulaire (DC) au microscope sur le milieu.
- Augmentation de la matière sèche et la densité optique (l'activité cellulaire dans le milieu de culture est lente). Pour la variété Mech Degla matière sèche est 0,009g/L.
- Dans la résistance de la *Saccharomyces cerevisiae* isolée de Degla Beida à l'éthanol :

(L'éthanol 80% avec un pH=3,2 et une température T=25°C).

**La phase de croissance** exponentielle pendant les jours 4, 5 et 6, lorsque le taux de croissance est à son maximum, avec une chute rapide du glucose, qui arrive jusqu'à 3g/L dans le 6ème jour. En ce qui concerne de la moyenne de la matière sèche augmente jusqu'à 0,14g/L

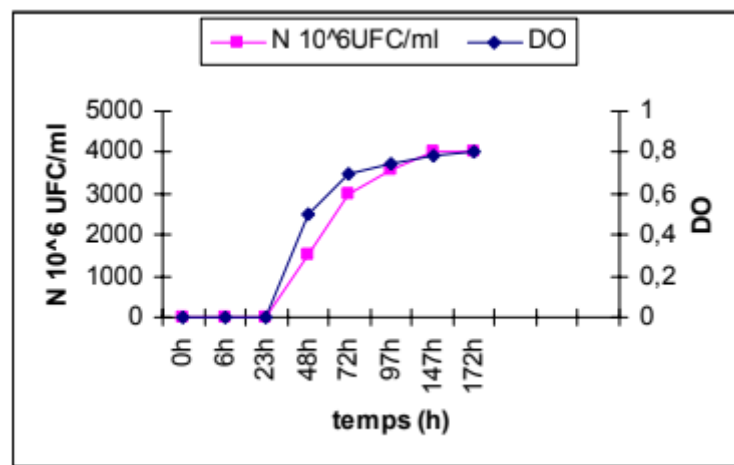
**La phase stationnaire** pendant le 7ème et le 8ème jour Arrêt de la croissance, ce qui prouve l'arrêt de la reproduction cellulaire. En peut dire que La *Saccharomyces cerevisiae* isolée de l'extrait de Mech Degla, se développe dans un milieu à pH=4 et une température de 35°C et elle ne résiste plus à l'éthanol.

La courbe représente la Viabilité de *S. cerevisiae* isolée de Degla Beida à différentes concentrations d'éthanol (pH=3,2 et T=25°C).



**Figure N° 28** : Viabilité de *S. cerevisiae* isolée de Degla Beida à différentes concentrations CHIBI et al (2016)

- Toujours dans la croissance des levures ; EJEMNI et MEJRI(2006) ont trouvé les résultats suivants :



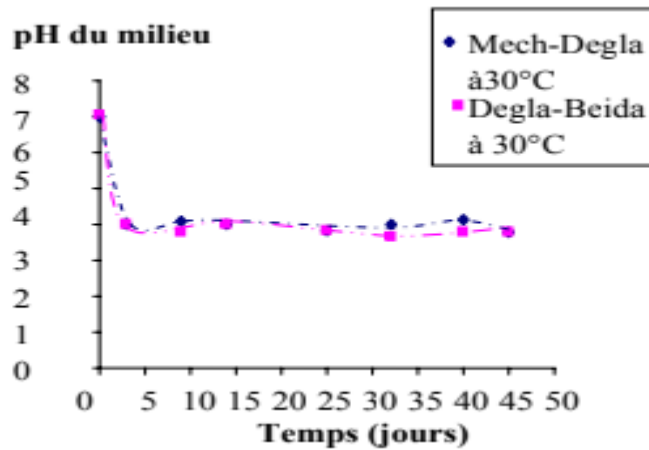
**Figure N° 29:** La biomasse des levures en fonction du temps (EJEMNI et MEJRI ; 2006).

Ces courbes présentent la forme d'une courbe de croissance classique avec une phase de latence, une phase d'accélération, une phase exponentielle, une phase stationnaire et une phase de latence où la forte teneur en éthanol inhibe la croissance des levures.

