

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université M'HAMED BOUGARA Boumerdès.

Faculté Des Sciences de L'Ingénieur

Département de Technologie Alimentaire

Laboratoire de Technologie Alimentaire

MEMOIRE DE MAGISTER

Pour l'obtention du titre de Magister en Technologies Alimentaires

Option : Génie Alimentaire.

Thème:

**ETUDE ET OPTIMISATION D'UN PROCESSUS DE
FABRICATION TRADITIONNELLE DU VINAIGRE A PARTIR
DE DEUX VARIETES DE DATTES COMMUNES CULTIVEES
DANS LE SUD ALGERIEN.**

Présenté par :

M^{lle} BENAHMED DJILALI ADIBA

Ingénieur d'Etat en Technologie Alimentaire (Boumerdès)

Devant le jury:

Madame FAZOUANE FETHIA

Monsieur MADANI KHOUDIR

Monsieur BENAMARA SALEM

Monsieur NOURI L'HADI

Monsieur BENRACHEDI KHALED

Maître de conférences (UMBB)

Maître de conférences (Univ.BEJAIA)

Maître de conférences (UMBB)

Maître de conférences (UMBB)

Maître de conférences (UMBB)

Présidente

Examineur

Examineur

Examineur

Rapporteur

Boumerdès 2007

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été réalisé au laboratoire de recherche de technologie alimentaire du département de Génie alimentaire à l'Université de Boumerdès.

Je tiens tout d'abord à exprimer ma profonde reconnaissance et mes chaleureux remerciements à Mr K. BENRACHEDI, Maître de conférences et à Monsieur S.BENAMARA, Maître de conférences à l'Université de Boumerdès pour leur générosité, et la qualité de leur conseils et avis sur les travaux que j'ai mené, qui m'ont guidée et orientée tout au long de la réalisation de mon travail en prodiguant leurs conseils précieux et leurs encouragements.

Je tiens à remercier madame F. FAZOUANE professeur à l'Université de Boumerdès, pour l'honneur qu'elle m'a fait en acceptant de présider le jury de ma soutenance.

Mes remerciements sont adressés à :

Monsieur K. MADANI Maître de conférences à l'Université de BEJAIA ;

Monsieur L. NOURI Maître de conférences à l'Université de Boumerdès;

Madame F. RAHMA responsable du département de génie de l'environnement à l'IAP à BOUMERDES ; pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'examiner ce travail.

Mes remerciements vont également à madame DJ. ANNOU chargée de cours à l'Université de Boumerdès, monsieur BENCHABAN chargé de cours à l'Institut National Agronomique, madame A.NADIR .Chef de service au laboratoire de l'unité EPBR à Régahia et ces collègues (NADIA, Mr TAREK... pour leur aide.

Ma reconnaissance va également à monsieur DJALAL, chef du service milieux de culture de l'Institut Pasteur à Alger.

Je tiens à remercier aussi mesdemoiselles N. LARDJANE, D. ATEK, OUMESSAAD ALI, L. HADERBACHE, A.HARATH, K.BEAVOGUI, A. AIT WAKLI Z.BELKBIR, N. HACHEMI, Messieurs K. ARIB, M. TIGHIDAT, ATMAN pour leurs précieuses aides.

Un grand merci à l'ensemble des enseignants et étudiantes et tous les travailleurs du laboratoire que j'ai pu côtoyer durant ces années passées au laboratoire pour leur bonne humeur et leurs compétences.

A toutes les personnes qui m'ont aidé à la réalisation de ce mémoire.

Merci

Sommaire

Sommaire

I-INTRODUCTION	1-2
CHAPITRE I : LE PALMIER DATTIER ET LES DATTES COMMUNES.	
I-1-Généralités sur le palmier dattier.	3
I-2-Définition et intérêt des dattes communes.	4
I-3-Catégories de dattes communes.	4-5
I-3-1-les dattes primeurs et les dattes fraîches.	
I-3-2-Les dattes molles.	
I-3-3-Les dattes sèches.	
I-4-Composition chimique des dattes.	5-6
I-5-Production nationale des dattes communes.	6-9
I-6-Les pratiques de conservation et de transformation des dattes en Algérie.	9
CHAPITRE II : GENERALITES SUR LE VINAIGRE.	
II-1-Historique.	10
II-2- Définition.	10
II-3-Composition du vinaigre.	11
II-4-Réglementation.	11-12
II-5-Utilisations du vinaigre.	12-13
II-6-Les types de vinaigres.	13
II-7-La fabrication du vinaigre	14-15
II-7-1-Principe chimique.	
II-7-2-Choix du vinaigrier.	15
II-7-3-Technique de fabrication traditionnelle.	16-17
CHAPITRE III : GENERALITES SUR LA FERMENTATION ACETIQUE.	
III-1-Les bactéries acétiques.	18
III-2-Facteurs de croissance des bactéries acétiques.	18-19
III-3-Mécanisme de production d'éthanol à partir du glucose.	19-21
III-4-Mécanisme biochimique de formation d'acide acétique.	21-22

CHAPITRE IV : MATERIEL ET METHODES.

PREMIERE PARTIE : CARACTERISATIONS DES DATTES.

IV-1-Introduction.	23
IV-2-CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE.	24
IV-2-1-Méthodes d'analyse.	24
IV-2-2-Evaluation de la qualité des dattes des deux variétés.	24
IV-3-ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES DATTES.	24
IV-3-1-Dénombrement des germes totaux.	25
IV-3-2-Levures et moisissures.	26
IV-3-3-Les bactéries acétiques.	26
IV-4-ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES DATTES.	26-33
IV-4-1-Détermination du pH.	26
IV-4-2-Détermination de la teneur en eau.	27
IV-4-3-Détermination de la teneur en cendres.	27-28
IV-4-4-Dosage des éléments minéraux.	28
IV-4-5-Dosage de l'acidité titrable.	28-29
IV-4-6-Dosage des tanins.	29-30
IV-4-7-Dosage de la cellulose.	30
IV-4-8-Détermination de la conductivité électrique.	31
IV-4-9-Analyse des sucres :	
A) Détermination de l'extrait sec soluble (degré Brix).	31-32
B) Dosage des sucres réducteurs (glucose).	32-33

DEUXIEME PARTIE : FABRICATION TRADITIONNELLE DU VINAIGRE.

IV-3-Matériels et produit utilisés.	34
➤ Matériel végétal.	
➤ Matériel biologique.	
➤ Produits utilisés.	
IV-4-La méthodologie.	34-35
IV-4-1-Procédé de fabrication traditionnelle du vinaigre.	35
IV-4-2-Elaboration du vinaigre traditionnel.	35-36
IV-4-3-LES ANALYSES BIOCHIMIQUES DU VINAIGRE.	37-40
IV-4-3-1-Détermination du pH.	37
IV-4-3-2-Détermination du taux de solides solubles.	37

IV-4-3-3-Dosage de la matière sèche.	37
IV-4-3-4-Dosage de l'alcool.	37-39
IV-4-3-5-Dosage de l'acide acétique.	39-40
IV-4-4-LES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU VINAIGRE.	40
IV-4-5-LES EXAMENS ORGANOLEPTIQUES DU VINAIGRE.	40
IV-4-6-DETERMINATION DE L'ALCOOL RESIDUEL ET LES ACIDES ORGANIQUES DANS LE VINAIGRE PAR CGMS.	40
IV-4-7-CALCUL DU RENDEMENT EN ACIDE ACETIQUE.	40
39	

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS.

RESULTATS ET DISCUSSIONS DE LA PREMIERE PARTIE..

<i>V-1-CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES DEUX VARIETES DE DATTES</i>	41-42
<i>V-2-RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES VARIETES DE DATTES.</i>	43-44
<i>V-3-RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES DEUX VARIETES DE DATTES.</i>	43-50
V-3-1-Analyse du pH.	44
V-3-2-Détermination de la teneur en eau.	45-46
V-3-3-Détermination de la teneur en cendres.	46
V-3-4-Dosage des éléments minéraux.	46-48
V-3-5-L'acidité titrable.	48-49
V-3-6-Dosage des tanins.	49
V-3-7-Dosage de la cellulose.	49-50
V-3-8-Détermination de la conductivité électrique.	50
V-3-9-Analyse des sucres.	50-51

RESULTATS ET DISCUSSIONS DE LA DEUXIEME PARTIE.

<i>V-4-ESSAI PRELIMINAIRE DE FORMULATION DU VINAIGRE SELON LA METHODE TRADITIONNELLE : APPLICATION A LA VARIETE MECH-DEGLA</i>	52- 56
V-4-1-Analyse de l'alcool.	52-53
V-4-2-Analyse de l'acidité.	53-54
V-4-3-Analyse des sucres.	54-55
V-4-4-Calcul des rendements.	55-56

<i>V-5-EFFET DE L'ISOTHERMIE ET LA VARIETE DE FRUIT SUR LA FORMULATION D'UN</i>	
<i>VINAIGRE BIOLOGIQUE AUX DATTES.</i>	57-70
V-5-1-Analyse du pH.	57-58
V-5-2-L'analyse de l'alcool.	58-59
V-5-3-Analyse de l'acidité.	60-61
V-5-4-Analyse des sucres.	61-63
V-5-5-Paramètres physico-chimiques des vinaigres obtenus.	63-64
V-5-6-Résultats des analyses des éléments minéraux des deux vinaigres.	64
V-5-7-Calcul des rendements.	64-65
V-5-8-Tests organoleptiques.	65-66
V-5-9-Résultats des analyses microbiologiques du vinaigre au cours de la fermentation.	66-67
V-5-10-Analyse des vinaigres et les deux variétés de dattes par CGMS.	67-71
67	
<i>V-6-ETUDE DE L'EFFET DE L'AERATION SUR LA QUALITE DU VINAIGRE.</i>	72-74
V-6-1-Tests organoleptiques.	73-74
Conclusion générale.	75-76
Références bibliographiques.	
Annexes.	

"Liste des abréviations"

NAD : Nicotinamide Adénine Di nucléotide.

NAD⁺ : Nicotinamide Adénine Di nucléotide (sous sa forme oxydée).

NADH+H⁺ : Nicotinamide Adénine Di nucléotide (sous sa forme réduite).

NADPH+H⁺ : Nicotinamide Adénine Di nucléotide (sous sa forme réduite).

NADP⁺ : Nicotinamide Adénine Di nucléotide phosphate (Sous sa forme oxydée).

ATP : Adénosine Tri phosphate.

ADP : Adénosine Di phosphate.

Kg : Kilogramme.

TSS : Taux de solides solubles.

MS : Matière sèche.

TMR : tmar.

ppm : Partie par million.

INRAA : Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.

mg: milligramme.

K Calories: Kilo-Calories.

Liste Des Tableaux

Tableau n°1: Composition moyenne pour 100g net de dattes communes.	6
Tableau n°2: Principales variétés de dattes Algérienne et leurs localisations.	7
Tableau n°3 : Production des dattes communes dans les pays du Maghreb en 2004.	7
Tableau n°4 : Localisation de la production des dattes en Algérie (2001-2002).	8
Tableau n°5: Production de dattes dans la région El-oued en 2006.	9
Tableau n°6 : Les caractéristiques physico-chimiques de l'acide acétique (vinaigre acide)	11
Tableau n° 7 : Les concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres.	12
Tableau n°8 : Caractéristiques morphologiques des deux variétés de dattes.	41
Tableaux n° 9 : Résultats des analyses microbiologiques des dattes (Colonies /ml).	43
Tableau n° 10 : pH des deux variétés des dattes.	44
Tableau n°11 : Teneur moyenne en eau des deux variétés de dattes.	45
Tableau n° 12 : Teneur en eau de quelques dattes d'Algérie.	46
Tableau n°13 : La teneur en cendres des deux variétés de dattes en % de la masse de la pulpe fraîche.	46
Tableau n° 14 : La composition en éléments minéraux des dattes des deux variétés étudiées (mg/100 g de dattes).	47
Tableau n°15 : Valeurs de l'acidité titrable des deux variétés de dattes en g d'acide malique/100 g du produit.	48
Tableau n° 16 : Valeurs des concentrations des tanins des deux variétés de dattes.	49
Tableau n °17 : Teneur de la cellulose des variétés de dattes.	50
Tableau n °18 : La conductivité électrique des dattes des deux variétés.	50
Tableau n ° 19 : Taux de saccharose et de glucose des deux variétés de dattes.	50
Tableau n°20: Conditions opératoires.	52
Tableau n°21 : Valeurs des rendements et la productivité de la fermentation acétique.	56
Tableau n° 22 : Les conditions de la fermentation acétique.	57
Tableau n° 23 : Quelques paramètres physicochimiques des deux vinaigres obtenus.	63
Tableau n°24 : Teneurs en éléments minéraux des deux vinaigres obtenus (mg/l).	64
Tableau n° 25 : Rendements en acide acétique et productivité.	65
Tableau n °26 : Critères organoleptiques des vinaigres de dattes.	66
Tableau n°27 : Résultats des analyses microbiologiques des vinaigres obtenus.	66

Tableaux n°28 : Conditions de l'analyse par CGMS.	68
Tableaux n°29 : Résultats de l'analyse du jus de dattes <i>Degla-Beida</i> par CGMS.	69
Tableaux n°30 : Résultats de l'analyse du vinaigre <i>Degla-Beida</i> par CGMS.	70
Tableaux n°31 : Résultats de l'analyse du vinaigre <i>Mech-Degla</i> par CGMS.	70
Tableau n°32 : Les conditions opératoires le l'essai de l'aération.	72
Tableau n°33 : Résultats physicochimiques des vinaigres obtenus après quatre heures d'aération.	73
Tableau n° 34 : Résultats des tests organoleptiques des deux types de vinaigres.	74

Liste Des Figures

Figure n° 1 : Classification des dattes.	3
Figure n°2 : Protocole expérimental de fabrication du vinaigre.	15
Figure n°3 : Les différentes processus d'obtention du vinaigre.	16
Figure n° 4 : Schéma de la voie d' <i>EMBDEN- MEYERHOF</i> pour le Glucose, Mannose et le Fructose.	20
Figure n°5 : Schéma de la biosynthèse de l'acide acétique.	22
Figure n° 6 : Schéma de l'échantillonnage.	25
Figure n° 7 : Diagramme de fabrication traditionnelle du vinaigre.	35
Figure n°8 : Evolution du taux d'alcool en fonction du temps des deux milieux de fermentation.	51
Figure n°9: Evolution de l'acidité totale pendant le processus de fermentation à 25 et 30°C.	53
Figure n°10 : Evolution du taux de saccharose dans les deux milieux de fermentation.	55
Figure n°11 : Evolution du pH en fonction du temps et de la variété de dattes.	57
Figure n°12 : Evolution du taux d'alcool dans les deux milieux de fermentation.	58
Figure n°13 : Evolution de l'acidité totale en fonction du temps et la variété de dattes.	60
Figure n°14 : Evolution du taux de saccharose dans le milieu de fermentation des deux variétés de dattes.	61
Figure n°15 : Evolution du taux de glucose dans le milieu de fermentation des deux variétés de dattes.	62
Figure n° 16 : Photos des vinaigres des deux variétés de dattes.	65
Figure n°17 : Spectre obtenu par CGMS (Cas du jus de la datte <i>Degla-Beida</i>).	68
Figure n°18: Spectre CGMS. Cas du vinaigre de <i>Degla-Beida</i> Après 45 jours de fermentation.	69
Figure n°19 : Spectre CGMS (Cas du vinaigre de <i>Mech-Degla</i> Après 45 jours de fermentation).	69
Figure n°20 : Le système d'aération adopté.	72

Introduction Générale

Introduction Générale

L'industrie agro-alimentaire génère d'importantes quantités de déchets qui constituent une nuisance certaine pour l'environnement. Ces déchets, riches en matières organiques, peuvent être recyclés et transformés par des procédés biotechnologiques qui constituent une solution de choix pour remédier aux problèmes de pollution.

La palmeraie algérienne, qui représente le pivot de l'écosystème oasien à travers l'importance de sa production, génère à chaque campagne des quantités importantes de déchets. En effet, selon les statistiques du Ministère de l'Agriculture, la production nationale a atteint 387,313 tonnes en 1998 dont 30 à 50 % sont constituées de déchets et des dattes de faible valeur marchande, soit environ 120.000 tonnes qui pourraient être valorisées [1].

Par ailleurs, on assiste à une augmentation de plus en plus sensible des superficies réservées à la *Deglet-Nour* d'où risque de fragilisation du système *phoénicicole*. Au cours de la campagne (2001-2002), la variété *Deglet-Nour* a été considérée comme la meilleure datte de vu qualité en Algérie, de plus, elle jouit d'une renommée mondiale. Elle représente (53,9 %), suivie par celle de *Degla-Beida* (31,8%), de la production totale de dattes [2].

Par cette orientation, nous assistons à une disparition progressive des cultivars dits secondaires. Car il a été constaté que la variété *Deglet-Nour* est très sensible aux maladies et surtout au Bayoud [3].

L'importance des problèmes, a poussé les Nations Unies à lancer un programme pour le développement et le Fonds pour l'environnement mondial a été mis sur pied par les ministères de l'Agriculture du Maroc, de l'Algérie et de Tunisie (2005), dont le but est de sauvegarder les cultivars des dattes communes à faibles valeur marchande [4].

Les dattes de part leur grande richesse en sucres, peuvent servir en tant que matière première en fermentation pour la production de divers métabolites tels que l'alcool, le vinaigre, l'acide citrique, la vitamine B12 et d'autres substances énergétiques.

En effet dans ce domaine, la technologie de la datte et sa valorisation sont très mal exploitées à l'exception de *Deglet-Nour*[5].

Le travail réalisé dans le cadre de cette étude, consiste à une valorisation de deux variétés de dattes communes (*Mech-Degla* et *Degla-Beida*) en vue de l'obtention d'un produit alimentaire largement consommé par notre société. Il s'agit précisément de produire du vinaigre biologique par une technique traditionnelle à partir d'une matière première locale abondante et disponible en quantité non négligeable.

Partie Bibliographique

CHAPITRE:1

"Le palmier dattier et les dattes communes"

LE PALMIER DATTIER ET LES DATTES COMMUNES.**I-1-Généralités sur le palmier dattier:**

Le palmier dattier, monocotylédone pérenne à port arborescent, fut dénommé *Phoenix dactylifera* par Linne en 1753.

Cette dénomination découle de la forme des fruits (dattes) qui se présentent sous forme de doigts (*dactylus* en latin).

Il fait partie de l'ordre du palmales de la famille des *Arecaceae* (*Palmaceae*), qui comprend environ 2600 espèces et qui occupe parmi les monocotylédones, le 4^{eme} rang après les Graminées, les Liliacées et les Orchidées.

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 certain. En effet, il limite la progression des espèces désertiques. De même, il contribue à limiter les dégâts d'ensablement dans les oasis.

La culture du palmier dattier revêt une importance socio- économique certaine particulièrement dans les pays du Maghreb, du Moyen Orient et de l'Asie orientale : c'est ainsi que la datte est considérée comme l'aliment de base des populations des déserts du Moyens Orient [4,6].