## IV. 2. Résultats et discussion de la fermentation acétique :

### IV.2.1. pH :

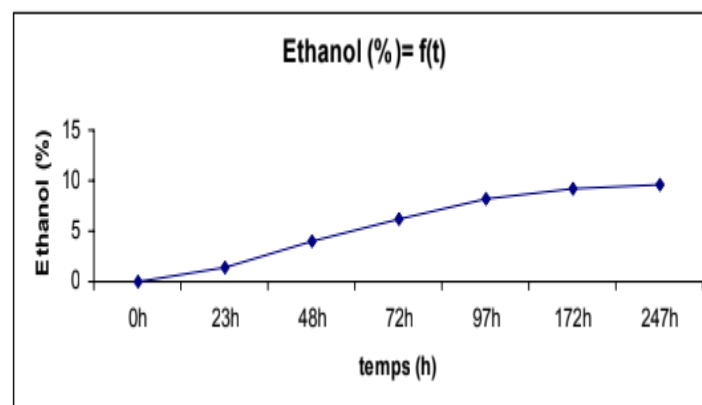
- OUARAB (2011) ; montre que la valeur du pH chute à 3,5 dans les variétés « Mech Degla » et à 3,7 dans les variétés «Degla Beida », cette baisse étant due à la production d'acide acétique. La diminution du pH reflète l'activité des bactéries acétiques.
- D'après BENAHMED *et al.*, (2012) ; notent que l'étude de la fermentation à 25°C dans le cas de MechDegla montre qu'au 25<sup>ème</sup> jour de fermentation (meilleur cas) le titre alcoolique ne dépasse pas 0, le même jour l'acide acétique ne dépasse pas 1.5g/100ml.



**Figure N°30 :** Evolution du pH en fonction du temps et de la variété de dattes. BENAHMED et al., (2012).

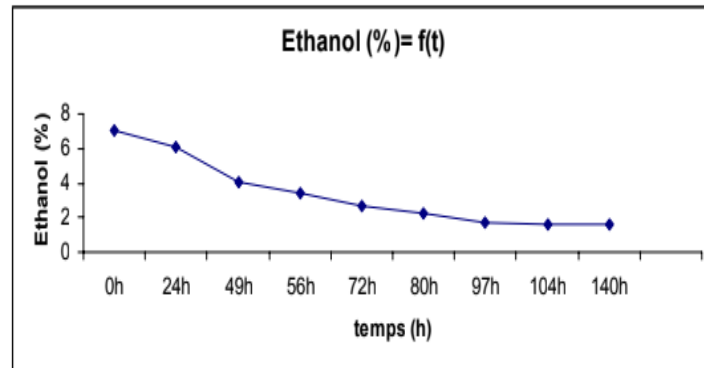
#### IV.2.2. Taux d'alcool :

- La teneur en alcool dans le travail d'OUARAB (2011) est de 1,9° g/L pour "Mech Degla" et de 1,7°g/L pour "Degla-Beida". Il est connu qu'une teneur en alcool supérieure à 40 g/l a un effet inhibiteur sur la croissance des bactéries acétiques.
- Par contre et la fin de la fermentation acétique dans les travaux d'EJEMNI et MEJRI (2006), ils ont obtenu un rendement en alcool de 43.29% des sucres fermentés.



**Figure N°31 :** Courbe de croissance d'éthanol en fonction du temps (EJEMNI et MEJRI ; 2006).

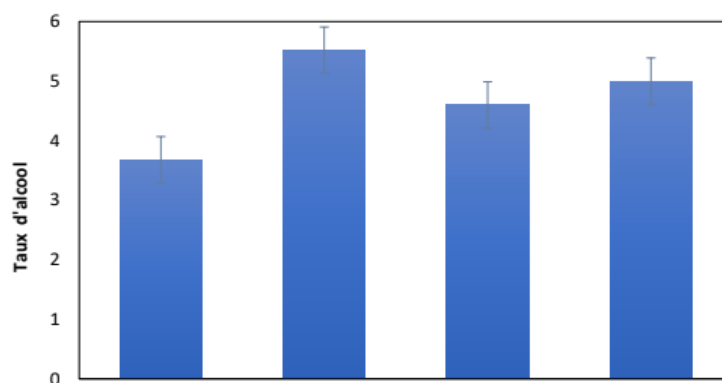
L'éthanol est le substrat à partir duquel on peut obtenir le vinaigre. C'est la source d'énergie pour la croissance des bactéries acétiques. A la fin de la fermentation acétique, nous avons obtenu une teneur en éthanol résiduel de 1.6% comme la montre la figure suivante :



**Figure N° 32:** Courbe de consommation d'éthanol en fonction du temps. EJEMNI et MEJRI(2006).

- D'après LAOUAR et *al.*, (2021) ; l'analyse de l'alcool dans les vinaigres ; sont de  $0,982 \pm 0,0001\%$  pour le vinaigre de Tinissine. Dans le cas de la vinaigrerie, les quantités d'alcools résiduels peuvent avoir des actions sur les levures, en les affaiblissant ou arrêter leur croissance, et de même sur les bactéries.

L'analyse de tous les vinaigres révèle des quantités d'éthanol plus ou moins élevées, allant de 3,68 à 5,52 g/L (Figure 33).



**Figure N°33 :** Représentation de dosage d'alcool. (LAOUAR ET *al* ;2021).

Les concentrations d'alcool non transformées 3.68 à 4.90 se paraissent trop importantes et peuvent inhiber le développement des micro-organismes.

La teneur en alcool est de 3 (valeur maximale atteinte au 3ème jour pour Mech-Degla) et 4 (valeur maximale atteinte au 14ème jour pour Degla-Beida).

#### IV.2.3. Teneur en acide acétique :

- Dans l'étude de OUARAB (2011) ; l'acide atteint une concentration de 3,9% (39 g/l) pour "MechDegla" et 4,1% (41 g/l) pour "Degla Beida", ce qui est inférieur à la norme recommandée par le Journal Officiel de la République Algérienne, au moins 50 grammes par litre.

Cette non-conformité du produit fini peut s'expliquer par la sensibilité des bactéries acétiques et la volatilisation possible de l'alcool qui diminue par conséquent le rendement en acide acétique.

- L'analyse de BENAHMED ; montre que pour deux variétés de dattes, la teneur en acide acétique est d'en moyenne 4g/100ml au 45ème jour.

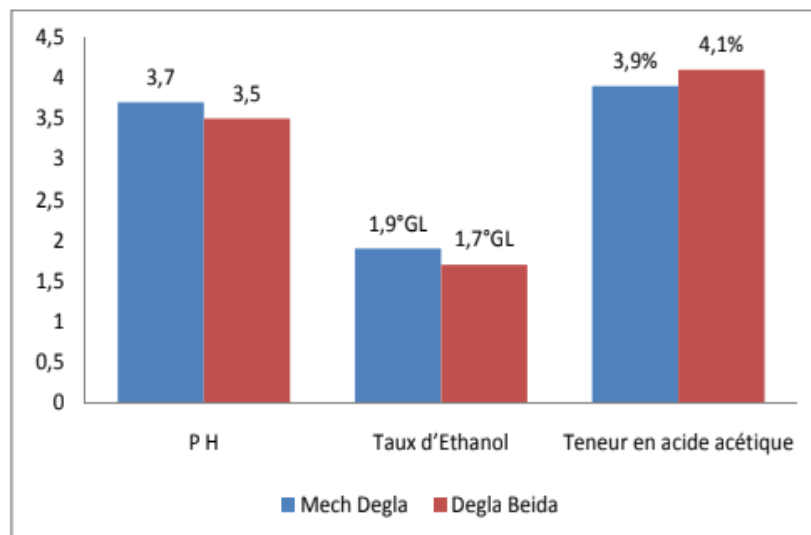
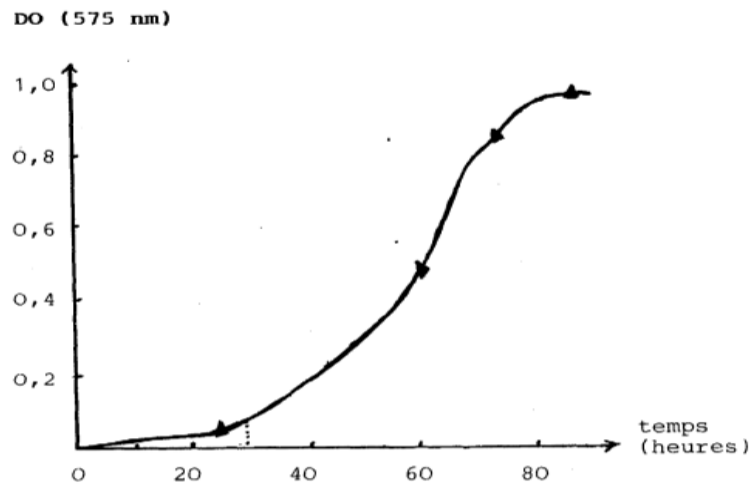


Figure N° 34 : L'analyse globale du produit fini après 72 heures (OUARAB ; 2011).