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

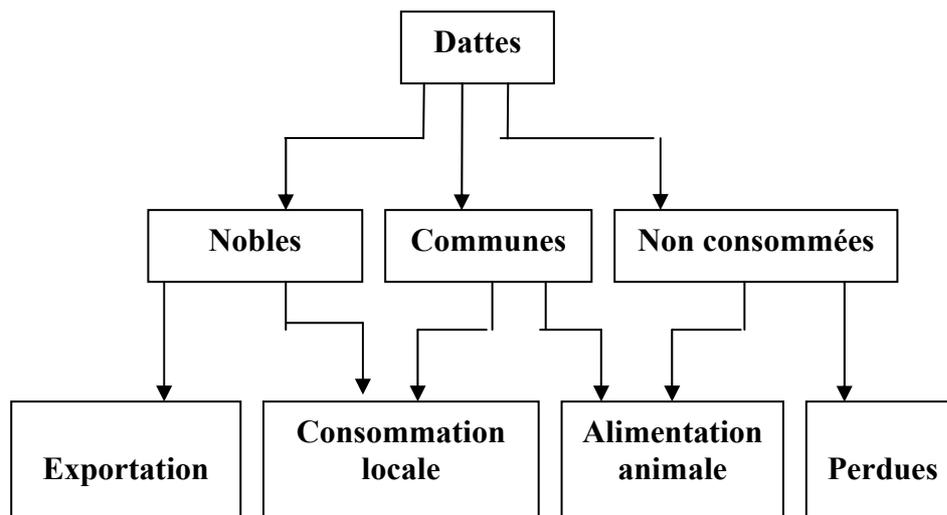


Figure n° 1 : Classification des dattes [7].

I-2-Définition et intérêt des dattes communes [8] :

Dans le domaine commercial, l'appellation « dattes communes » est utilisée pour différencier la *Deglet Nour* du reste de « variétés » et ne s'applique à l'usage qu'aux dattes en provenance de Tunisie et d'Algérie.

A l'origine, ces variétés constituaient la majorité des plantations des oasis des pays de l'Afrique du Nord et sont le résultat d'une sélection naturelle avec une intervention active de l'homme.

Deux facteurs importants ont participé dans le passé, la propagation et a la consolidation de l'importance stratégique de ces palmiers : leur adaptation au milieu naturel et leur capacité à satisfaire un besoin alimentaire de la population saharienne.

- ❖ *Adaptation au milieu naturel* : les dattes communes sont généralement des variétés qui résistent aux parasites et se contentent d'un sol médiocre et mal drainé. Contrairement à la *Deglet Nour*, on la rencontre souvent au bord des drains, dans les zones périphériques du périmètre ou bien occupant des terres pauvres et quelque-fois abandonnées.
 - ❖ *Satisfaction des besoins alimentaires de la population saharienne* : les dattes communes répondaient à des besoins identiques auprès des populations sahariennes de l'Afrique du Nord. Ce produit constitue pour elles en premier lieu, un aliment de base leur permettant de survivre. En second lieu, un moyen d'échange contre des produits de substance complémentaire.
- Ces besoins traduisent de nos jours la réalité des caractéristiques essentielles des dattes communes dans les pays d'Afrique du Nord et permettent de s'inspirer de cet usage pour étudier leur valorisation.

I-3-Catégories de dattes communes :

On distingue trois catégories de dattes communes :

- Les dattes primeurs et les dattes fraîches.
- Les dattes molles.
- Les dattes sèches.

I-3-1-les dattes primeurs et les dattes fraîches :

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

- ✓ Les dattes fraîches englobent les variétés ayant la particularité d'être consommées au stade de maturité Biser. A ce stade, le fruit n'est pas physiologiquement mur, mais se caractérise par un taux élevé en sucre et une faible teneur en tanin. Les dattes fraîches sont présentées à la vente à partir de fin Août.

I-3-2-Les dattes molles :

Sous l'appellation de « dattes molles », figurent les variétés à texture molle, mais de bonne conservation et qui arrivent à terme de la maturité.

Les arbres sont rigoureux et rustiques. Leur production constitue la base de la ration alimentaire des habitants. Cette catégorie de dattes est *Allig* située en Tunisie et *Ghars* en Algérie.

I-3-3-Les dattes sèches :

Sous cette appellation, figurent les dattes communes à texture sèche, à pulpe épaisse et de couleur claire. Elles sont très sucrées (riches en saccharose), non collantes et disposent d'une grande faculté de conservation. Les exemples typiques des ces variétés sont *Degla-Beida* (Algérie), le *Kentichi* (Tunisie) et le *Jihel* (Maroc).

I-4-Composition chimique des dattes :

Les dattes sèches se différencient essentiellement du point de vue du consommateur, par leur texture et par leur valeur nutritive, c'est-à-dire leur composition.

La datte est constituée d'une partie charnue, la chaire ou pulpe et d'un noyau. La proportion noyau / datte entière est une caractéristique d'appréciation de la qualité commerciale.

Le tableau ci- après nous donne la composition moyenne pour 100g de dattes.

Tableau n°1: Composition moyenne pour 100g net de dattes communes [9, 10].

Composants	Quantité (g/100g de dattes communes)
Glucides	69,0
Protides	2,5
Lipides	0,1
Fibres alimentaires	7,1
Les minéraux et oligoéléments	1,5 à 1,8
Eau	70 à 80 dans la datte fraîche et 10 à 40 dans la datte sèche.
Apports énergétiques	287,0 k Calories/ 1200 K Joules.
Vitamines	(mg)
Vitamine C	2
Provitamine A	0,03
B1	0,06
B2	0,10
B3	1,7
B5	0,8
B6	0,15
B9	0,028

En plus de ces constituants, les dattes contiennent des substances colorantes et des substances aromatiques. Pour ces dernières, plusieurs recherches ont prouvé que l'arôme des dattes est dû essentiellement à des composés appartenant à différentes groupes chimiques tels que : les alcools; les cétones et les aldéhydes [11].

I-5-Production nationale des dattes communes :

Les oasis en Algérie sont connues par la richesse de leur biodiversité : diversité variétale chez le palmier dattier. Il en est de même dans les systèmes de cultures. Rien qu'en Algérie, on a implanté plus de 940 variétés [4].

L'Algérien à travers les temps a su maintenir cette biodiversité pour des raisons liées à la fois à sa propre sécurité alimentaire, à son habitat et à sa culture.

On peut distinguer la variété *Deglet-Nour* et les variétés communes (*Chars*, *Degla-Beida*, *Mech-Degla*...) dans le tableau n° 2.

Tableau n°2: Principales variétés de dattes Algérienne et leurs localisations [12].

Variétés	Localisations
<i>Chars</i>	El-Oued, Zibans, Souf, Ouargla, M'Zab, El-Goléa.
<i>Deglet-Nour</i>	El -Oued, Zibans, Souf, Ouargla, M'Zab, El-Goléa.
<i>Mech-Degla</i>	Souf, M'Zab, El-Oued.
<i>Tilemson</i>	Touat, El-Goléa, Tidikelt.
<i>Tin-Nacer</i>	Touat, El-Goléa, Gourara, Tidikelt.
<i>Degla-Beida</i>	El -Oued, Zibans, Souf.
<i>Tazerzzit</i>	M'Zab, Saoura, Tidikelt.
<i>Tegaza</i>	Tidikelt, Touat, El-Goléa, Hoggar.
<i>Temjouhart</i>	El-Goléa, Gourara, M'Zab.
<i>Takerboucht</i>	Touat, Tidikelt.
<i>Tafezouine</i>	El-Oued, Souf, M'Zab.
<i>Tamteboucht</i>	El-Oued, Ouargla, Tidikelt.
<i>Timedouel</i>	El-Goléa, M'Zab.

La production de dattes dans les pays de Maghreb est présentée dans le tableau n° 3.

Tableau n°3 : Production des dattes communes dans les pays du Maghreb en 2004 [8].

Pays	Production <i>Deglet-Nour</i> (Tonne)	Production des dattes communes (Tonne)	Production totale (Tonne)
Tunisie	65000	38000	103000
Algérie	97000	156000	253000
Maroc	-	70000	70000
Totale	162000	264000	426000

D'après les statistiques officielles, les dattes communes constituent la majorité des dattes produites au Maghreb. Elles présentent une importance capitale dans les stratégies de développement des zones oasiennes.

Le tableau ci-dessous n°4 présente la localisation de la production des dattes en Algérie au cours de la campagne (2001-2002).

Tableau n°4 : Localisation de la production des dattes en Algérie en quintaux (2001-2002) [2].

Wilaya	<i>Deglet-Nour</i>	Dattes molles	<i>Degla-Beida</i> et dattes sèches
Adrar	0	0	572000
Laghouat	350	1990	2070
Batna	210	1430	4870
Biskra	<u>769620</u>	<u>134760</u>	<u>292280</u>
Bechar	0	0	94890
Tamanrasset	0	0	47930
Tébessa	4620	4000	1740
DJelfa	250	100	50
M'Sila	0	0	2500
Ouargla	434110	207760	66740
El-Bayadh	0	8750	0
Illizi	90	620	8000
Tindouf	0	500	0
El-Oued	<u>895450</u>	<u>234920</u>	<u>105820</u>
Khenchela	1610	4880	1480
Naama	0	1690	190
Ghardaïa	106000	38600	131400
Totale Algérie	<u>2212310</u>	<u>640000</u>	<u>1331960</u>

Au cours de la campagne (2001-2002), la variété *Deglet-Nour* considérée comme la meilleure datte en Algérie et jouissant d'une renommée mondiale, représente 53,9 %, suivie par celle de *Degla-Beida* 31,8% de la production totale de dattes [2].

Près de 58,14 de la production nationale de dattes provenant des deux wilayas suivantes : El-Oued (29 ,5%) et Biskra (28,6%) [13].

Une production de 1,355 million de quintaux de dattes a été réalisée au titre de la saison agricole (2005-2006) dans la wilaya d'El-Oued selon la direction des services agricoles [1].

Le tableau ci-dessous n°5 présente la production des trois variétés de dattes *Deglet-Nour*, *Chars* et *Degla-Beida*.

Tableau n°5: Production de dattes dans la région El-oued en 2006[14].

El-Oued	<i>Deglet-Nour</i>	<i>Chars</i>	<i>Degla-Beida</i>
Production (Quintaux)	238,725	95,919	76,523

I-6- Les pratiques de conservation et de transformation des dattes en Algérie.

Les habitants de M'Zab ont développé une longue tradition de conservation et de transformation artisanale.

- 1) Le Btana est le mode de conditionnement général de type artisanal. L'opération se limite à un tri simple des dattes, de préférence molles, suivi d'un procédé qui consiste à tremper les dattes dans de l'eau tiède légèrement salée. Ensuite, la masse (avec les noyaux) est fortement pressée dans des sacs en toile jusqu'à l'expulsion de l'air. Dans cette forme, les dattes se conservent jusqu'à deux à trois ans. C'est une réserve alimentaire pour la famille. Suivant la situation d'approvisionnement et financière de la famille, il se peut qu'une de cette réserve soit vendue, à un moment ou à un autre, sur le marché local.
- 2) Les dattes se prêtent à la fabrication de "vinaigre de dattes". Pour y arriver, on maintient en fermentation anaérobie un volume eau/dattes dans un récipient en terre cuit, scellé avec du plâtre pendant 40 jours. Ensuite, la masse est filtrée et on obtient du vinaigre.
- 3) Les dattes sont également utilisées pour fabriquer un jus visqueux, appelé « robb ». Le procédé consiste à faire porter à ébullition dans l'eau des dattes non dénoyautées jusqu'à ce que la couleur du noyau vire au brun foncé. L'ensemble peut être mélangé à des petites galettes de pain, ou bien on sépare le jus de la masse par filtrage ou pressage. Le jus obtenu, ou bien la masse filtrée, peut subir d'autres traitements pour obtenir le résultat voulu, par exemple une sorte de confiture.
- 4) Une transformation utilisée est la fabrication de pâte de dattes. Elle est obtenue à l'aide de moulinage des dattes dénoyautées. La pâte est une matière de base de beaucoup de produits finis qui consistent généralement des mélanges de dattes avec d'autres produits, tels que farine blé, de sorgho, de beurre, de pâte d'amandes etc.

CHAPITRE: JJ

"Génitalités sur le vinaigre"

GENERALITES SUR LE VINAIGRE.

II-1-Historique :

Le vinaigre, malgré son apparence banale est loin d'être sans intérêt reconnaissable à son odeur et son goût piquant. Ce liquide possède une longue histoire qui date de plus de 5000 ans.

Sa découverte est intimement liée à la fabrication de vin dont le vinaigre tire son origine.

En effet, le vin exposé à l'air pendant une certaine période se transformera naturellement en liquide au goût acide : c'est la naissance du vinaigre ou du « vin- aigre ».

En 1822, le Botaniste Persoon, reprenant les idées de Fabroni et de Chaptal, attribue la production de vinaigre au voile qui se transforme à la surface du vin laissé à l'air libre. Croyant être en présence d'un champignon, il lui donne le nom de *Mycoderma Acéti* [15]. Cependant, il faudra attendre Pasteur et son célèbre mémoire sur la fermentation acétique publié en 1864 pour comprendre enfin les véritables mécanismes de son élaboration. Le vinaigre est simplement le produit de l'oxydation de l'alcool par l'oxygène de l'air sous l'action d'un ferment le *Mycoderma Acéti*.

Louis Pasteur identifie scientifiquement les cinq critères indispensables à sa production.

- ❖ Alcool : celui contenu dans le vin, le cidre ou autre boisson alcoolisée.
- ❖ Oxygène : celui de l'air fait parfaitement l'affaire.
- ❖ ferment : *Mycoderma Acéti*, en fait une bactérie qu'on renommera *Acétobacter Acéti* [16].

II-2- Définition :

Le vinaigre est un liquide acide obtenu grâce à l'oxydation de l'éthanol dans le vin, la bière, le cidre et d'autres boissons fermentées.

L'acide tartrique et l'acide citrique se retrouvent en plus faibles concentrations dans les vinaigres naturels [15].

Tableau n°6 : Les caractéristiques physico-chimiques de l'acide acétique (vinaigre acide) [17].

Acide acétique	point de fusion (°C)	Masse volumique (Kg/m³)	Point d'ébullition (°C)	Pression de vapeur (Pa)	Solubilité (eau)
CHO-COOH	16,6	1,0492	117,9	11	Miscible

II-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 de l'eau de dilution.

Par contre, d'autres composés se forment au cours de la fermentation acétique tel que l'acétate d'éthyle qui contribue à la flaveur du vinaigre [18].

Le vinaigre est constitué de plusieurs autres composés tels que :

- Alcool résiduel 0,5 % ;
- Acétate d'éthyle ;
- Composés volatils ;
- Butylène, glycol, acétone.

II-4-Réglementation :

- ❖ En France, l'appellation « vinaigre » est strictement réglementée pour éviter les fraudes, un décret Français [19] stipule notamment que :
- ❖ La dénomination « vinaigre » est réservée aux produits obtenus par le procédé biologique de la double fermentation alcoolique et acétique de denrées et boissons d'origine agricole ou de leurs dilutions aqueuses.
- ✓ La teneur en alcool résiduel des vinaigres est limitée à 1,5 % en volume.
- ✓ La teneur acétique minimale des vinaigres est de 6 g/100 ml.

Selon le Journal officiel de la République Algérienne [2] :

- La teneur totale en acide exprimée en acide acétique des vinaigres de vin est fixée au minimum de 50 grammes par litre. Cette teneur est au minimum de 50 grammes par litre pour les autres vinaigres.

- La teneur totale en acide des vinaigres ne doit pas dépasser la quantité que l'on peut obtenir par fermentation biologique.
- La teneur en alcool résiduel des vinaigres exprimée en volume est limitée à :
 - 1 % pour les vinaigres de vin.
 - 0,5 % pour les autres vinaigres.
- La teneur minimale en extrait sec soluble à l'exclusion des sucres, du sel d'ajout est fixée à 1,3 g par 1000 ml pour 1% d'acide acétique pour les vinaigres de vin et à 2 grammes par 1000 ml pour 1% d'acide acétique pour les vinaigres de vin de fruits.
- Les concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres sont déterminées comme suit.

Tableau n° 7 : Les concentrations maximales des contaminants tolérés dans les vinaigres [20]

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

II-5-Utilisations du vinaigre :

** Les vertus " thérapeutique du vinaigre" :*

Né par hasard, le vinaigre a d'abord été un produit thérapeutique.

Chez les Romains et chez les Grecs, on versait un trait de vinaigre dans l'eau pour en éliminer les impuretés et pour la rendre rafraîchissante.

En 1720, les médecins frictionnent de vinaigre antiseptique les victimes de la grande peste pour les guérir.

Au XVIII siècle, les dames de la cour de Versailles utilisent le vinaigre pour leurs bains, leurs toilettes et leurs soins.

Le vinaigre est un acide, ce qui lui permet d'être un bon détartrant. Il est aussi utilisé comme désodorisant.

On attribue au vinaigre (surtout s'il n'est pas pasteurisé) une multitude de vertus: soulager les piqûres, les brûlures, maux de tête, maux de gorges, de même que les douleurs musculaires [21].

****Utilisation en cuisine:***

Le vinaigre ne contient pas de protéines, pas de matières grasses, pas de vitamines et peu de glucides. Il est très peu calorique.

Il sert de condiment. Il permet d'élaborer vinaigrettes, mayonnaises et moutarde.....

Le vinaigre est un ingrédient essentiel des marinades. Les Babyloniens et les Egyptiens s'en servaient comme agent de conservation et l'aromatisaient avec des herbes.

Il empêche l'oxydation des fruits et légumes. Il est utilisé dans l'industrie de l'alimentation du bétail pour tuer les bactéries et les virus avant la réfrigération.

Le vinaigre donne aux plats une saveur aigre-douce [22].

II-6-Les types de vinaigres :

Actuellement à travers le monde, on fabrique une multitude de vinaigres. Le vinaigre dit d'alcool est celui produit en plus grande quantité.

Dans la plupart des pays Européens il est dénaturé avec du vinaigre d'alcool. Par contre, aux Etats-Unis, il est dénaturé avec l'acétate d'éthyle.

Dans les pays producteurs de vins (France, Espagne, Italie...), on utilise souvent des vins de table de faible degré ou ayant un début de piqueur acétique. On utilise aussi le cidre dans les zones productrices de pommes (Suisse, France, U.S.A) [23].

Le vinaigre de riz produit en Asie est obtenu après saccharification de l'amidon de riz et fermentation alcoolique [24].

Dans les pays anglo-saxons, on produit des vinaigres de malt ou de bière (White 1977). Dans d'autres pays, des vinaigres sont fabriqués à partir de divers jus de fruits fermentés: pamplemousses (Richardson 1970), dattes (Samiullah et Ara 1969), bananes (Adams 1978), citrons (Ochi 1970), noix de coco (Anon 1971) etc.

La production mondiale annuelle de vinaigre (Chine et URSS exclus) en 1985 est estimée à plus de 160.000 T d'acide acétique pur, soit en volume 1600 millions de litres de vinaigre. Il s'agit de la plus importante production d'acide d'origine microbienne.

La production française est de 9871 tonnes d'acide acétique en 1985 [25].

Depuis 1974, la production a peu évolué. La production en Europe est de 5.974.987 hl [26].