#### IV.2.4. Croissance des bactéries acétiques :

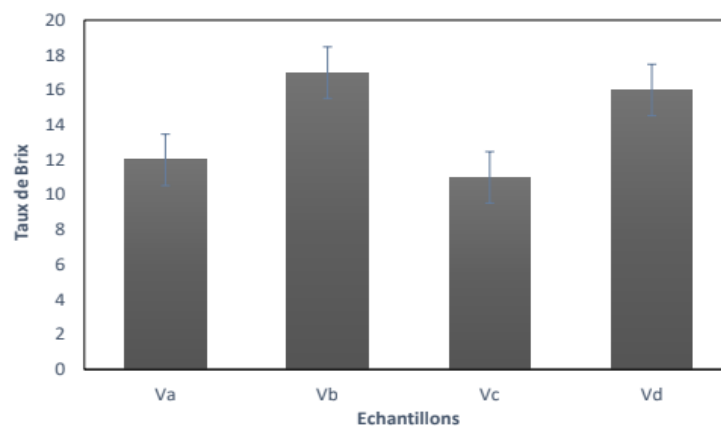
- BOUGANOUN (1998) ; a étudié la fermentation acétique en analysant la croissance des bactéries acétiques isolées. Ces dernières s'adaptent parfaitement au vieillissement. Cependant, comme on peut le voir sur la figure N° 35, la période de latence est relativement longue (32 heures) ainsi que le temps de génération (34 heures 30 minutes). Le taux de croissance est faible. 0,02 hl.



**Figure N° 35 :** Croissance des bactéries acétiques sur le vinaigre de dattes fermenté (BOUGANOUN ; 1998).

#### IV.2.5. Taux de solides solubles :

- LAOUAR *et al.*, (2021) ; présentent les résultats de taux de solide soluble (Brix) de vinaigre dans la figure N° 36. Le taux du solide soluble (TSS ou ° Brix) de vinaigre des dattes étudiées est entre 11 et 16 % .



**Figure N° 36:** Représentation de la valeur moyenne du taux de Brix. LAOUR *et al.*, (2021).

Ces valeurs Brix apparaissent très faibles et très différentes de celles rapportées par les normes et standards actuels.

- Par contre DJAFRI *et al.*, (2021) ; donnent des taux élevés (55.16%) enregistré pour la variété Tinissine

## *Conclusion générale*



### Conclusion générale

L'objectif de notre mémoire consiste à l'étude différentes méthodes d'extraction du vinaigre de dattes, par la méthode de double fermentation, à partir des 3 variétés des dattes.

La synthèse des différents travaux consultés de la partie expérimentale de notre travail, montre que l'étude de quelques paramètres physico-chimiques donne des résultats qui consistent en : différence de la méthode d'extraction du vinaigre affectée par la double fermentation alcoolique et acétique.

Nous avons trouvé l'évolution du pH durant la fermentation alcoolique présente un pH acide. Ces valeurs de pH sont défavorables pour le développement des microorganismes pathogènes. On observe que la production d'alcool est pratiquement nulle durant cette période avec une forte variation du °Brix.

Par ailleurs dans l'étude de la cinétique de la levure *Saccharomyces cerevisiae* isolée on remarque une diminution de la concentration de glucose dans le milieu avec une augmentation de la matière sèche et la densité optique.

D'autre part, et après les résultats de l'évolution de la fermentation acétique on a : une diminution du pH (reflète l'activité des bactéries acétiques), et un taux d'alcool très élevé permettant la croissance des bactéries acétiques. L'acide acétique atteint une concentration faible s'explique par la sensibilité des bactéries acétiques, avec un taux de croissance est faible. Les résultats de taux de solide soluble (Brix) très faibles aussi.

De ce fait ; nous concluons que la meilleure méthode d'extraction du vinaigre est la méthode physico-chimique mais avec des précautions à prendre lors de l'utilisation des produits chimiques, en particulier à des concentrations élevées.

Finalement, d'autres travaux et études peuvent être suggérés pour étudier d'autres aspects des méthodes de l'extraction du vinaigre dans le but de les développer et d'optimiser l'utilisation des dattes.

## Bibliographie

- A.LESPOGNOL. (1975). *Chimie des médicaments*. Paris: Ed entreprise moderne d'édition Tom 3.
- ABDLLAH, A. B. (1990). *La phoeniciculture Option Méditerranéennes, Sér. A 1n O 11, les systèmes agricoles caséine*.
- ALGERIENNE, J. O. (2002). N 36.
- AMARA ., B. Y. (2005). *Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques de vinaigre traditionnel de dattes (variété hamraya) de cuvette d'Ouargla Mémoire DES*. Univ d'Ouargla.
- AMORSI, G. (1975). *Le palmier dattier en Algérie*. Tlemcen: Ed : Tlemcen.
- ARAB ., G. K. (2003). *Contribution à l'étude des caractéristiques physicochimiques et Biochimiques du vinaigre traditionnel de dattes de cuvette d'Ouargla: vertu thérapeutiques. Mémoire DES*. Univ d'Ouargla.
- BARREVELED, W. (1993). *Date Palm Products. FAO, Agricultural services, Bulletin N°101, FAO*. Rome.
- BENCHELAH, A. e. (2006). *les dattes de la préhistoire à nos jours. phytothérapies ethnobotanique springer (vol 6)*.
- BOUGHNOU. (1988). *Essai de production de vinaigre à partir de déchets de dattes.Thèse magister*. Alger: INA. El- Harrach.
- BOUKHIAR. (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*. Boumerdés: Université M'Hamed Bougara.
- CANADA, A. (. (2007). *le marché du vinaigre, possibilité pour les exportateurs canadiens de vinaigre. Agriculture et Agroalimentaire*.
- Chib.i, S. ((2016)). *Etude des parametres environnementaux sur la croissance de "Saccharomyces Cerevisiae" isolee de rebuts de dattes. Algerian Journal of Environmental Science and Technology , Vol.2. No3. , December*.
- CHIBANE, H. (2008). *Aptitude technologiques de quelques variétés communes des dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé. Thèse doctorat*. boumerdes: Université M'hamed Bougara.
- Chibi, S. ((2016)). *Etude des parametres environnementaux sur la croissance de "Saccharomyces Cerevisiae" isolee de rebuts de dattes. Algerian Journal of Environmental Science and Technology , Vol.2. No3. , December*.
- Chibi, S:. ((2016)). *Etude des parametres environnementaux sur la croissance de "Saccharomyces Cerevisiae" isolee de rebuts de dattes. Algerian Journal of Environmental Science and Technology , Vol.2. No3. , December edition*.
- DAHMANI ., R. (2009). *Etude comparative des caractéristiques physico-chimique de différentes types de vinaigres :le vinaigres traditionnel de dattes(Deglet Nour, Degle Beida , Tacherwit), Vinaigre de pommes et vinaigre vendu en épicerie*.