II-7-La fabrication du vinaigre :

II-7-1-Principe chimique :

La fabrication du vinaigre repose sur une double fermentation. La première dite alcoolique : les sucres fermentescibles initiaux présents dans la matière première sont transformés en alcool par les levures à la température ambiante pendant quelques jours.

Ces sucres proviennent de différentes sources agricoles (pommes, raisins, betteraves, pommes de terre...).

Les matières premières les plus diverses servent à la fabrication du vinaigre : vin alcool éthylique (vinaigre blanc), cidre à sucre, malt, vin de palme, dattes, oranges, banane, lait de coco.

En fait, tous les aliments susceptibles de produire une fermentation alcoolique peuvent être utile pour faire le vinaigre [27].

Ensuite, l'alcool produit subit une deuxième fermentation dite acétique : l'alcool est transformé en acide acétique.

Pour qu'une fermentation acétique ait lieu trois conditions sont nécessaires :

- 1-Présence d'une bactérie appelée *Acétobacter Acéti*. Cette dernière fixe l'oxygène de l'air sur l'alcool et le transforme en acide.
- 2- Présence d'oxygène utilisé par la bactérie pour la transformation de l'alcool en acide acétique.
- 3-Température comprise entre 25 et 30 °C [28].

Au fur et à mesure que la fermentation acétique se poursuit, ces bactéries vont former à la surface du vinaigre, un voile léger qui va s'enfoncer petit à petit et se transformer en une masse gélatineuse appelée « mère de vinaigre ». Elle n'est qu'un amas de bactéries mortes et de sécrétion cellulosique nuisibles à une bonne fermentation [17].

C'est en fait une sorte de champignon appelé par Pasteur le « mycoderme acétique ».

Dans un vinaigrier, il faut éviter absolument le contact de la mère de vinaigre avec le métal ce qui entraîne la mort de la mère. Il est souhaitable d'utiliser des ustensiles en bois ou en plastique.

Le processus de l'acétification se poursuit jusqu'à l'épuisement du milieu en alcool.

Les seuls additifs autorisés sont : le sel, le sucre, le miel, les aromates et les aromes naturels.

La coloration n'est admise que pour les vinaigres d'alcool et seulement avec du caramel (E 150) [20].

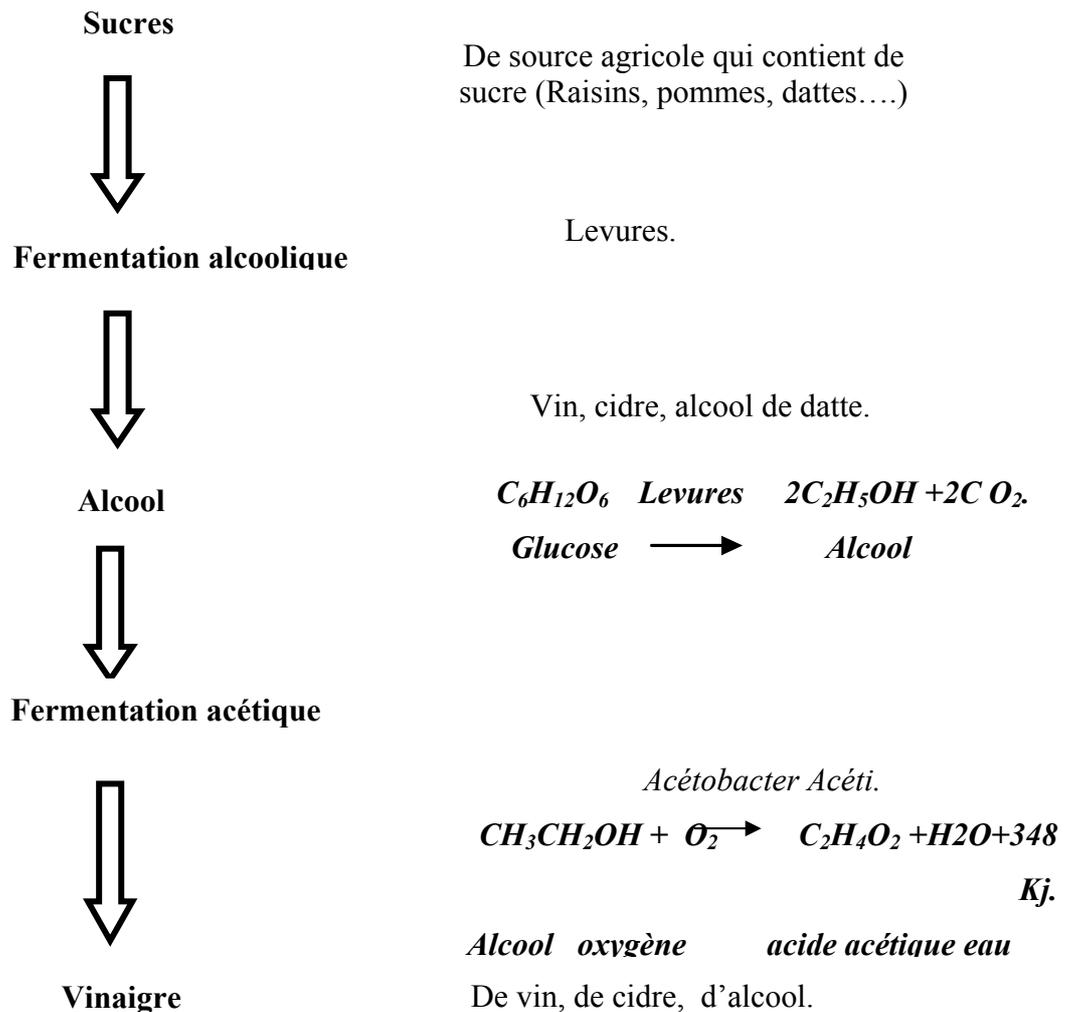


Figure n°2 : Protocole expérimental de fabrication du vinaigre [17].

II-7-2-Choix du vinaigrier :

Il existe plusieurs options: vinaigrier classique et un récipient plus quelconque.

Un vinaigrier classique est un vase en terre cuite ou en verre en forme d'amphore muni d'un couvercle en liège ou en terre cuite sur le dessus.

Sa base est dotée d'un trou dans lequel est placé un robinet en bois avec un joint en liège pour en assurer l'étanchéité.

D'autres utilisent une grosse bouteille ou un récipient sans robinet à sa base. Cela ne change rien à la qualité du vinaigre obtenu. Néanmoins avec ce type de vinaigrier, le prélèvement du vinaigre se fera forcément par le « haut », ce qui aura tendance à faire couler la mère au fond du vinaigrier. Ceci n'est pas vraiment souhaitable.

Nous présentons ci-dessous les différents processus de fabrication du vinaigre.

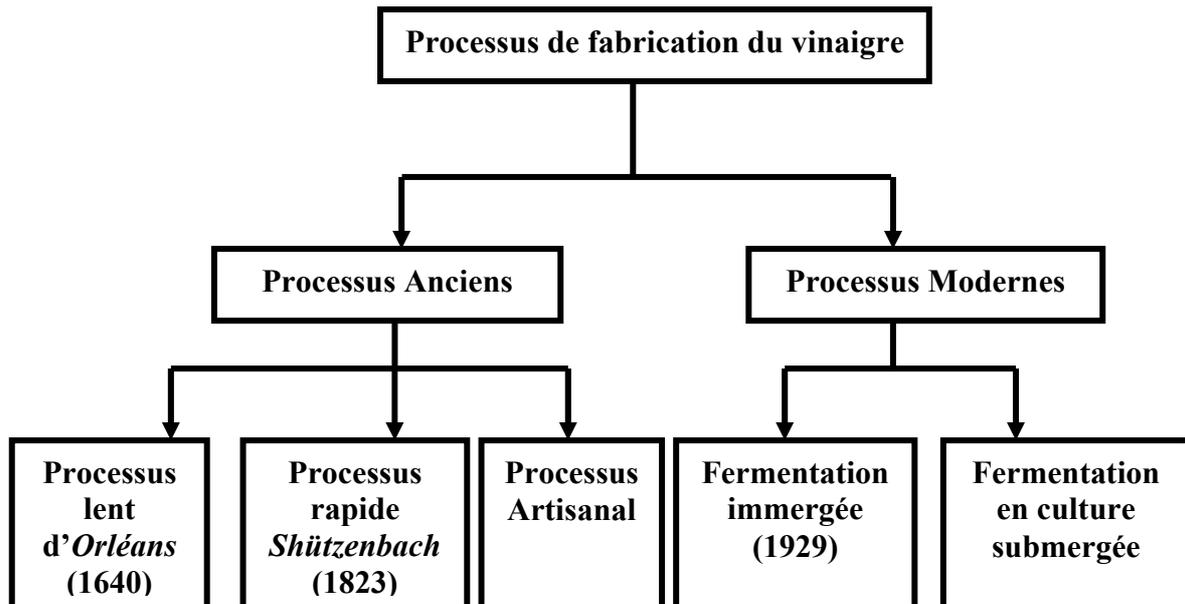


Figure n°3 : Les différents processus d'obtention du vinaigre [29].

II-7-3-Technique de fabrication traditionnelle :

La technique d'élaboration du vinaigre traditionnel est basée sur une double fermentation combinée: anaérobie et aérobie.

Cette bioconversion utilise des levures et des bactéries acétiques présentes naturellement dans les dattes.

Au premier lieu c'est une fermentation alcoolique: les sucres des dattes sont transformés en alcool.

Puis une fermentation acétique: l'alcool est transformé en acide acétique sous l'action combinée de l'oxygène et de la bactérie *Acetobacter*.

Cette fermentation se matérialise par l'apparition d'un mince voile gris sur le dessus du liquide qui petit à petit, s'enfonce dans le liquide et se transforme en mère de vinaigre.

Ce procédé est composé de deux réactions biotechnologiques où elles se déroulent au même temps, bien que les exigences des organismes unicellulaires mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène.

Le liquide alcoolisé est laissé au repos dans un récipient opaque en présence d'oxygène et des micro-organismes à une température ambiante durant plusieurs semaines.

On peut protéger le vinaigrier au moyen d'un bouchon de liège ou d'un linge propre. L'air et la chaleur favoriseront la production.

Le vinaigre obtenu est recueilli et mis en bouteille après avoir été filtré (filtre en papier du type « filtre à café »).

L'opération pour une nouvelle production est recommencée en laissant toujours le fond d'ancien vinaigre pour amorcer le processus.

➤ **Les précautions à prendre :**

- ✓ Il faudra que le récipient ait une ouverture importante pour permettre une bonne aération car la fermentation a besoin d'O₂ (donc d'air).
- ✓ Eviter de bouger le récipient.
- ✓ Eviter les endroits sales.

CHAPITRE: III

"Généralités sur la fermentation acétique"

GENERALITES SUR LA FERMENTATION ACETIQUE

III-1-Les bactéries acétiques:

Les bactéries acétiques sont présentes naturellement sur les fruits, dans l'air, dans les vins.....Elles se présentent au microscope sous forme de petits bâtonnets gram négatifs, aérobies stricts, souvent groupées en paires et parfois en chaînettes.

Elles sont parfois allongées, asporulées, généralement mobiles. Leurs tailles varient de 0,5 à 0,8 μ m de large et 0,9 à 4,2 μ m de long.

Ils sont oxydase (-), ont un métabolisme de type oxydatif. Ce sont les agents de la fermentation acétique qui est une oxydation incomplète de l'éthanol [28].

Les bactéries acétiques sont représentées par les genres *Acétobacter* qui peuvent oxyder l'acide acétique et l'acide lactique en CO₂ et H₂O (pouvoir suroxydant alors que *gluconobacter* qui ne le peut pas). Certains oxydent aussi d'autres composés (glycérol, glucose...) et d'autres matières telle que la cellulose.

Chaque bactérie produit des sous produits plus ou moins agréables lors de la fermentation acétique. Comme pour les levures, le choix d'une bonne souche est un des facteurs de la qualité du vinaigre.

Bourgeois et Larpent (1996), Guiraud (2003), ont travaillé sur les bactéries acétiques. Ils ont trouvé que les bactéries *Acéti* sont capables de transformer 80 % du glucose en acide gluconique à l'aide d'une enzyme glucose oxydase et 20 % utilisé comme source de carbone et d'énergie. Ils ont prouvé aussi que cette bactérie est capable d'oxyder le mannitol, fructose, maltose, galactose, lactate de sodium et l'éthanol et l'acétate de sodium. [28,29].

III-2-Facteurs de croissance des bactéries acétiques:

Des études ont été faites par Oubnssoun et Brawan 1982 sur tous les genres de l'espèce *Acétobacter* qui ne nécessitent pas des facteurs de croissance comme les vitamines et les éléments minéraux.

1-L'oxygène: Plusieurs auteurs ont montré que la fermentation acétique était réalisable avec une bonne performance en milieu liquide bien aéré: une remarquable production spécifique d'acide de la population bactérienne utilisée qui est égale à 21 g d'acide produit par gramme de bactéries et par heure à 30 °C.

La formation d'un gramme d'acide acétique nécessite tout l'oxygène contenu dans deux litres d'air.

Les arrêts d'oxygénation entraînent la destruction des cellules. Cette mort est fonction de la concentration en éthanol et en acide: 2,42 degrés d'acide et 2,29 degrés d'éthanol entraîne la mort de 42,5 % des cellules en 5 minutes [31].

NB: un jeu de baffles évite au liquide l'effet vortex et permet une bonne homogénéisation. Ce système présente une grande efficacité et réduit au maximum l'entraînement de l'éthanol par l'air [31].

2-La température: la température augmente la rapidité avec laquelle se déroule la réaction.

3-Le pH: le pH idéal pour réussir un vinaigre va de 3,5 à 5. A pH bas les bactéries se reproduisent encore mais beaucoup plus lentement [31].

4-Le degré alcoolique : il ne doit pas être trop élevé. L'action des bactéries est lente et traîne avec un taux de 12°. L'éthanol se transforme en gaz carbonique et eau.

Les meilleurs vinaigres sont réalisés à partir de vins qui titrent moins de 8°.

En outre, il est conseillé de laisser en fin de fabrication 0,2° d'alcool non transformé pour empêcher la suroxydation de l'acide produit [18, 32].

III-3-Mécanisme de production d'éthanol à partir du glucose :

Les sucres des dattes de fermentation étant des sucres fermentescibles (saccharose, fructose, glucose, mannose), se trouvent dans les dattes à fermenter. Ils sont soit à l'état libre, soit à l'état de di – ou polysaccharides.

La première forme étant celle qui convient le mieux pour le métabolisme des levures : l'importante teneur en sucres totaux capables d'être convertis en éthanol [33].

La production d'éthanol à partir des sucres par les levures présente une cinétique relativement simple.

En effet la cinétique de fermentation ne comporte qu'une seule phase de croissance et de production au cours de laquelle le glucose est transformé simultanément en masse cellulaire, éthanol et CO₂ [34]. Il existe deux paramètres contrôlant en anaérobiose la croissance et le métabolisme des levures : la concentration du glucose et celle de l'éthanol.

Le glucose a un double rôle cinétique. Il est limitant aux faibles teneurs (inférieur à 1 g/l) et devient inhibiteur aux fortes concentrations (supérieur à 300 g/l).

Quant à l'éthanol, à partir d'un seuil d'environ 40 g/l, il devient inhibiteur à la fois pour le développement des cellules, la production d'éthanol et CO₂ [35].

Nous donnons ci après le mécanisme de production d'éthanol à partir du glucose.

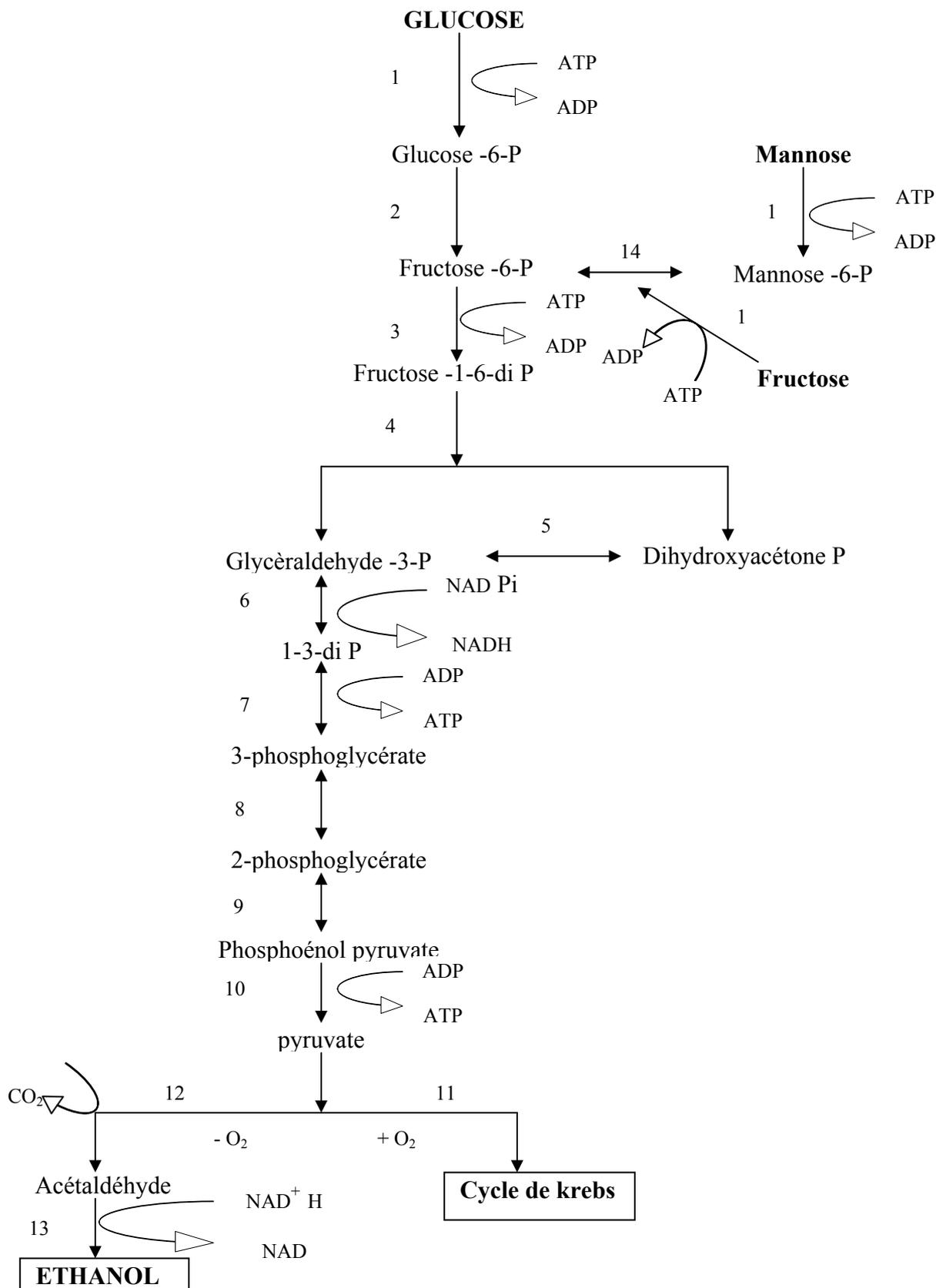


Figure n° 4 : Schéma de la voie d'EMBDEN- MEYERHOF pour le Glucose, Mannose et le Fructose [34].