- DECLOX, M. (2008). *Procédés de transformation en sucrerie (partie 1)*. Techniques l'ingénieur, traité Agroalimentaire F6150.
- DJERBI, M. (1994). *Précis de phoeniciculture FAO*.
- ESTANOV, P. (1990). *note technique: valorisation de la datte option Méditerranéennes , les systèmes Agricoles Oasiens*. séries: Ed irfa-CIRADfrance.
- FOLLMAN, H. (1983). *Acetic-Acid*.
- GRELON. (2005). *Les bienfaits du vinaigre*. Paris: Ed, vercchi.
- HATEM, Z. (2020). Contribution à l'amélioration des techniques de production du vinaigre des dattes. *Contribution à l'amélioration des techniques de production du vinaigre des dattes* . Biskra: Université Mohamed Kheider.
- KAHINA, B. H. (2011). ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DE DEUX VARIETES DE DATTES « MECH DEGLA » ET « DEGLA BEIDA ».ESSAI DE FABRICATION DE VINAIGRE. *ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET PHYSICOCHIMIQUES DE DEUX VARIETES DE DATTES « MECH DEGLA » ET « DEGLA BEIDA ».ESSAI DE FABRICATION DE VINAIGRE* . Blida: Saad Dahlab.
- KARIMA, A. S. (2017). Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété Tinissine de la région d'El Oued. *Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété Tinissine de la région d'El Oued* . El-Oued: université Hamma Lakhdar.
- Karima., A. S. (2017). Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété Tinissine de la. *Caractérisation de quelques paramètres physico-chimiques et biochimiques du vinaigre de datte de la variété Tinissine de la* . el-oued: université hamma lakhdar.
- LARPENT, B. (1996). *microbiologie alimentaire: aliments fermentés et fermentations alimentaires (tom 2)* . édition techniques et documentations.
- MATALLAH, M. (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.
- Matheis, W. B. (1995). *Vinaigre de fermentation. Manuel Suisse des Denrées Alimentaires [MSDA]*.
- MUNIER. (1973). *Le palmier dattier*. Paris: Maison neuve et larose.
- N. CHAIRA, f. A. (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).
- NADJET, B. (2018). Etudes des caractéristiques physicochimiques, biochimiques et activité antioxydante de quelques. *Etudes des caractéristiques physicochimiques, biochimiques et activité antioxydante de quelques* . ghardaia: université Ghardaia.
- OULD EL-HADJ, M. S. (2001). *Qualité hygiénique et caractéristique physico-chimique du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes d'Ouargla*. *Revue Energie Renouvelable : Production et valorisation-Biomasse*.
- PIERRE. (2008). *Vertus bienfaites du vinaigre saharien issu de la datte et du vinaigre traditionnel de dattes*. Mémoire DUES . Université d'Ouargla.

- REMES, C. (2008). Sucres simples purifiés versus sucres des fruits, ont-ils mêmes effets métaboliques. *Journal of physiothérapies* (6), 91-95.
- Retima, L. (2015). *Caractérisation morphologique de quelques cultivars du palmier dattier dans la région de Foughala. Mémoire Magister en science agronomique non publié*. Batna: Université Elhadj Lakhdar.
- SEBIHI. (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 d'Ouargla.
- SEBIHI, .. (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. Ouargla: Université Kasdi Merbah.
- SEDRA, M. (2003). *Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis du maroc Technique phoenicicoles et création d'oasis*. Maroc: Institut national de recherche en agronomie (INRA), Rabat-Instituts Maroc.
- SIHEM, A. R. (2019). Valorisation des dattes sèche par la fabrication d'un sirop et leur caractérisation physico-chimiques et microbiologiques. *Valorisation des dattes sèche par la fabrication d'un sirop et leur caractérisation physico-chimiques et microbiologiques*. djijel: université Med Seddik Ben Yahia.
- TIRICHINE, H. (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*. Orane: Université d'Orane Senia.
- TOUTAIN, G. (1979). *Eléments d'agronomie saharienne : de la recherche au développement*. Paris: Ed. JOUVE.
- Yassine, N. (2007). Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Boumerdes: Université M'Hamed Bouguerra.
- YASSINE, N. (2007). Caractérisation physico-chimique comparative des deux principaux tissus constitutifs de la pulpe de datte Mech-Degla. Boumerdes: Université M'Hamed Bouguerra.

## المخلص

يحتل إنتاج التمور حيزا هاما في الزراعة الجزائرية حيث تحظى اصناف التمور مش دقلة ودقلة بيضاء بشعبية كبيرة في منطقة جنوب شرق الجزائر يخلق محتواه العالي من السكر بيئة مواتية لنمو الخميرة وتطورها في صناعة خل التمور يتم خلط التمور بكمية مناسبة من الماء مع التسخين عند درجة حرارة تزيد عن 70 درجة مئوية وتعتمد هذه الدراسة التركيبية على طرق استخلاص الخل من نخيل التمور و يتضح ان الخل المدروس يتميز برقم هيدروجيني حمضي بين 3,90 و 4,00(%) مش دقلة و تركيز الايثانول 70 مل لتر لكل من الصنفين مع تبيان قوي في درجة النقاوة انخفاض حركية الخميرة المعزولة بعد اجراء عمليات الاسينات يظهر الخل حموضة بين 3,5 في اصناف مش دقلة والى 3,7(%) فيما يخص نوع الدقلة البيضاء اما محتوى الكحول فتراوحت نسبته ب 1,9° لنوع مش دقلة و 1,7° للنوع دقلة البيضاء اما حمض الاستيك وصل تركيزه الى نسبة 3,9(%) لمش دقلة و 4,1(%) للدقلة البيضاء تمت محاولة صنع الخل من لب التمور عن طريق التخمير المزدوج الحمضي والكحولي لم تتمكن من صنع الخل بسبب الصعوبات التي واجهناها في تخمير الاستيك ولكن لا يزال الموضوع محل دراسة