Les chiffres de 1 à 14 désignent les enzymes qui catalysent les réactions.

1-Hexokinase.

2-Phosphoglucose isomérase.

3-Posphofructokinase.

4-Fructose 1-6-diphosphate aldolase.

5-Triose phosphate isomérase.

6-Glycéraldéhyde -3-phosphate déshydrogénase.

7-Phosphoglycérate kinase.

8-Phosphoglycérate mutase.

9-Enolase.

10-Pyruvate kinase.

11-Pyruvate déshydrogénase.

12- Pyruvate décarboxylase.

13-Alcool déshydrogénase.

14-Phosphomannose isomérase.

III-4-Mécanisme biochimique de formation d'acide acétique :

La formation d'acide acétique par les levures intervient dans toutes les fermentations alcooliques, mais elle augmente surtout en anaérobiose et à pH trop acide ou alcalin. Cette formation croît avec la concentration initiale du milieu en sucre [36].

De même, l'oxydation de l'éthanol par les bactéries acétiques se déroule suivant deux manières à savoir.

En anaérobiose en présence d'accepteur d'électron comme : le 2,6 dichloroinophénol, la phénazine méthosulfate et le ferricyanure de potassium, mais en présence de NAD ou NADP.

En aérobie, en met en jeu des enzymes liés à des cytochromes. Ces enzymes sont des deshydrogénases très actives situées sur les systèmes membranaires des cellules levurières [37]. L'un des enzymes est l'éthanol déshydrogénase et l'autre dit acétaldéhyde déshydrogénase.

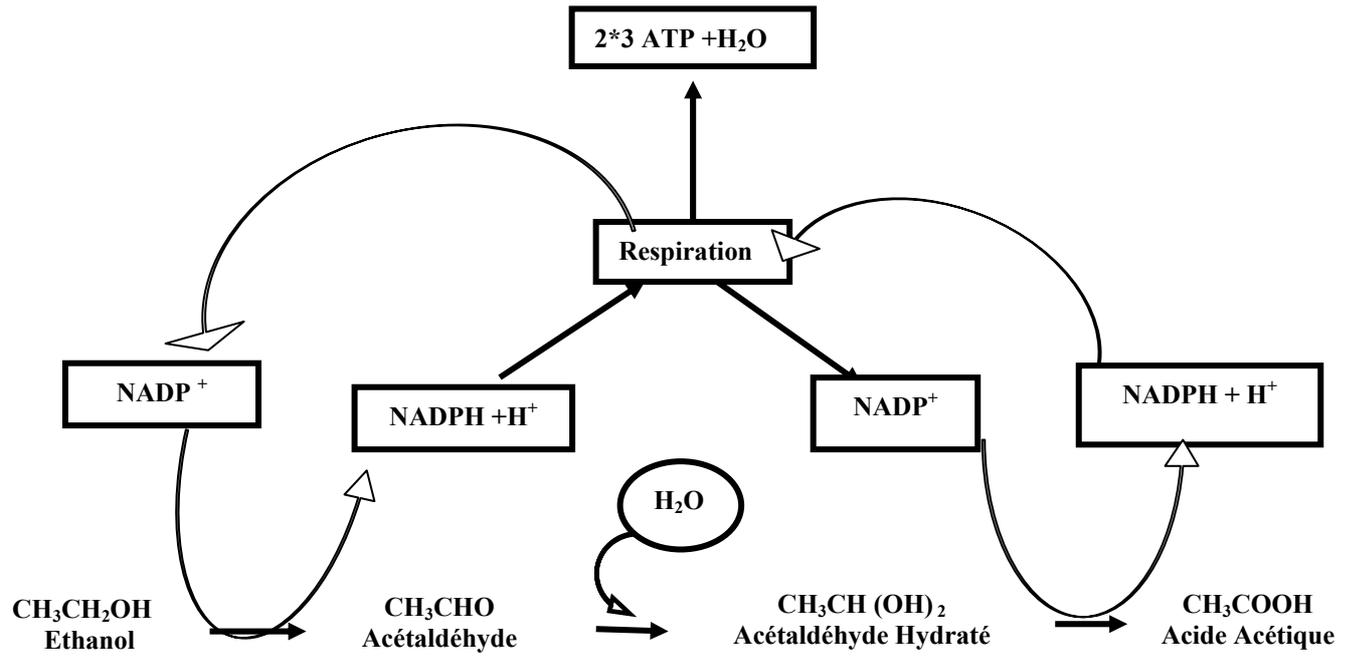


Figure n°5 : Schéma de la biosynthèse de l'acide acétique [38].

Partie Expérimentale

CHAPITRE : JV

"Matériels et méthodes"

PREMIERE PARTIE : CARACTERISATIONS DES DATTES.**IV-1-Introduction :**

De par le potentiel nutritif qu'elle recèle, la datte a constitué depuis l'antiquité, non seulement un aliment de base des populations sahariennes mais aussi un produit diététique.

L'évaluation et la description des caractéristiques morphologiques et biochimiques des dattes présentent une importance primordiale notamment pour le consommateur, le transformateur, le conditionneur et le commerçant.

La présente étude évalue quelques critères physico-chimiques, morphologiques et biochimiques de deux variétés de dattes *Mech-Degla* et *Degla-Beida*.

La connaissance de ces critères est indispensable pour l'évaluation des qualités nutritionnelles, organoleptiques, technologiques et marchande, permettant une meilleure orientation des variétés vers des utilisations adéquates (commercialisation, en fruit frais, conservation et transformation).

Les caractéristiques morphologiques ainsi que la composition biochimique dépendent de nombreux facteurs parmi lesquels nous citons : la variabilité génétique ; la fertilisation azotée ; l'irrigation ; humidité relative au moment de la récolte [39].

Beaucoup de travaux de recherche ont permis une caractérisation physico-chimique de plusieurs variétés de dattes : au Etats-Unis Rygg et al, [40] ; en Irak Mohamed et al, [41] ; en Arabie Saoudite Sawaya et al, [39] et en Arab-Emirates Baangood et al, [42].

➤ Variétés de dattes échantillonnées :

Les deux variétés de dattes ont été étudiées à partir des récoltes au stade de maturité c'est-à-dire stade Tamar.

➤ Conservation des dattes :

Afin de palier aux problèmes inhérents à la poursuite de la respiration après la cueillette du fruit, telles que les modifications de structure des constituants et notamment celle des pectines [43]. Les échantillons débarrassés de leurs impuretés sont conservés tout au long de notre étude dans le réfrigérateur à une température de 4 °C.

➤ Prise des photos :

Nous avons pris des photos des échantillons des dattes des deux variétés afin de montrer la morphologie du matériel végétal.

IV-2-CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE:

IV-2-1-Méthode d'analyse :

La couleur a été appréciée visuellement. Par contre la consistance est déterminée au touché.

En ce qui concerne la longueur de la datte, la longueur du noyau, le poids de la datte, le poids de la pulpe et le poids du noyau, nous avons pris une dizaine de dattes pour les deux variétés sur lesquelles les différentes mesures ont été réalisées.

L'un des critères de qualité des dattes est un rapport masse du noyau / datte a été calculé en utilisant la formule suivante:

$$\text{Noyau / Datte} = \frac{\text{Masse d'unoyau}}{\text{Masse de la datte}} \times 100 \dots\dots\dots (1).$$

IV-2-2-Evaluation de la qualité des dattes des deux variétés :

Pour évaluer la qualité physique et biochimique des dattes des deux variétés, nous avons tenu compte des normes fixées par le Ministère de l'Agriculture dans l'arrêté interministériel du 17 Novembre 1992 pour les variétés communes ainsi que les normes de qualité appliquée à l'échelle internationale rapportées par Melgi et Sourial [44].

Ainsi, une datte est dite de qualité physique et biochimique acceptable quand elle présente :

- ✓ Aucune anomalie et non endommagée.
- ✓ Masse de la datte supérieure ou égale à 6 g.
- ✓ Masse de la pulpe supérieure ou égale à 5 g.
- ✓ Une longueur supérieure ou égale à 3,5 Cm.
- ✓ Un diamètre supérieur ou égale à 1,5 Cm.
- ✓ Une humidité comprise entre 10-30 %.
- ✓ Une teneur en sucres supérieure ou égale à 60% du poids sec.

IV-3-ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES DATTES.

Dans les conditions très favorables, une cellule microbienne présente à l'origine au niveau d'une suspension mère se multiplie en quelques heures (bactéries, levures) ou en quelques jours (moisissures).

La démarche de l'analyse microbiologique est représentée par le schéma suivant :

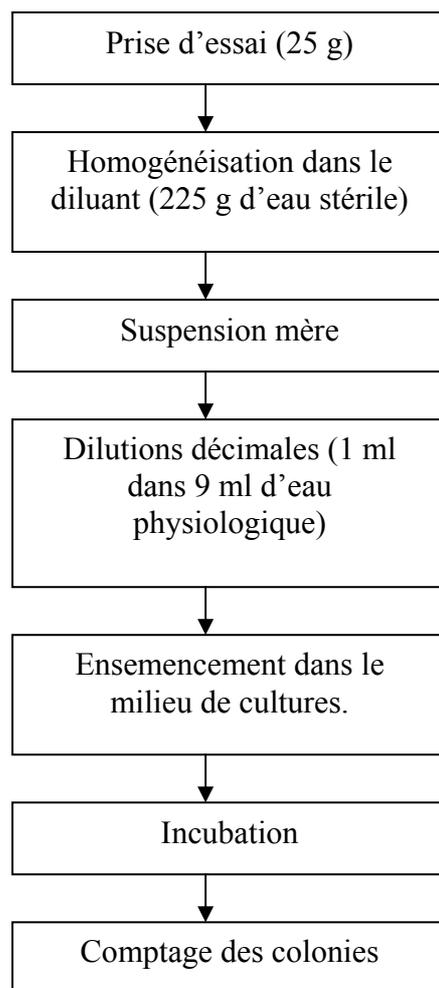


Figure n° 6 : Schéma de l'échantillonnage [28].

Pour chaque dilution trois répétitions sont effectuées; la moyenne est retenue.

IV-3-1-Dénombrement des germes totaux :

Le milieu de culture utilisé est le tryptone-glucose-extrait de viande Agar (TGEA).

L'incubation a été réalisée à 30 °C pendant 24 à 48 heures. Le dénombrement est effectué à l'aide d'un compteur de colonies. On ne tient compte que des boîtes contenant un nombre convenable 30 à 300 colonies par boîte [28, 45].

On calcule pour chaque dilution ayant donné ce résultat, le nombre moyen de colonies en effectuant les moyennes du nombres trouvé pour chaque boîte de la même dilution. On arrondi de manière à n'avoir que 2 chiffres significatifs et on multiplie par l'inverse du taux de dilution.

IV-3-2-Levures et moisissures :

Le milieu utilisé pour la recherche des levures et les moisissures est l'oxytetracycline-glucose-Agar (OGA).

- ✓ 0,1 ml de chaque dilution est ensemencé puis étalé avec un râteau stérile.
- ✓ L'incubation est effectuée à 25 °C pendant 5 jours [28].

IV-3-3-Les bactéries acétiques :

Les dattes et leur extrait constituent un milieu très favorable à la prolifération des bactéries [46].

- Le milieu utilisé est le milieu de Frateur.
- La présence des bactéries acétiques est conditionnée par trois facteurs :
 - L'acidité (pH 2 à 5).
 - Présence de l'alcool.
 - Présence de glucose.

Elles appartiennent au genre acétobacter et transforment l'alcool en acide acétique. L'oxydation de l'éthanol se traduit par la dissolution du carbonate de calcium et l'éclaircissement autour des colonies par acidification [28].

IV-4- ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES DATTES.

Pour chaque variété des dattes étudiée, quelques dattes ont été dénoyautés et broyés jusqu'à obtention d'une pâte homogène représentative de la variété à évaluer.

C'est sur ce matériel de base qu'ont été ensuite effectuées les différentes analyses.

IV-4-1-Détermination du pH :**❖ Principe :**

La détermination du pH est essentielle pour le contrôle d'une fermentation microbienne. Sa variation nous renseigne sur l'activité métabolique de la microflore.

❖ Mode opératoire :

Dans une fiole de 200 ml, 4 g de dattes dénoyautées et broyées sont dispersées dans de l'eau chaude. Après refroidissement, la fiole est complétée jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée [47].

La mesure du pH s'effectue dans nos conditions par une lecture directe à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonné de type "HANNA 211".

IV-4-2-Détermination de la teneur en eau (AOAC N° 920.151) [48] :**❖ Principe :**

La teneur en eau des dattes fraîches mures dépend de la fréquence et du volume d'irrigation au stade de la récolte et de celle du lieu d'entreposage [49].

De nombreux auteurs insistent sur l'importance de l'humidité relative sur la stabilité d'un produit.

En effet, la teneur en eau d'un produit est en relation directe avec l'humidité de l'air.

❖ Mode opératoire :

- ✓ La teneur en eau a été déterminée par un séchage d'une partie aliquote de 2 g de broyat, étalée dans une capsule en inox tarée puis séché dans une étuve à vide à une température de 70°C pendant 48 heures. Ces conditions permettent d'éviter la caramélisation des sucres et les réactions qui en résultent (réaction de Maillard) [50].

Les résultats sont exprimés en teneur en matière sèche (% matière totale).

IV-4-3-Détermination de la teneur en cendres (NF V 03-922) [51] :**❖ Principe :**

Evaporation à sec d'une quantité connue du produit, puis incinération à 525 °C ± 25 °C

❖ Mode opératoire :

Peser à 1 mg près environ 25 g de l'échantillon homogène et les introduire dans une capsule préalablement tarée à 0,1 mg près. Après passage au four à moufle à 525 °C ± 25 °C et refroidissement dans le dessiccateur.

- ✓ **Séchage** : Evaporer à sec la prise d'essai.
- ✓ **Pré incinération** : Chauffer lentement de façon à brûler la majeure partie du résidu sec.
- ✓ **Incinération** : Placer alors la capsule dans le four à moufle réglé à 525 °C ± 25 °C et l'y maintenir 1 heure. Sortir la capsule du four, la laisser refroidir à l'air, humidifier les cendres avec un peu d'eau distillées, évaporer à sec et remettre dans le four.

Répéter plusieurs fois l'opération jusqu'à l'obtention du résidu blanc ou grisâtre, exempt de particules de charbon.

Sortir la capsule et la laisser refroidir jusqu'à température ambiante dans le dessiccateur, puis peser à 0,1 mg près.

Effectuer deux déterminations sur le même échantillon pour essai.

❖ **Expression des résultats :**

Le pourcentage en cendres est exprimé selon la formule suivante :

$$\text{Teneur}_{\text{ en cendre}} = \frac{(M_2 - M_0)}{(M_1 - M_0)} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

Avec :

M₀ : Masse de la capsule vide (g)

M₁ : Masse (capsule plus échantillon) avant incinération (g)

M₂ : Masse (capsule plus cendres) après incinération (g)

IV-4-4-Dosage des éléments minéraux [52] :

❖ **Principe :**

Les éléments minéraux entraînés avec les sucres et les colloïdes lors de la fermentation seront très bénéfiques car ils contribuent aux processus physiologiques des levures et des bactéries acétiques au cours de la fermentation.

❖ **Mode opératoire :**

- ✓ Une partie aliquote de 1 g de la pâte préalablement préparée a été minéralisée par voie sèche (calcination à 600 °C) et reprise dans une solution d'acide chlorhydrique (HCl dilué).

L'analyse a été effectuée à l'aide d'un appareil d'absorption atomique de type "PU 9200X Philips".

IV-4-5-Dosage de l'acidité titrable selon la NF V05-101 (1974) [53] :

❖ **Mode opératoire :**

- ✓ Découper les dattes en petits morceaux.
- ✓ Peser 25 g d'échantillon les placer dans une fiole conique avec 50 ml d'eau distillée chaude récemment bouillie, refroidie puis bien mélanger jusqu'à obtention d'un liquide homogène.
- ✓ Adopter un réfrigérant à reflux à la fiole conique puis chauffer le contenu au bain d'eau bouillante pendant 30mn.
- ✓ ie, bien mélanger, puis filtrer

- ✓ Le titrage s'effectue à l'aide d'une solution d'hydroxyde de sodium à 0,1N.

$$l'acidité_titrable_(\%) = \frac{(250 * V_1)}{(m * 10 * V_0)} \times 100.0,07 \dots\dots\dots (3).$$

V_1 : Volume de NaOH (0,1 N).

V_0 : 25 ml de la prise d'essai.

m : 25 g de la datte séchée.

IV-4-6-Dosage des tanins : Méthode spectrophotométrie au Folin.

❖ Principe :

Les tanins sont dosés selon la méthode colorimétrique de Folin Denis 1963 décrite par Joslyn [54].

Le principe est basé sur la réduction de l'acide phosphorique molybdique et tungestique en milieu alcalin, en présence de tanins, pour donner une coloration bleue dont l'intensité est mesurée à 760 nm.

❖ Le réactif de Folin-Denis.

- ✓ 100 g de tungstate de sodium.
- ✓ 20 g d'acide phosphomolybdique.
- ✓ 50 ml d'acide phosphorique.

Le mélange est chauffé à reflux pendant deux heures, en présence d'eau distillée, après refroidissement, le volume obtenu est ajusté à 100 ml.

❖ La solution de carbonate de sodium :

- ✓ 350 g de carbonate de sodium sont dissous dans 100 ml d'eau distillée, la gamme étalon est constituée en prélevant à partir de la solution mère :0,5,1,2,3....10ml qui seront complétés à 100 ml avec de l'eau distillée de façon à avoir les concentrations de 5, 10,100 μ g/l.

❖ Extraction des tanins :

L'extraction des tanins se fait par :

- ✓ L'acétone et l'eau (40 volume-60 volumes)
- ✓ 10 g de pulpe de dattes finement broyées sont mises dans 250 ml de solvants. Après agitation pendant 1 heure, nous centrifugeons à 4000 t/ minute pendant 15 minutes.
- ✓ Le surnageant est récupéré puis concentré au rotavapor.

❖ Le dosage :

- ✓ Dans une fiole de 100 ml contenant 75 ml d'eau distillée sont versés successivement :

- ✓ 1 ml d'échantillon (ou de la solution étalon).
- ✓ 5 ml de réactif de Folin-Denis.
- ✓ 10 ml de solution saturée de carbonate de sodium.
- ✓ La lecture des densités optiques se fait après agitation et repos de 30 minutes à 760 nm.
- ✓ La coloration est stable pendant 3 heures.

Le tableau n° (V.8) présente la concentration en (%) des tanins après avoir converti la DO des deux variétés en (g/100 g) voir annexe n°3.

IV-4-7-Dosage de la cellulose (NF.V. 03040. 1977) [55] :

❖ Principe :

Par définition et selon la norme ISO- ARNOR (NF.V. 03040), l'insoluble cellulosique correspond aux substances perdues lors de l'incinération du produit résistant aux attaques successives acide et alcaline.

❖ Mode opératoire :

- ✓ On pèse 1 g de produit dans un ballon surmonté d'une colonne réfrigérante, on ajoute 100 ml d'acide sulfurique à 1,25 g/l. On porte à l'ébullition pendant 30 minutes.
- ✓ On centrifuge puis on neutralise en ajoutant 30 à 35 ml de Na OH à 25 g/l.
- ✓ L'hydrolyse en milieu alcalin a lieu en ajoutant 50 ml de Na OH bouillant à 250 g/l. après 30 minutes d'ébullition en présence de 5 ml d'éther (anti-mousse). On pratique une centrifugation.
- ✓ Le culot est transvasé dans un creuset avec un jet de pipette d'eau distillée chaude.
- ✓ Il est neutralisé desséché dans une étuve à 105 °C, puis pesé puis incinéré dans un four à moufle pendant 4 heures.

La cellulose brute correspondra conventionnellement à la perte que subit le résidu sec après incinération. Elle est exprimée par la formule suivante :

$$Cellulose_Brut_(\%)MS = \frac{(A - B * 100)}{(C * MS)} \times 100 \dots (4).$$

C : Prise d'essai en gramme.

A : Masse de l'échantillon après dessiccation en gramme.

B : Masse de l'échantillon après incinération en gramme.

MS : Matière sèche en gramme.

IV-4-8-Détermination de la conductivité électrique :**❖ Principe :**

La conductivité électrique exprime l'aptitude d'une solution aqueuse à conduire le courant électrique. Cette aptitude dépend des ions présents dans la solution, de leur concentration totale, de leur valence, de leur mobilité, de leur concentration relative et de la température de la solution.

Elle nous renseigne sur la teneur en sels solubles du produit. Elle est mesurée par un conductivimètre de type (JENWAY 4520). Les résultats sont exprimés en mohms /cm. [56].

$$CE_{20}^0 C = CE_t - (T - 20) * \frac{3.2}{100} * CE_t \dots\dots\dots (5).$$

CEt : La lecture en milli siemens (20°C).

T : Température que mentionne le conductimètre diviser sur mille.

$$CE = CE_{20}^0 C * 0.8273 \dots\dots\dots (6).$$

K : Coefficient=0,8273.

La concentration en sel soluble est donnée par la relation suivante :

$$Sels \text{ _ So lub les _}(\%) = \frac{(640 * CE)}{1000} \dots (7).$$

IV-4-9-Analyse des sucres :**❖ Extraction du jus de datte :**

Les dattes sont soigneusement lavées et dénoyautés. L'eau est additionnée à raison de deux litre par kilogrammes de pulpe finement broyée.

Le mélange est chauffé à 80 °C pendant 2 h. L'extrait obtenu est centrifugé à 5000 tours/mn pendant 30 mn afin de séparer les débris cellulosiques. Le surnageant est recueilli.

On procède ensuite à l'analyse du Brix [57].

A) Détermination de l'extrait sec soluble (degré Brix). (NF.V.05-109-1970) [58].**❖ Principe :**

L'extrait sec soluble est déterminé par réfractomètre. Il mesure la concentration en saccharose d'une solution aqueuse ayant le même indice de réfraction que le produit à analysé.

Il est exprimé en pourcentage de masse ou en degré Brix.

❖ Mode opératoire :

- ✓ Placer une goutte de liquide sur la surface du prisme.

- ✓ Abattre de deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme de liquide.
- ✓ En dirigeant le réfractomètre vers une source lumineuse.
- ✓ On verra se dessous sur l'échelle deux zones.
- ✓ La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction.
- ✓ La valeur Brix est la valeur lue par le réfractomètre de type (ATAGO RX 5000), qui nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.

B) Dosage des sucres réducteurs (glucose) [59].

❖ Principe :

Cette méthode est basée sur la formation d'un chromatophore entre le réactif DNS (dinitrosalicylique) et les terminaisons réductrices des molécules des sucres. En effet à température élevée, en milieu basique et en présence des sucres réducteur, le réactif DNS de couleur jaune est réduit en acide 3 Amino -5- nitrosalicylique (brun) et les groupements aldéhyde des sucres sont oxydés en groupements carboxyles.

❖ Mode opératoire :

➤ Mettre 3 ml d'échantillon convenablement dilué dans un tube à essai ; ajouter le réactif DNS; agitez le et plongez le dans un bain marie bouillant pendant 5 mn ajouter 1 ml du sel de Rochelle et laisser refroidir.

➤ L'échantillon est dosé à 575 nm.

Le principe de cette méthode repose sur le fait que toute solution colorée traversée par un faisceau de lumière de longueur d'onde spécifique à l'élément recherché, absorbe une fraction de la lumière incidente.

La quantité de la lumière absorbée est proportionnelle à la concentration du composé coloré recherché c'est la loi de Beer-Lambert qui s'exprime ainsi :

$$Absorbance = \frac{\text{Log} I_0}{I} = KLC \dots (8)$$

I₀: Intensité du faisceau lumineux monochromatique incident.

I : Intensité du faisceau lumineux émergeant.

L : Epaisseur de la cuve (1 Cm)

K : Coefficient d'extinction moléculaire (absorbance).

C : Concentration du corps absorbant dans la solution (mole/l)

DO : Densité optique lue directement sur le spectrophotomètre.

Le complexe obtenu de couleur rouge est analysé à la longueur d'onde de 575 nm au spectrophotomètre d'absorption moléculaire UV/visible et les concentrations des sucres réducteurs sont déterminées à l'aide d'une courbe d'étalonnage précédemment établie à la même longueur d'onde voir annexe n°4.

Cela nous permettra de tracer la courbe de l'évolution de la concentration des sucres (glucose) en fonction du temps.

DEUXIEME PARTIE : FABRICATION TRADITIONNELLE DU VINAIGRE

IV-5-Matériel végétal:

En vinaigrerie traditionnelle, le choix des variétés de dattes est orienté par leur disponibilité, leur abondance et leur appréciation pour la fabrication du vinaigre traditionnel.

Nous avons utilisé au cours de nos essais deux variétés de dattes. Il s'agit de *Mech-Degla* et de *Degla-Beida*. Les deux variétés sont classées comme sous produit du palmier dattier à cause de leur valeur marchande.

Elles sont destinées essentiellement au bétail et comme appoint alimentaire pendant les périodes de disette.

IV-6-Matériel biologique :

Le micro-organisme mis en jeu pour la production traditionnelle du vinaigre est une multitude de la flore bactérienne. Il s'agit des levures, moisissures et des bactéries acétiques présentes naturellement dans le substrat de la fermentation.

IV-7-Produits et Matériels utilisés :

Les différents réactifs et matériels utilisés au cours de notre étude sont cités en annexe n °5.

IV-8-La méthodologie :

Notre étude a porté sur la préparation d'un vinaigre à base de deux variétés de dattes *Mech-Degla* et *Degla-Beida*. Le travail expérimental est séquencé comme suit:

- a) Essai de formulation conforme aux conditions pratiques appliquées dans le sud algérien.
- b) Essai de formulation à température optimale de fermentation acétique 30°C.
- c) Sur la base des résultats en (b) nous tentons une optimisation.

Pour ce faire, nous nous sommes inspirés des conditions pratiques telles que appliquées dans la région du M'ZAB, notre but étant de l'analyser puis tenter de l'optimiser.

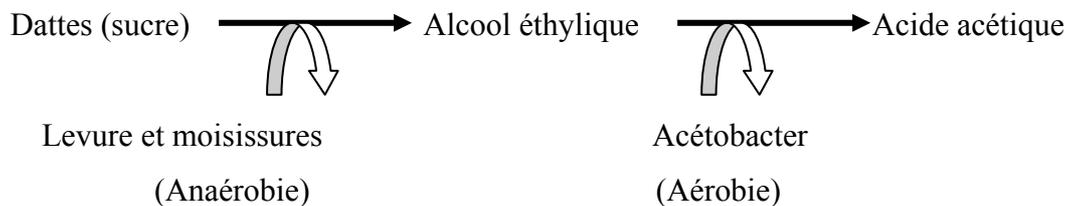
Nous avons adopté au cours de tous nos essais de fermentation le procédé de fabrication suivant.

IV-8-1-Procédé de fabrication traditionnelle du vinaigre :

❖ Principe :

La technique d'élaboration du vinaigre traditionnelle est basée sur une double fermentation combinée : anaérobie et aérobie. Cette bioconversion utilise des levures et des bactéries acétiques présentes naturellement dans les dattes.

Celles-ci entraînent une production d'éthanol qui est transformé en acide acétique. C'est un procédé où les deux réactions biotechnologiques se déroulent au même, bien que les exigences des organismes unicellulaires mis en jeu diffèrent en matière d'oxygène.



IV-8-2-Elaboration du vinaigre traditionnel.

Après le triage et le lavage des dattes, on remplit le tiers d'un récipient en plastique de capacité de 1 L (Bouteille de yaourt préalablement lavé avec de l'eau de javel et du savon et rincé avec de l'eau distillée) avec une mesure de dattes et deux mesures d'eau du robinet.

Au mélange ainsi obtenu, sont additionnés selon les habitudes traditionnelles des zones de production divers produits en faible proportion parmi les quels :

- ❖ 07 grains de blé (Comme source de carbone et d'énergie).
- ❖ 07 grains d'orge (Azote assimilable).
- ❖ 07 grains de Harmel et 07 grains de coriande (Agent aromatisant).
- ❖ Pincé de sel de table (sels minéraux).
- ❖ Pincé de piment.
- ❖ Clous de Fer (En fonction de la quantité de dattes, il est ajouté comme oligo-éléments).

On bouche la bouteille avec un bouchon perforé (01 trou pour l'aération).

Le mélange ainsi obtenu est laissé pendant 40 à 45 jours à la température 30°C (température optimale de développement des bactéries acétiques).

Ce délai passé, on débouche la bouteille et à l'aide d'un tamis à mailles fines, le contenu est filtré. Le filtrat ainsi obtenu est le vinaigre traditionnel.

Au fur et à mesure du déroulement de la fermentation, on effectue une série des prélèvements pour effectuer des analyses biochimiques et microbiologiques du liquide de la fermentation.

A la fin de la fermentation, nous serons en présence du vinaigre de dattes qu'il faut distiller pour pouvoir extraire l'éthanol. La température de distillation est de l'ordre de 78 °C. L'ensemble des étapes est inspiré d'un diagramme donné par Ouled El-Hadj et al [61] et reproduit dans la figure n° 7 ci-dessous.

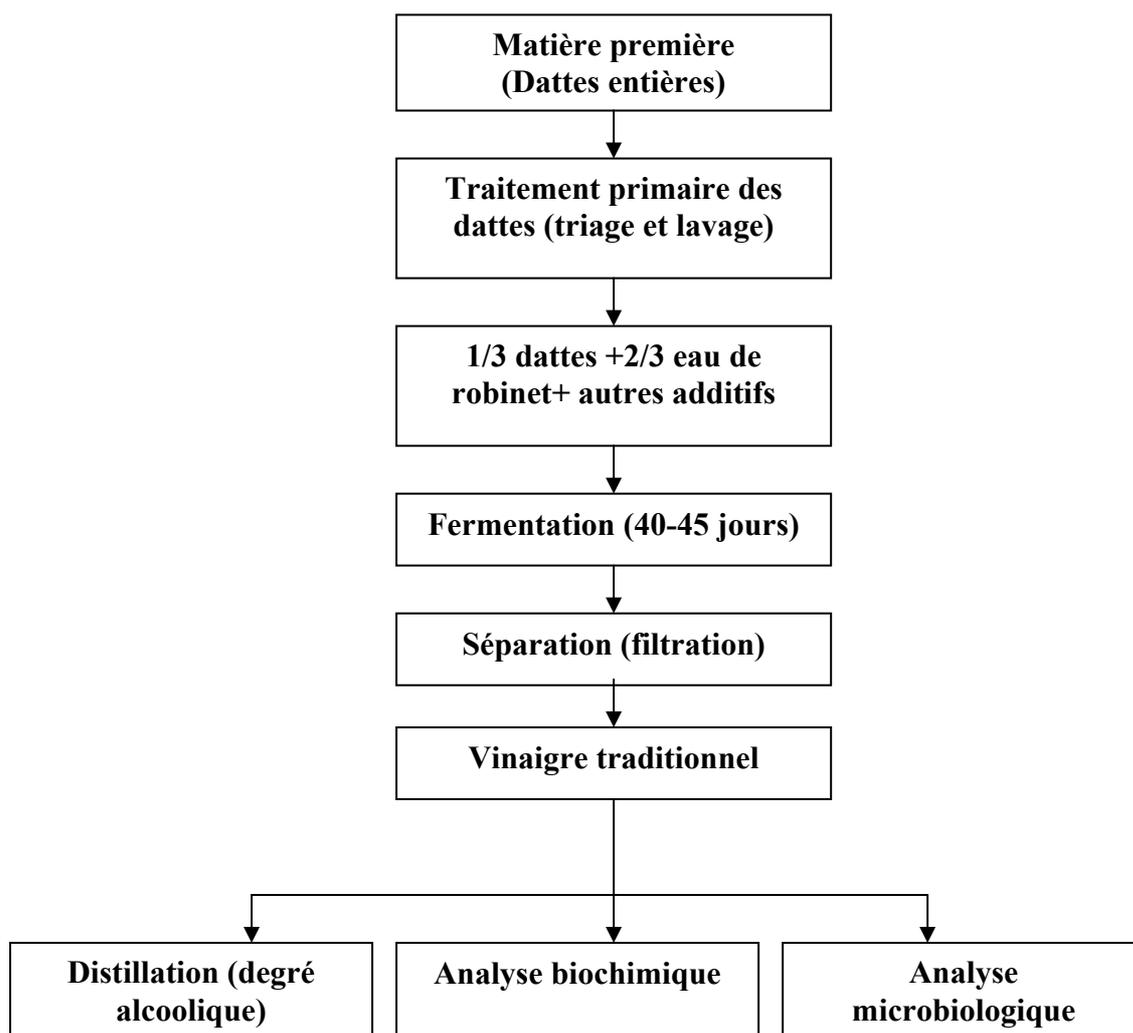


Figure n° 7 : Diagramme de fabrication traditionnelle du vinaigre [60].

IV-9--LES ANALYSES BIOCHIMIQUES DU VINAIGRE :**IV-9-1-Détermination du pH :****❖ Principe :**

La détermination du pH est essentielle pour le contrôle du mout de la fermentation microbienne. La variation du pH renseigne sur l'activité métabolique dans le mout et les transformations biochimiques qui peuvent avoir lieu.

La détermination du pH s'effectue dans conditions par une lecture directe à l'aide d'un pH mètre préalablement étalonné de type (HANNA 211).

IV-9-2-Détermination du taux de solides solubles (Degré Brix) :**❖ Principe :**

Le terme Brix exprime le pourcentage (poids /poids) de saccharose dans une solution pure. La valeur lue par réfractomètre de type (ATAGO RX 5000), nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.

IV-9-3-Dosage de la matière sèche :**❖ Principe :**

La matière sèche des produits est déterminée par évaporation de leur humidité sans provoquer la valorisation des substances constitutives du produit. Elle obtenue par dessiccation à l'étuve à 105 °C jusqu'à obtention d'un poids constant [61].

❖ Expression des résultats

La matière sèche est exprimée par la formule suivante :

$$MS(\%) = \frac{G_2 - G}{G_1 - G} \times 100 \dots\dots\dots (9)$$

G : Masse de la capsule vide (g).

G₁ : Masse de la capsule avec prise d'essai avant étuvage (g).

G₂ : Masse de la capsule avec prise d'essai après étuvage (g).

IV-9-4-Dosage de l'alcool :

Le suivi de la production de l'alcool au cours de la fermentation est d'une importance considérable. Il renseigne sur l'évolution de l'activité métabolique des micro-organismes.

Le dosage de l'alcool est réalisé par la distillation du vinaigre, l'oxydation et le titrage [61].

❖ **Principe :**

L'éthanol est oxydé par une quantité connue et en excès de bichromate de potassium, en milieu acide, l'excès de bichromate est dosé par iodométrie. Après dilution du milieu, on ajoute un excès d'iodure, de manière à réduire le bichromate du milieu et l'iode formé est dosé par le thiosulfate.

Le degré alcoolique peut se mesurer au moyen d'un ébulliomètre ou d'un alcoomètre indicé de 0 à 10 et de 10 à 20. Il peut aussi être déterminé théoriquement : 1,7 g de sucre (saccharose) fermenté forme 1 ml ou 1° d'alcool pur [27].

1 ° Alcoolique = g d'alcool pure dans 100 ml de solution.

❖ **Mode opératoire.**

1-Distillation de l'alcool :

- Dans un bécher mélanger :
 - ✓ 30 ml du vinaigre.
 - ✓ 200 ml d'eau distillée.
- Ajuster le pH du mélange par une solution de soude à 0,1 N jusqu'à pH=8.
- Dans un ballon de distillation, verser le mélange obtenu après l'ajustement.
- Introduire 5 billes en verre.
- Distiller doucement en évitant tout entraînement, recueillir environ 8ml de distillat dans 10 ml d'eau distillée.
- Le distillat récupéré est mis dans une fiole jaugée de 100 ml.
- Compléter le volume avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

2-Méthode de dosage de l'alcool :

- Dans une fiole d'ermeneyer de 150 ml, introduire :
 - ✓ 20 ml de distillat.
 - ✓ 20 ml de solution de nitro-chromique à 0,05 N.
 - ✓ Boucher et attendre 30 mn (pour que l'oxydation de l'alcool soit complète).
- Ajouté 10 ml de solution de KI à 100 g/l après avoir préalablement dilué le milieu par 40 ml environ d'eau distillée.
- Attendre 1 minute, puis doser l'iode formé par une solution de thiosulfate à 0,05 N de titre connu.

Témoïn :

- Opérer comme pour l'essai, en remplaçant les 20 ml de distillat par 20 ml d'eau distillée.
- ❖ **Expression des résultats :** cette expression a été démontrée en se basant sur la méthode décrite par Audigié [61].

$$\text{Tauxd'alcool}(g/l) = TS_2O_3^{-2} \left[V_2 * \left(\frac{E_1}{E_2} \right) - V_1 \right] * (46/4) * \left(\frac{1}{E''} \right) * \left(\frac{E'}{E} \right) \dots (10).$$

Où :

V_1 : Volume de thiosulfate utilisé pour doser l'échantillon.

V_2 : Volume de thiosulfate utilisé pour l'essai à blanc.

E : Volume de l'échantillon.

E_1 : Volume de $K_2Cr_2O_7$ pour l'essai.

E_2 : Volume de $K_2Cr_2O_7$ pour le témoin.

E' : Volume de la solution diluée de l'échantillon.

E'' : 20 ml de distillat que l'on soumet à l'oxydation.

IV-9-5-Dosage de l'acide acétique (FAO/OMS 1982) [62].❖ **Principe :**

Au cours de la fermentation acétique, l'évolution de l'acide acétique est le facteur essentiel à contrôler, c'est le produit fini recherché.

L'acide acétique est dosé par titrimétrie selon la méthode décrite par Follaman [18], avec une base forte comme la soude à 1 N en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré.

❖ **Mode opératoire :**

- 6 ml du vinaigre sont légèrement dilués avec un peu d'eau distillée chaude. Après refroidissement le vinaigre est filtré avec une solution de soude normale en présence de phénol phtaléine. La concentration en acide acétique est exprimée en gramme par litre.