الكلمات المفتاحية: خل ، تمر ، ميكانيكية قلة ، دقلة بيضا ، تخمير مزدوج ، تثمين التمور

## Résumé

La production des dattes occupe un espace important dans l'agriculture algérienne, les variétés de dattes Mech Degla et Degla Beida du genre (*Phoenix dactylifera L*) sont très répandues dans la région de Sud-Est de

l'Algérie (Biskra). Sa richesse en sucre crée un environnement favorable à la croissance et au développement des levures. Dans la fabrication du vinaigre de dattes, les dattes sont mélangées avec une quantité appropriée d'eau avec chauffage à une température supérieure à 70°. Cette étude synthétique se base sur les méthodes de l'extraction des vinaigres du palmier dattier (*Phoenix dactylifera L.*). On montre que les vinaigres étudiés se caractérisent par un pH acide entre 3,90 Degla Beida, 4,00 Mech Degla avec La concentration en éthanol 70 ml/l pour les variétés Mech-Degla, Degla-Beida, avec une forte variation du °Brix. Une diminution de la cinétique de la levure *Saccharomyces cerevisiae* isolée. Après acétification réalisé, le vinaigre présente une acidité la valeur du pH chute à 3,5 dans les variétés Mech Degla et à 3,7 dans les variétés Degla Beida, et la teneur en alcool est de 1,9° GL pour Mech Degla et de 1,7° GL pour Degla Beida, et teneur en acide acétique atteint une concentration de 3,9% (39 g/l) pour Mech Degla et de 4,1% (41 g/l) pour Degla Beida. Puis on a essayé de fabriquer le vinaigre à partir de la pulpe de datte par une double fermentation (alcoolique, acétique), on n'a pas pu fabriquer le vinaigre à cause des difficultés qu'on a rencontré dans la fermentation acétique mais reste ce sujet intéressant pour d'autres recherches.

**Mots clés :** Vinaigre, Datte, Mech Degla, Degla Beida, Double fermentation, Valorisation des dattes.

### Summary

The production of dates occupies an important space in Algerian agriculture, the varieties of dates Mech Degla and Degla Beida of the genus *Phoenix dactylifera L* are very popular in the region of South-East of Algeria (Biskra). Its high sugar content creates a favorable environment for the growth and development of yeasts. In the manufacture of date vinegar, dates are mixed with an appropriate amount of water with heating at a temperature above 70°. This synthetic study is based on the methods of extracting vinegar from the date palm (*Phoenix dactylifera L.*). It is shown that the vinegars studied are characterized by an acid pH between 3.90 Degla Beida, 4.00 Mech Degla with the concentration of ethanol 70 ml/l for the varieties Mech-Degla, Degla-Beida, with a strong variation of the ° Brix. A decrease in the kinetics of the isolated *Saccharomyces cerevisiae* yeast. After acetification carried out, the vinegar exhibits acidity the pH value drops to 3.5 in Mech Degla varieties and to 3.7 in Degla Beida varieties, and the alcohol content is 1.9° GL for Mech Degla and of 1.7° GL for Degla Beida, and acetic acid content reaches a concentration of 3.9% (39 g/l) for Mech Degla and 4.1% (41 g/l) for Degla Beida. Then we tried to make the vinegar from the date pulp by a double fermentation (alcoholic, acetic), we could not make the vinegar because of the difficulties we encountered in the acetic fermentation but remains what interesting topic for further research.

**Key words:** Vinegar, Date, Mech Degla, Degla Beida, Double fermentation, Valorization of dates.