❖ **Expression des résultats :**

La teneur exprimée en acide acétique a été définie comme suit :

$$X(\%) = \frac{V * C * M * V_0}{1000 * m * V_1} \times 100 \dots \dots \dots (11).$$

Où :

V : Volume de la solution de NaOH dépensée pour le titrage (ml).

C : Concentration molaire de la solution de NaOH en mol/l (0, 1 N).

M : Masse molaire équivalente de l'acide organique en (g /mol).

V₀ : Volume totale de l'extrait (volume de la fiole de mesure en ml).

m : Prise d'essai (g).

V₁ : Volume d'extrait pris pour le titrage en ml.

IV-10-LES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DU VINAIGRE :

Le vinaigre subit rarement une analyse microbiologique, car sur le point sanitaire il ne présente aucun danger en raison de son acidité. Néanmoins, nous avons trouvé intéressant de déterminer la nature de la flore encore active ou éventuellement contaminante dans le vinaigre en effectuant des observations au microscope.

Nous avons effectué des dénombrements des germes totaux, bactéries acétiques, les levures et moisissures sur leur milieu sélectif. De plus aussi une autre identification été fait, la recherche des bactéries lactiques sur un milieu sélectif MRS pH 5,5 à 25 °C a été effectuée [28].

IV-11-LES EXAMENS ORGANOLEPTIQUES DU VINAIGRE :

Les tests organoleptiques sont faites sur le vinaigre non filtré, filtré. Nous noterons le goût et la couleur du vinaigre.

IV-12-DETERMINATION DE L'ALCOOL RESIDUEL ET LES ACIDES ORGANIQUES DANS LE VINAIGRE PAR CGMS:

Une analyse par chromatographie CGMS a été réalisée sur un vinaigre clarifié (obtenu après 45 jours de fermentation).

IV-13-CALCUL DU RENDEMENT EN ACIDE ACETIQUE [32] :

A partir des valeurs de la concentration en acide produit en fonction de la concentration en alcool consommé, le rendement en acide acétique est calculé selon la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{\text{Acide produit}(g/100ml)}{\text{Alcool consommé}(g/100ml)} \times 100 \dots (12).$$

Acide produit=acidité optimale atteinte-acidité initiale.

Alcool consommé=alcool initial – alcool résiduel.

CHAPITRE :V

"Résultats et discussions"

RESULTATS ET DISCUSSIONS DE LA PREMIERE PARTIE.

V-1-CARACTERISTIQUES MORPHOLOGIQUES DES DEUX VARIETES DE DATTES :

Les caractéristiques morphologiques des dattes de deux variétés étudiées sont représentées dans le tableau n°8 ci-dessous. Les résultats chiffrés sont la moyenne de 3 répétitions (\pm écart type).

Tableau n°8 : Caractéristiques morphologiques des deux variétés de dattes.

<p style="text-align: center;"><i>Mech-Degla.</i></p> <p>-Gestion du matériel végétal :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nom vernaculaire : <i>Mech-Dgela.</i> • Sens du nom : Datte qui n'est pas <i>Deglet-Nour.</i> <p style="padding-left: 20px;">Date de maturité : Octobre.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Date de récolte : Octobre-Novembre • Utilisation de la datte : Fraîche et conservée. • Mode de conservation : En sacs ou régimes. <p>-Description Morphologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stade de récolte : Tamar. • Forme de fruit : Ovoïde. • Couleur de la pulpe épicarpe : marron peu prononcé. • Couleur du mésocarpe : blanche. • L'aspect de l'épicarpe : Ridé, peu brillant et cassant. 	<ul style="list-style-type: none"> • La consistance : Sèche. • Texture : Fibreuse Farineuse. • Couleur du noyau : Marron. • Goût : Très bon.  <ul style="list-style-type: none"> • Masse totale du fruit (g) : $5,67 \pm 0,38$. • Masse de la pulpe (g) : $4,50 \pm 0,40$. • Longueur (cm) : $3,67 \pm 0,03$. • Largeur (cm) : $1,86 \pm 0,14$. • Masse du noyau (g) : $1,15 \pm 0,29$.
<p style="text-align: center;"><i>Degal-Beida.</i></p> <p>-Gestion du matériel végétal :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nom vernaculaire : <i>Degla-Beida.</i> • Sens du nom : Datte blanche. • Date de maturité : Octobre. • Date de récolte : Octobre • Utilisation de la datte : Non consommée fraîche, utilisée en confiserie. • Mode de conservation : En sacs. <p>-Description Morphologique :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stade de récolte : Tamar. • Forme de fruit : Ovoïde (sub cylindrique). • Couleur de la pulpe épicarpe : Jaune Orangée. • Couleur du mésocarpe : Beige. • L'aspect de l'épicarpe : Lisse et légèrement plissée. 	<ul style="list-style-type: none"> • La consistance : Demi molle (demi sèche). • Texture : Fibreuse. • Couleur du noyau : Marron à surface lisse. • Goût : Bon.  <ul style="list-style-type: none"> • Masse totale du fruit (g) : $6,48 \pm 0,94$. • Masse de la pulpe (g) : $5,09 \pm 0,68$. • Longueur (cm) : $4,21 \pm 0,22$. • Largeur (cm) : $2,02 \pm 0,01$. • Masse du noyau (g) : $1,34 \pm 0,24$.

Il ressort du tableau n°8 que les dattes des deux variétés diffèrent morphologiquement l'une de l'autre.

En effet, bien que la forme des dattes soit ovoïde pour les deux variétés étudiées, les dattes de la variété *Degla-Beida* sont plus allongées et plus volumineuses que celles de la variété *Mech-Degla*.

La couleur au stade Tamar des dattes *Mech-Degla* est marron foncé, comportant des stries au niveau de la partie supérieur du fruit.

Les dattes de la deuxième variété présentent une coloration marron plus accentué (ou bien marron rouge).

L'aspect plissé de l'épicarpe des dattes *Mech-Degla* augmente leur surface de contact avec l'air et fait que ces dattes soient plus sujettes à des altérations (dessèchement). Ce critère est toutefois un avantage lorsque le fruit est destiné au séchage (production de poudre de fruit par exemple)

La masse du noyau nous permet de déterminer le rapport masse du noyau / masse de la datte [47].

Le rapport masse du noyau / masse de la datte doit être le plus faible possible (compris entre 10 et 15 %) selon Othman [63]. Nous ne partageons pas totalement cet avis tenant compte de la valorisation possible du noyau qui offrirait plusieurs sous-produits dont entre autre l'huile à haute valeur nutritive.

Ce rapport est approximativement égal à 0,20 et 0,21 respectivement pour les dattes *Mech-Degla* et *Degla-Beida*.

Les dattes des deux variétés présentent un poids du noyau très élevé (1,15 ; 1,34 g) pour *Mech-Degla* et *Degla-Beida* respectivement.

Les dattes de la variété *Degla-Beida* présentent une masse en datte et en pulpe élevé (6,481 ; 5,098 g) comparativement à la deuxième variété qui présente un poids en datte de l'ordre 5,67 et 4,50 g respectivement.

Enfin, la qualité physique ou morphologique des dattes des deux variétés est conforme aux normes de l'arrêter ministériel [64].

V-2-RESULTATS DES ANALYSES MICROBIOLOGIQUES DES VARIETES DE DATTES.

Les résultats des analyses microbiologiques des deux variétés de dattes sont présentés dans le tableau 9 :

**Tableaux n° 9 : Résultats des analyses microbiologiques des dattes
(Colonies /ml).**

Variétés	Germes totaux (Colonies /ml).	Levures (Colonies /ml).	Moisissures (Colonies /ml).	Bactéries acétiques (Colonies /ml).
<i>Mech-Degla</i>	0	220	15.10^3	2300
<i>Degla-Beida</i>	0	550	260.10^3	27.10^3

L'évaluation de la valeur sanitaire par la recherche des germes pathogènes n'est pas nécessaire car il n'y a jamais de risques graves par la consommation des dattes à la récolte [65]. Par conséquent, le but de nos analyses est seulement le respect de la rigueur des normes et des tolérances admises.

Le tableau n° 9, nous montre que les dattes de la variété *Degla-Beida* présentent un taux élevé de levures et moisissures contrairement à *Mech-Degla*. Le pH de cette dernière (6,22) convient en principe au développement des levures et moisissures. Par contre *Degla-Beida* (pH= 5,21) est favorable au développement des bactéries acétiques d'où son taux élevé en ces dernières ($27. 10^3$ colonies/ ml). En outre, les données du tableau n° 9, nous permettent de dire que le taux des germes totaux est conforme aux normes préconisées par l'arrêté du 17 novembre 1992 [64].

Toutefois, l'arrêté de juillet 1994 [66], relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires préconise :

$M=10^3$ levures par gramme de dattes.

$M= 10^4$ moisissures par gramme de dattes.

M : étant le seuil maximal d'acceptabilité au delà duquel les résultats ne sont plus considérés comme satisfaisants, sans pour autant que le produit soit considéré comme toxique. Ces données nous permettent de dire que nos dattes présentent une bonne qualité microbiologique. L'analyse microbiologique de dattes n'a pas montré la présence de bactéries lactiques.

A ce propos, les études menées par Oueld–El-Hadj et al [60], ayant travaillé sur la production du vinaigre à partir de trois variétés de dattes, ont révélé que les bactéries acétiques *Acétobacters*, sont des souches locales existantes naturellement au niveau des dattes, en particulier celles de consistance molle.

V-3-RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DES DEUX VARIETES DE DATTES.

V-3-1-Analyse du pH :

La valeur du pH des deux variétés de dattes est présentée dans le tableau suivant :

Tableau n° 10 : pH du jus de deux variétés des dattes.

Variétés	pH à T=18 °C
<i>Degla-Beida</i>	5,21
<i>Mech-Degla</i>	6,22

Nous remarquons d’après ces résultats que la variété *Degla-Beida* est plus acide que *Mech-Degla*.

Ceci est en accord avec les résultats présentés dans la littérature. Selon Dowson et al [17], le pH des dattes est de 5,5 Rygg [40], associée à une bonne qualité un pH voisin de 6 et à une datte de mauvaise qualité un pH inférieur à 5.

D’après nos résultats, la diminution du pH aurait pour principale cause une augmentation de la température de stockage.

Lorsque le pH diminue, le goût des dattes devient acide au lieu de la saveur sucré, ce qui réduit considérablement la qualité initiale de la datte.

Selon les travaux de Matallah [67], le pH critique lors du stockage de la datte est de l’ordre de 5,8.

Il en ressort que, d’une manière générale, le pH des deux variétés de dattes étudiées se situerait entre les valeurs 5,3 et 6,3 caractérisant des dattes de qualité moyenne (dattes communes) [50].

Ce pH préjudiciable au développement des bactéries s’avère propice à la prolifération des levures et les moisissures [68].

Ceci est intéressant dans la mesure où la datte ne peut constituer un milieu favorable aux bactéries pathogènes.

En effet, les altérations provoquées par les levures et moisissures affectent surtout la qualité organoleptique [69].

V-3-2-La teneur en eau

Le tableau n° 11 nous donne les teneurs en eau des deux variétés de dattes.

Tableau n°11 : Teneur moyenne en eau des deux variétés de dattes.

Variétés	Humidité (%) g d'eau/ 100 g de matière fraîche
<i>Degla-Beida</i>	15,64
<i>Mech-Degla</i>	12,25

Le tableau n°11 montre que les deux variétés étudiées présentent des teneurs en eau moins élevées de l'ordre de 16 % pour *Degla-Beida* et de 12 % pour *Mech-Degla*. Ce qui indique que la variété *Mech-Degla* est relativement moins humide que la variété *Degla-Beida*.

A priori, les normes internationales CEE-ONU DF-08 [70] et Codex Alimentarius FAO/OMS CODEX STAN 143 [71], concernant la commercialisation des dattes exigent des limites du taux d'humidité de 26 % pour les variétés à saccharose (*Degla-Beida*) et de 30 % pour les variétés à sucres réducteurs. Nos variétés sont conformes à ces normes.

Par conséquent, cette différence généralement attribuée au facteur variétal au climat et au comportement du palmier dattier lui-même peut être expliqué dans notre cas en se référant à Aziza et al [72] par la déficience en eau de la datte compensée par une teneur élevée.

La teneur en eau de la pulpe de datte varie sensiblement selon les catégories des différentes variétés. Il est connu que la teneur en eau des dattes est étroitement liée à l'humidité du milieu. Donc, ces valeurs peuvent changer d'une région à une autre. Elles peuvent atteindre 10 à 40 % selon Booij et al [10]. D'où l'intérêt des investigations portant sur les isothermes de sorption pour les diverses variétés de dattes puisqu'elles permettent de rendre plus rationnelles les conditions de conservation.

Il est à noter que la teneur en eau varie beaucoup au cours de la maturation puisqu'elle décroît graduellement de la fin du stade Kimri jusqu'au milieu du stade Khâla où le ramollissement a déjà commencé.

Par contre, cette même teneur d'eau décroît rapidement au cours des stades Routab et Tamar [73].

Tableau n° 12 : Teneur en eau de quelques dattes d'Algérie [74].

Variétés	Stade	(%) d'eau
<i>Mech-Degla</i>	Tamar	16-18
<i>Degla-Beida</i>	Tamar	8-12
<i>Deglet-Nour</i>	Tamar	25-28

V-3-3-La teneur en cendres :

Le tableau n°13 nous donne la teneur en cendres des deux variétés de dattes

Tableau n°13 : La teneur en cendres des deux variétés de dattes en % de la masse de la pulpe fraîche.

Variétés	Teneur en cendres moyenne (%)
<i>Mech-Degla</i>	1,85
<i>Degla-Beida</i>	2,49

De nombreux auteurs Favier, Lambiote [75,76], affirment que la datte renferme des teneurs en cendres de l'ordre de 2%. Khatab et al [77], ayant travaillé sur des variétés Soudanaises trouvent des teneurs égales à 2,84%.

Selon Sawaya [78], les teneurs en cendres les plus élevées sont comprises entre 2 et 4%. Comparés à tous ces résultats bibliographiques. Les teneurs en cendres des dattes *Degla-Beida* présentent une teneur élevée 2,49% tandisque les dattes *Mech-Degla* présentent une teneur faible de 1, 85%. Cette différence peut être expliquée en partie par les conditions de fertilisation et d'irrigation de chaque palmier.

La teneur en cendres de la datte est dépendante des conditions de fertilité du sol de même que les palmiers bien irrigués donnent des dattes présentant une teneur en eau élevée par rapport aux palmiers mal irrigués. Des résultats similaires aux nôtres ont été obtenus par Baangoud et Shamshad, Bin-shana et al [42,79].

V-3-4-Les éléments minéraux :

Les résultats en éléments minéraux des deux variétés de dattes sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 14 : La composition en éléments minéraux des dattes des deux variétés étudiées (mg/100 g de dattes).

Variétés	K	Na	Zn	Fe	Cu	Mn	Ni	Cr	Cd	Pb
<i>Mech-Degla</i>	1600	52	1	0,3	0,29	0,3	<0,05	<0,05	<0,01	<0,01
<i>Degla-Beida</i>	2280	96	2,9	0,2	0,39	1,11	0,13	<0,05	<0,01	<0,01

De ces résultats il ressort :

1-Les teneurs en Fer des deux variétés de dattes sont presque égales à 0,3 et 0,2 mg pour 100 g de partie comestible (P.C).

Nos résultats semblent toutefois plus faibles que ceux de Othman [63], d'après lequel, les dattes contiendraient 3 mg de Fer /100g de pulpe fraîche. A titre d'exemple les abricots secs et les noix de coco en contiennent 5 mg pour 100 g de (P.C) [80].

2-La teneur en cuivre des dattes de la variété *Degla-Beida* est plus élevée (0,33 mg/100 de P.C) que de celle des dattes de la variété *Mech-Degla* (0,29 mg/ 100 de P.C).

En revanche les teneurs en cuivre enregistrées pour les dattes des deux variétés se situent dans l'intervalle donné par Favier [75] allant de 0,2 à 0,4 mg/100 g PC. *Degla-Beida* peut constituer une source intéressante en cuivre ainsi qu'en en zinc d'ailleurs.

3-Les deux variétés présentent de très faibles teneurs en Ni, Cr, Pb, Cd (éléments sous forme de traces).

4-Les dattes de la variété *Degla-Beida* sont caractérisées par une forte teneur en K que celle de la variété *Mech-Degla*. Les fortes teneurs en potassium caractérisent la composition des dattes en général [10].

5-La teneur en sodium des dattes de la variété *Degla-Beida* est plus élevée que chez *Mech-Degla*. Les dattes de la variété *Degla-Beida* constituent un bon apport en cet élément.

Ces résultats confirment en partie ceux publiés par Mohamed et al, Sawaya et al, ayant travaillé sur différentes variétés de dattes [81, 82].

La composition minérale des deux variétés peut influencer le processus fermentaire et faire ainsi varier la courbe de croissance des bactéries (levures et bactéries acétique).

Toutefois, les teneurs en éléments minéraux des deux variétés sont en général significatives, ce qui renseigne sur leurs bonnes valeurs nutritives. Ces éléments minéraux, ont pu être répartis en trois groupes selon leurs teneurs moyennes décroissantes [K], [Na, P, Mg, Ca], [Fe, Cu, Zn, Mn] et [Ni,Cr, Cd, Pb] sous forme des traces.

D'autres chercheurs Reynes et al [50], ayant travaillé sur des variétés Tunisiennes sont parvenus à la même classification avec toutefois des teneurs très faibles pour Fe, Cu et Mn.

V-3-5-L'acidité titrable :

Les résultats de l'analyse de l'acidité titrable des deux variétés sont donnés dans le tableau n° 15.

Tableau n°15 : Valeurs de l'acidité titrable des deux variétés de dattes en g d'acide malique/100 g du produit.

Variétés	Acidité titrable totale (g d'acide malique /100 g du produit).
<i>Mech-Degla</i>	0,522
<i>Degla-Beida</i>	0,955

Les deux variétés de dattes présentent une acidité titrable totale élevée qui se situe entre (0,52 et 0,95 g d'acide malique / 100 g de dattes) comparativement aux résultats de Youcef et al [83], ayant travaillé sur différentes variétés Egyptienne et pour lesquelles ils ont trouvé des valeurs comprises entre 0,1 et 0,2 % exprimée en acide malique.

Néanmoins, les valeurs obtenues demeurent assez faibles comparativement à celles relevées par Al-Farsi et al [84], qui ont trouvé une acidité titrable totale qui varie de 1,26 et 1,39 % exprimée en acide malique dans trois variétés de dattes cultivées à Oman.

Les différences notées peuvent être dues aux conditions agro climatiques subies par ces variétés, type du sol, fertilisation, origine géographique.

Toutefois, les résultats obtenus, sont comparables à l'acidité totale dans quelques fruits tels que les fraises (0,7 %) selon Pérez et al [85].

Il est important de savoir que l'acidité et le pH des dattes étudiées varient de manière inverse, ce qui est en accord avec les résultats d'autres chercheurs Hasnaâ et Hamouda [86], ayant travaillé sur vingt variétés de dattes Marocaines.

A ce titre, la littérature rapporte que les acides organiques sont des intermédiaires du métabolisme des dattes, qui se forment au cours de la croissance, la maturation et le stockage des dattes.

A ce propos, les études qui ont été menées par Siebert [87] signalent que la présence des acides organiques dans les dattes affecte les qualités organoleptiques, sensorielles et les caractéristiques du fruit.

V-3-6-Dosage des tanins :

La concentration en tanins des variétés de dattes est présentée dans le tableau n° 16 ci-dessous.

Tableau n° 16 : Valeurs des concentrations des tanins des deux variétés de dattes.

Variétés	Concentration des tanins (%).
<i>Mech-Degla</i>	0,98
<i>Degla-Beida</i>	3,20

Les tanins des dattes sont du type hydrosoluble selon Sawaya [82]. Leur présence est gênante dans la mesure où ils forment des complexes très colorés avec le Fer.

L'extrait de dattes *Mech-Degla* contient un taux très faible en tanins (1%). Par contre, l'extrait de dattes de la variété *Degla-Beida* est riche en tanins à un taux de (3,2 %). Cette teneur n'affecte en rien les fermentations ultérieures puisque le taux critique de 10% n'est pas atteint dans l'extrait de datte [88]. Pour un taux de tanins dépassant 10 %, les enzymes pectinases et cellulases seront inhibées [89].

V-3-7-Dosage de la cellulose :

Les teneurs en cellulose trouvées dans nos substrats sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau n °17 : Teneur de la cellulose des variétés de dattes.

Variétés	Cellulose (%MS)
<i>Mech-Degla</i>	1,21
<i>Degla-Beida</i>	3,26

Nos résultats pour *Mech-Degla* sont en accord avec ceux trouvés par certains auteurs qui estiment que la teneur en cellulose des dattes au stade Tamar ne dépasse pas 2 % [49]. Contrairement à *Degla-Beida* qui avec un taux de 3,26% du poids sec, peut constituer un bon apport en fibres.

Néanmoins, certains auteurs avancent des teneurs de l'ordre de 3,5% pour la variété *Degla-Nour*. Sawaya et al; Othman [78, 63], situent la teneur en cellulose dans la datte entre 2 et 4 %.

V-3-8-La conductivité électrique :

Le tableau n° 18 représente les valeurs de la conductivité électrique des dattes des deux variétés de dattes.

Tableau n°18 : La conductivité électrique des dattes des deux variétés.

Variétés	Conductivité électrique mohms/Cm à 20 °C.	TDS (g/l)
<i>Mech-Degla</i>	CE=2,845	1,5
<i>Degla-Beida</i>	CE=1,916	1,0

TDS : Taux de matière solubles lue par le même appareil de mesure de la conductivité.

A travers nos résultats, on remarque que la C.E , la plus élevée est observée pour la variété *Mech-Degla* (2,84 mhoms/Cm), contrairement à la deuxième variété 1,916 mohms/Cm).

D'après nos résultats, nous avons constaté une corrélation entre la conductivité et le taux des matières solubles TDS. La différence dans la C.E pour les deux variétés peut être due au fait qu'il existe une fraction des cendres qui n'est pas solubles dans HCl (fraction minérale non ionique). De plus le phénomène de complexion (interactions électrostatiques) peut provoquer une diminution dans la mobilité donc une diminution de la conductivité.

V-3-9-Analyse des sucres.

❖ Analyse des sucres saccharose (degré Brix) et le taux de glucose :

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

Tableau n° 19 : Taux de saccharose et de glucose des deux variétés de dattes.

Variétés	Saccharose (%) MS (°Brix)	Glucose (%) MS
<i>Mech-Degla</i>	51,4	20
<i>Degla-Beida</i>	30,36	40

D'après Dowson et Aten [47], les dattes molles sont à sucres réducteurs, les dattes sèches sont à saccharose et les dattes demi-molles occupent une position intermédiaire à l'exception toutefois de *Deglet-Nour*, qui est une variété à saccharose tout en étant classée demi-molles. Booij et al, confirment ces résultats à partir de cinq variétés [10].

Les résultats trouvés dans cette étude montrent que les dattes *Mech-Degla* sont riches en saccharose (51,4%). Par contre, *Degla-Beida* en présente une teneur inférieure (30 %).

En effet, la variété *Mech-Degla* connaît un dessèchement en peu de temps après sa récolte. La présence du saccharose pourrait être la principale cause de son durcissement selon Dowson et Aten [47].

La teneur en glucose la plus élevée est observée pour la variété *Degla-Beida* (40 % MS) et *Mech-Degla* (20 %MS). Les valeurs publiées par Acourene et Tama; Al-Hooti et al, sont en partie comparables à celles trouvées dans cette étude. Les différences notées peuvent être dues aux conditions agro climatiques subies par ces variétés pendant des campagnes de production très éloignées [90,91].

RESULTATS ET DISCUSSIONS DE LA DEUXIEME PARTIE.

V-4-ESSAI PRELIMINAIRE DE FORMULATION DU VINAIGRE SELON LA METHODE TRADITIONNELLE : APPLICATION A LA VARIETE MECH-DEGLA.

Nous avons effectué deux essais de formulation du vinaigre biologique tout en gardant la même recette préconisée par la pratique traditionnelle dans la région de M’Zab. Les conditions opératoires choisies sont décrites dans le tableau n°20.

Tableau n°20: Conditions opératoires.

Nature des dattes	Les conditions opératoires
Dattes entières <i>Mech-Degla</i>	-Bouteille en plastique de 1 L. -Rapport massique Dattes/eau 1/2. T= 25°C et 30°C. 01 perforation sur le couvercle pour l’aération.

V-4-1-Analyse de l’alcool :

La variation du taux d’alcool dans les deux milieux de dattes de *Mech-Degla* à 25 °C et à 30°C est présentée sur la figure n°8.

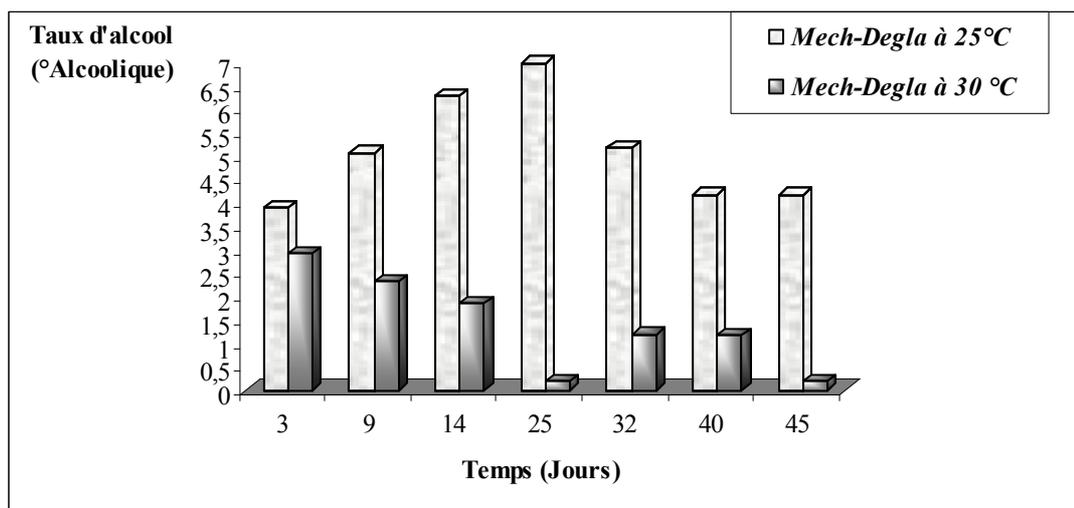


Figure n°8 : Evolution du taux d’alcool en fonction du temps et de la température dans les deux milieux de fermentation.

Comme on le voit, au bout de 3 jours de fermentation le milieu réactionnel révèle des quantités d'éthanol plus au moins importantes, soit 3,89° et 2,92° dans le liquide à base de dattes *Mech-Degla* à 25 °C et à 30°C respectivement. Durant cette période la concentration en sucres dans le liquide *Mech-Degla* à 25°C atteint un °Brix de l'ordre de 12,02 %. Par contre, le liquide à base de dattes *Mech-Degla* à 30 °C atteint un°Brix de l'ordre de 15,75 %.

- Nous avons constaté un degré alcoolique optimal très élevé dans le milieu à base des dattes *Mech-Degla* à 25 °C (7°) au bout de 25 jours puis il diminue pour atteindre à la fin de la fermentation une teneur en alcool résiduel de l'ordre 4,18°. On peut donc conclure que les levures sont inhibées à partir du 25^{ème} jours de fermentation et la production de l'alcool est cessée.

- La diminution de l'alcool ne se retrouve pas sous forme d'acides. Il est fort possible que ces derniers donnent des esters sans oublier évidemment la volatilisation possible de ces métabolites. Cependant, le milieu à 30 °C atteint une teneur en alcool résiduel 0,21° au bout de 25 jours, puis une reproduction d'alcool a été enregistrée. A la fin, une diminution a été observée pour atteindre le taux identique de 0,21°.

Des auteurs cités par Boughnou [32], signalent qu'il est conseillé de laisser en fin de fermentation 2/10 d'alcool non transformé pour empêcher la suroxydation de l'acide acétique produit. Tandis que la réglementation Algérienne prévoit que la teneur en alcool résiduel dans les vinaigres ne doit pas dépasser 0,5% [20].

V-4-2-Analyse de l'acidité :

Nous avons tracé la courbe de production d'acide acétique pour les deux milieux de fermentation à 25 °C et à 30 °C (figure n°9).

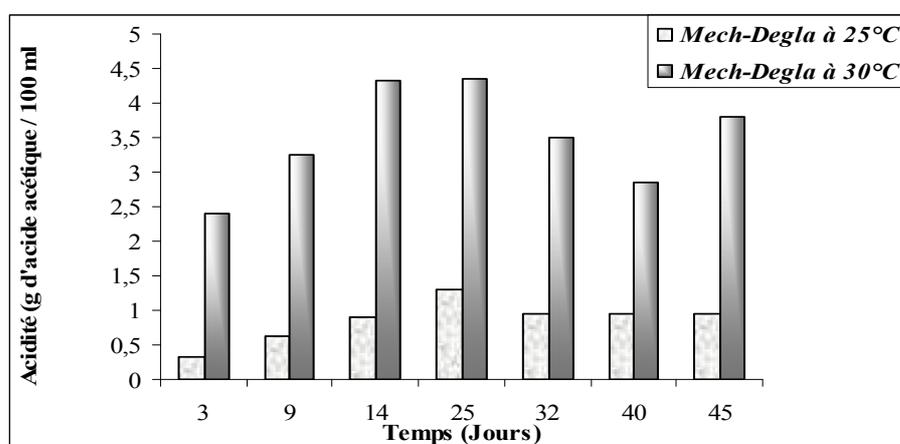


Figure n°9: Evolution de l'acidité totale pendant le processus de fermentation à 25 et 30°C.

Le suivi de la fermentation, nous a permis de constater les points suivants:

1- A la température de 25°C :

- Jusqu'au 25ème jours de fermentation : La faible production d'acide acétique évolue progressivement et lentement; au même temps a lieu la synthèse d'alcool. A l'évidence les conditions d'acétification ne sont pas réunies (température éventuellement).
- Après 10 jours : La production de l'acide acétique se stabilise pendant cette période.
- Au-delà de 25 jours (jusqu'au 32^{ème} jour) : Abaissement dans la quantité d'acide acétique qui se stabilise alors jusqu'au terme de l'expérience (45jours); à cette période correspond une dégradation de l'alcool à la même allure. Dans tous les cas les résultats nous semblent confirmer le savoir faire populaire puisque le 45^{ème} jours correspond à un maximum d'acide et à un minimum d'alcool.

2-A la température de 30°C :

- Au 3^{ème} jour de fermentation : La production d'acide acétique est importante. C'est une évolution inverse à celle de l'alcool.
- Au 12^{ème} jour : le taux d'acide acétique atteint son maximum 4,35% (action de bactéries acétiques).
- Au 25^{ème} jour : on trouve la teneur en acide inchangée. Ici les conditions d'acétification sont favorables (température essentiellement).
- Au 45^{ème} jour : Abaissement dans la quantité d'acide acétique avec une dégradation de l'alcool a été enregistrée (3,8%).

Une stabilisation de l'acétification plus une oxydation de l'éthanol, est la conséquence d'une très faible aération (l'acétification est bloquée). Ceci veut dire qu'en absence d'oxygène, les bactéries acétiques deviennent inactives et le processus de fermentation s'arrête ou devient trop lent [20].

L'abaissement de l'acidité avec une consommation de l'alcool qui serait du à une suroxydation, c'est-à-dire qu'au fur et à mesure de la transformation de l'éthanol en acide acétique, ce dernier est oxydé en gaz carbonique et eau [28, 92].

V-4-3-Analyse des sucres :

Nous avons tracé l'évolution du taux de saccharose (%) pour les deux milieux de fermentation sur la figure n°10.

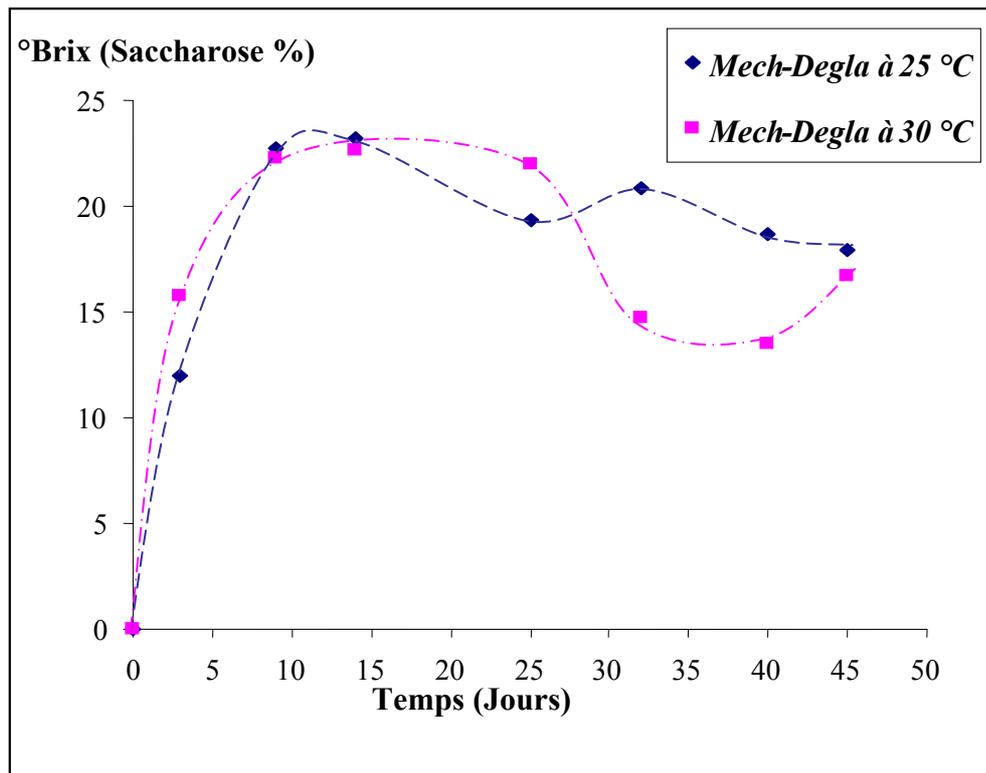


Figure n°10 : Evolution du taux de saccharose dans les deux milieux de fermentation.

Il s'avère que la diffusion des sucres dans les deux milieux de dattes *Mech-Degla* (dattes sèches) est identique durant les 14 premiers jours de fermentation. On atteint un °Brix de l'ordre de 23,25 % et 22,65 % pour le milieu à 25 °C et à 30°C respectivement. Cette teneur pourrait assez élevée d'être convertis en éthanol.

La concentration initiale en sucre est très importante car elle conditionne le taux d'alcool à la fin de la fermentation [33].

L'assimilation des sucres pour les deux milieux n'est pas complète car il reste toujours une quantité des sucres résiduels à des taux avoisinant de 17,91% à 16,67 % à 25 °C et à 30 °C respectivement. Ceci pourrait être en rapport avec l'activité métabolique des levures.

V-4-4-Calcul des rendements (correspondant au moment le plus favorable entre 14-25^{ème} jour de fermentation):

Nous avons pu estimer l'efficacité du processus en calculant le rendement de production du métabolite (acide acétique) et de la consommation du substrat (alcool éthylique).

Le rendement obtenu en acide acétique et la productivité pour chaque essai sont illustrés dans le tableau n°21 :

Tableau n°21 : Valeurs des rendements et la productivité de la fermentation acétique.

Vinaigre <i>Mech- Degla</i>	Acidité totale optimale (%)	Alcool résiduel (g/100 ml).	Rendement R (%)
T =25°C	1,308	4,18	64,8
T=30°C	4,35	0,21	71,95

Il ressort du tableau n°21, que les deux types de vinaigres présentent un rendement en acide acétique très différent avec un rendement maximum de l'ordre de 71,95 % à 30°C et 64,8 % à 25°C. Ces valeurs sont élevées au vu des résultats obtenus par Ould–El Hadj et al [60].

Toutefois, comparés aux autres valeurs citées par certains chercheurs, nos résultats sont légèrement faibles (80,7%) [11].

Cette différence est attribuée à priori au processus fermentaire lui-même (acétification en semi continu dans un réacteur, température de fermentation...), car comme dans tout processus biologique, la croissance et la métabolisation d'acide acétique est inhibée par le substrat et par les métabolites synthétisée.

V-5-EFFET DE L'ISOTHERMIE ET DE LA VARIETE DE FRUIT SUR LA FORMULAION D'UN VINAIGRE BIOLOGIQUE AUX DATTES.

Nous avons effectué deux essais de fabrication du vinaigre toute en gardant la même recette appliquée dans la région de M'Zab. Les conditions opératoires choisies sont décrites dans le tableau n°22.

Tableau n° 22 : Les conditions de la fermentation acétique.

Nature des dattes	Les conditions opératoires
Dattes entières <i>Mech-Degla</i> et <i>Degla-Beida</i>	-Bouteille en plastique de 1 L. -Rapport massique dattes / eau 1 / 2. T= 30°C. 01 perforation sur le couvercle pour l'aération.

V-5-1-Analyse du pH :

Nous avons représenté l'évolution de pH des milieux de fermentation en fonction du temps (figure n°11).

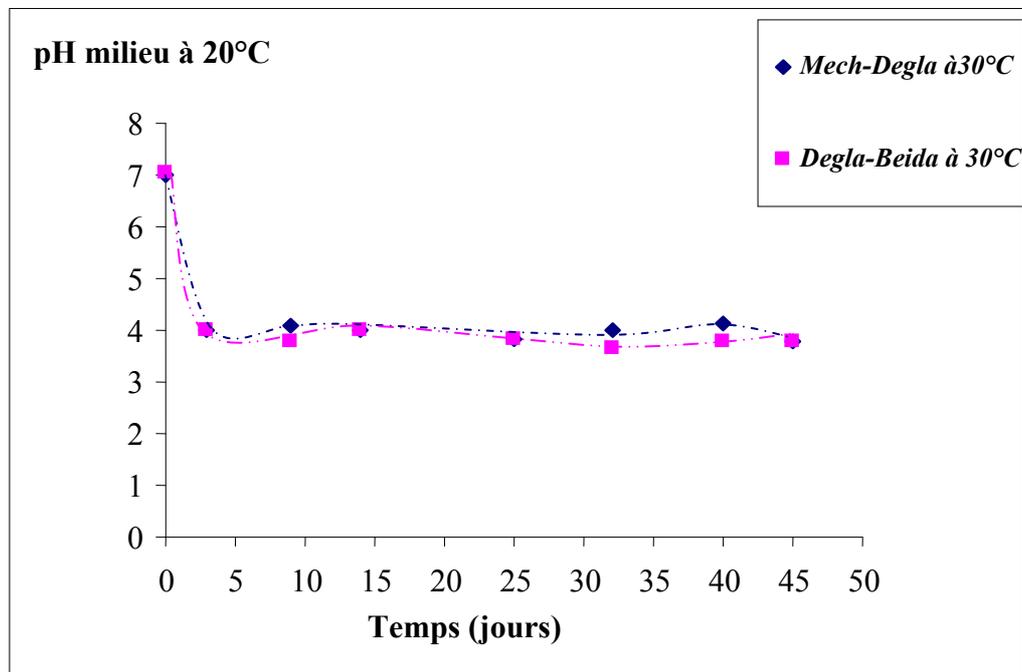


Figure n°11 : Evolution du pH en fonction du temps et de la variété de dattes.

La mesure du pH informe sur l'évolution de l'acidité du milieu en fonction du métabolisme des micro-organismes. Ce qui est très important à noter de ces résultats est la

diminution importante du pH au bout de 3 jours de fermentation dans les deux milieux de fermentation passant de 7 à 4 en moyenne.

L'abaissement du pH reflète l'activité des levures et les moisissures dans les deux liquides de fermentation.

D'après l'allure des courbes, il s'avère que le pH, se situe au dessus de 3 mais inférieur à 4. Les milieux réactionnels constituent un milieu favorable pour le développement des acidophiles (bactéries acétiques).

Toutefois, comparés aux autres valeurs citées par certains chercheurs, nos résultats sont en accord avec les résultats des travaux antérieurs présentés par Boughnou [32] et Ouled-El-Hadj et al [60].

V-5-2-Fermentation alcoolique et acétique :

Les courbes de variation des taux d'alcool (figure 12) et d'acide acétique (figure 13) permettent de tirer les informations suivantes :

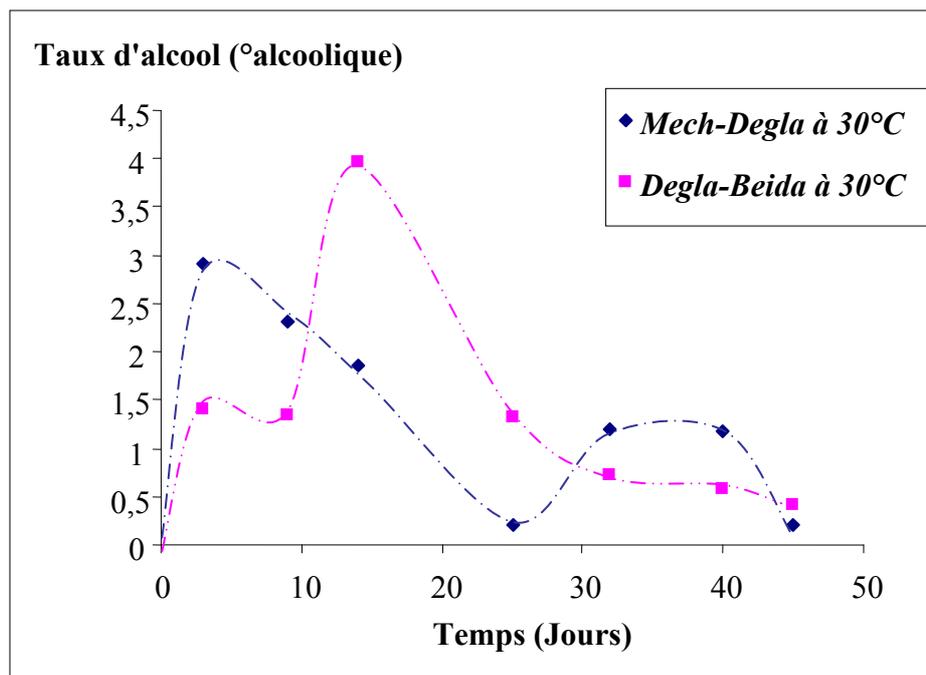


Figure n°12 : Evolution du taux d'alcool dans les deux milieux de fermentation.

A/ Formation de l'alcool (fermentation alcoolique).

1) Comme aux conditions ambiantes, les courbes présentent essentiellement trois phases pour les deux variétés;

2) La première phase est quasi- instantanée pour les deux variétés;

3) La teneur maximale en alcool est de 3° (après 3 jours) pour *Mech-Degla* et 4° (après 14 jours) pour *Degla-Beida*. C'est à ce niveau que devrait intervenir une oxygénation.

4) La courbe correspondant à *Mech-Degla* présente un deuxième maximum au 32^{ème} jour;

5) A la fin de la fermentation (après 45 jours) le degré alcoolique est de moins 0,5° pour *Mech-Degla* et pour *Degla-Beida*.

Ould El Hadj et ses collaborateurs [60], qui ont travaillé sur la production artisanale du vinaigre à base des dattes, sont arrivés à atteindre un degré alcoolique maximum pour le vinaigre de Hamraya 4,9°, vinaigre à base de Hoef 3,61 ° et le vinaigre à base de Hrchaya 3,75°.

Notons que la concentration en sucre dans le milieu réactionnel influe considérablement sur le métabolisme microbien. En effet, à des concentrations élevées le glucose, le fructose ou le mannose réprime la respiration cellulaire sous aérobiose. Il conduit à une diminution de la consommation en oxygène et donc à l'accumulation de l'éthanol en anaérobiose (absence d'acétification) Bourgeois et Larpent [29]. Verbinal et al [94], ont suggéré une valeur la plus favorable pour la majorité des levures de 10 à 15 %.

A cela s'ajoute l'effet de la température. Elevée (30°C), cette dernière augmente à la fois la perméabilité des membranes des levures la vitesse de consommation des sucres et l'absorption des acides aminés. Il en est de même pour les vitesses de production d'éthanol et dioxyde de carbone [95].

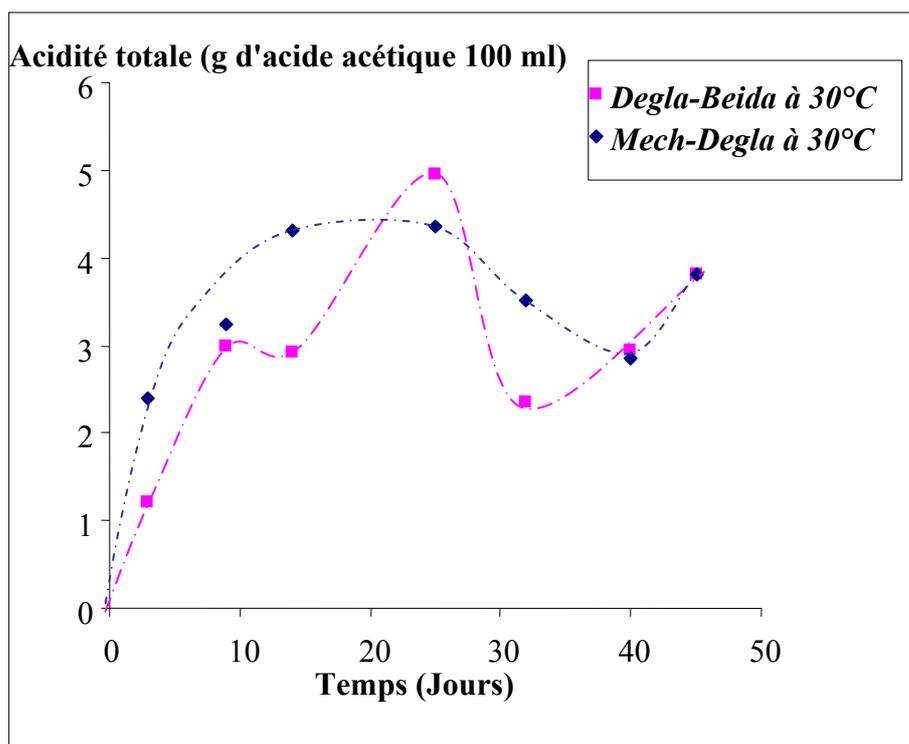


Figure n°13 : Evolution de l'acidité totale en fonction du temps et la variété de dattes.

B/ Formation de l'acide acétique (acétification) :

1) Allure générale semblable à celle de l'alcool et pour les deux variétés de dattes : présence de maximum (5 % au 25^{ème} jour pour *Degla-Beida*) et d'un palier (4,35% du 14^{ème} jour au 25^{ème} jour pour *Mech-Degla*).

2) Il y a une bonne corrélation dans la formations des deux métabolites dans le cas de *Mech-Degla* : les maximums en alcool (3^{ème} jour avec 2,98° et 35^{ème} jour avec 1,15°) correspondent aux minimums en acide acétique tandis que le creux de la courbe de formation d'alcool (25^{ème} jour) correspond au maximum en acide.

3) On ne retrouve pas cette corrélation dans le cas de *Degla-Beida* mais le maximum en acide acétique est atteint au 25^{ème} jour.

4) La teneur maximale en acide acétique est de 4% (après 14 - 25 jours) pour *Mech-Degla* et 5% (après 25 jours) pour *Degla-Beida*. C'est à ce moment qu'il convient d'arrêter le processus fermentaire. D'autant plus qu'à ce niveau le degré alcoolique est minimal.

5) Après 45 jours la teneur en acide acétique baisse à 3,8% pour les deux fruits.

Par ailleurs, il est important de noter que :

La production d'acide acétique dans le cas du vinaigrier traditionnel est un processus combiné en une fois. En même temps que la production d'alcool, il y a synthèse d'acide acétique par oxydation de l'éthanol ou probablement comme métabolite secondaire.

C'est une transformation en désordre où une multitude de flore bactérienne intervient.

De même, l'action de l'effet additionnel des levures, des acétobacters et moisissures, donne au milieu un aspect plus concentré et trouble. Les conditions de fermentation en vinaigrerie traditionnelle telle qu'en anaérobie, diminuent le pouvoir fermentaire des acétobacters, avec prolifération d'autres micro-organismes. De ce fait, l'acide acétique peut avoir plusieurs origines :

Provenir de l'oxydation de l'éthanol par les *acétobacters*.

Un produit secondaire formé par les levures au cours de la fermentation [36].

V-5-3-Analyse des sucres :

Les courbes des figures 14 et 15 donnent la cinétique de variation de saccharose et le taux du glucose en fonction de la variété de dattes.

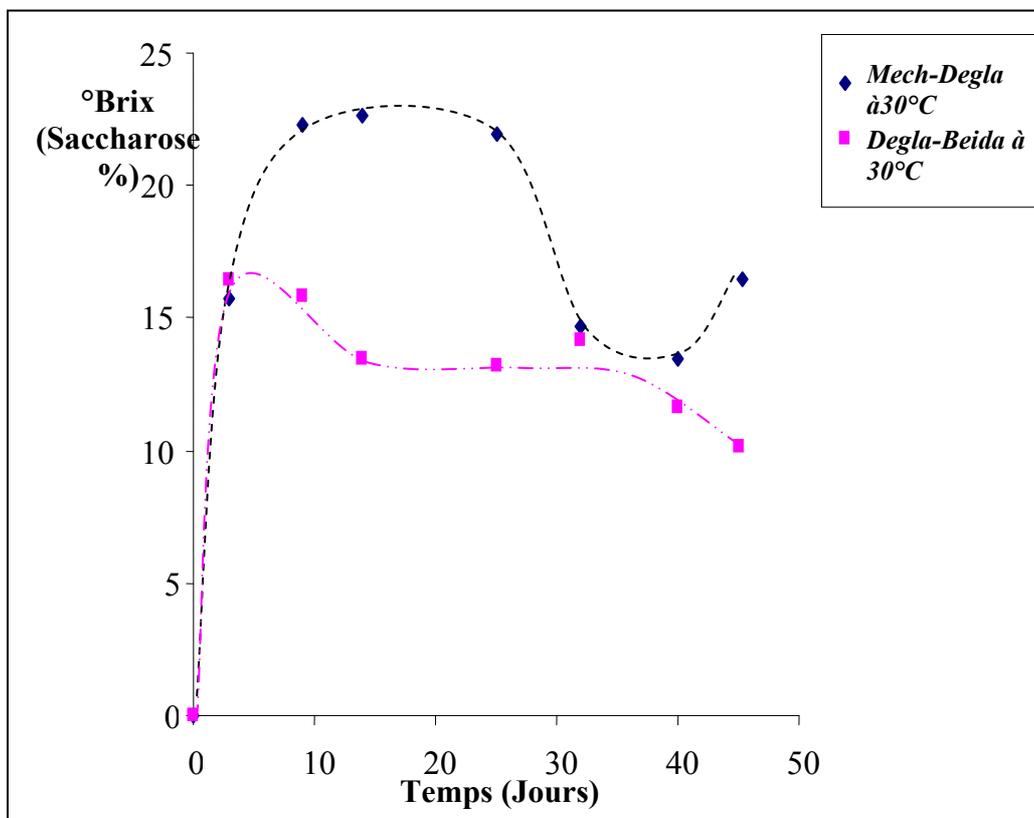


Figure n°14 : Evolution du taux de saccharose dans le milieu de fermentation des deux variétés de dattes.

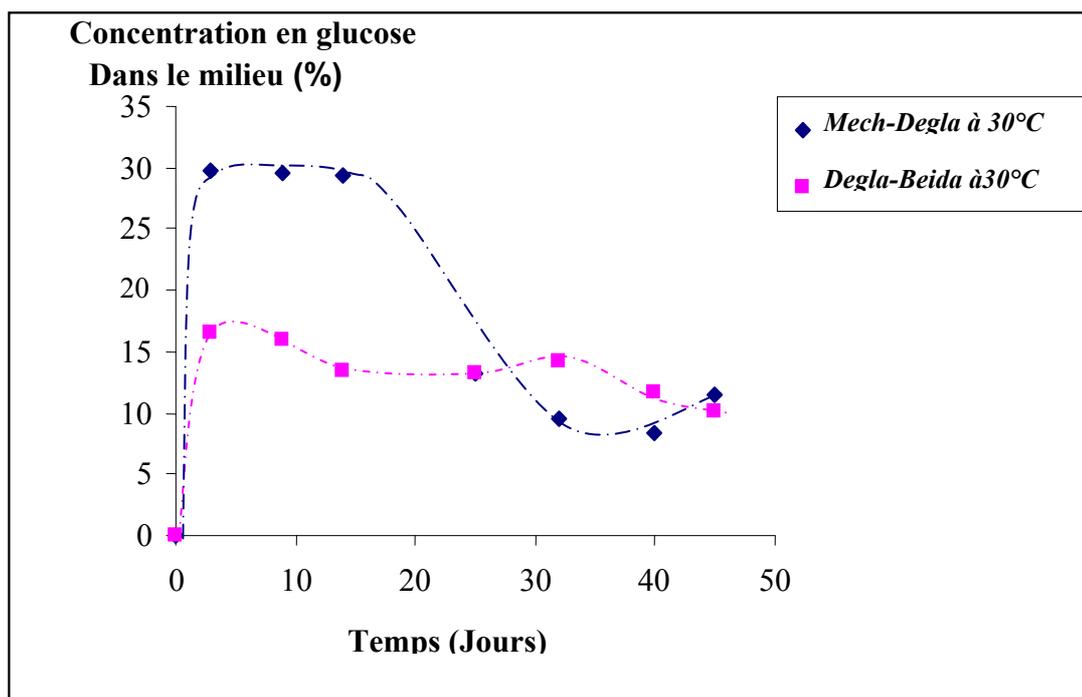


Figure n°15 : Evolution du taux de glucose dans le milieu de fermentation des deux variétés de dattes.

De ces figures il ressort une forme générale identique de l'évolution des sucres dans la phase liquide (comparable à celle de l'alcool et de l'acide) pour les deux variétés de fruit avec possibilité de distinguer très nettement trois phases :

- 1- Phase de croissance qui est instantanée pour les deux variétés de fruit et pour les deux sucres.
- 2- Phase de stabilité. Elle est plus courte et se situe à un niveau de 30% pour *Mech-Degla* 15% pour *Degla-Beida* concernant le glucose. La concentration de palier est un peu moins importante pour le saccharose et pour les deux variétés.
- 3- Phase de décroissance.

La texture des fruits peut être, en partie, la cause de cette cinétique de diffusion des sucres : le tissu de *Degla-Beida* devient vite pâteux et bloque le mouvement des molécules de sucres. L'autre raison principale étant évidemment la consommation des sucres par les levures et les bactéries.

On peut également remarquer que la diffusion des sucres est proportionnelle à leur concentration initiale dans les dattes : le saccharose plus concentré dans la datte passe dans le

milieu plus concentré (datte) au milieu le moins concentré (eau). Ensuite en terme d'intensité de diffusion vient le glucose puis le fructose [96].

L'importante teneur en sucres fermentescibles (glucose) de *Mech-Degla* (39,4% contre 13,5% pour *Degla-Beida*) peut expliquer du moins en partie sa disponibilité à la fermentation alcoolique.

D'ailleurs, la concentration en sucres fermentescibles d'un moût de fermentation industriel se situe entre 10 et 17 %. Nous insistons sur cette concentration initiale est très importante car elle conditionne le taux d'alcool à la fin de la fermentation [33].

V-5-4-Paramètres physico-chimiques des vinaigres obtenus :

Le tableau 23 récapitule les caractéristiques physico-chimiques des vinaigre recueillis après 45 jour de fermentation.

Tableau n° 23 : Quelques paramètres physicochimiques des deux vinaigres obtenus.

Paramètres	Vinaigre <i>Mech-Degla</i>	Vinaigre <i>Degla-Beida</i>
pH	3,80	3,83
Matière sèche (%)	19,83	12,39
Cendre (%)	0,34	0,94
(Brix°)	16,67 à 22 °C	15,70 à 22 °C
CE (millisiemens)	5,425	9,778
Acidité optimale (%)	4	5
Alcool résiduel °	0,21	0,42

Globalement les paramètres analysés sont identiques pour les deux vinaigres à l'exception la matière sèche et les cendres dont le taux est plus élevé dans le cas de *Degla-Beida* et corrèle assez avec CE. Il convient de rappeler que le mélange réactionnel est additionné de sel de cuisine.

Les autres sources possibles en minéraux sont l'eau de robinet, les additifs mis en jeu, les noyaux, les impuretés...

Concernant les valeurs en matière sèche, le vinaigre de *Mech-Degla* présente une teneur relativement plus élevée égale à 19,83 % par rapport à celui de *Degla-Beida* (12,39%).

De plus, les valeurs obtenues dans les différentes solutions de vinaigres sont très importantes même après la filtration. Cette forte teneur en matière sèche peut provenir

essentiellement de la richesse des vinaigres étudiés en sucres (16,67 % pour le vinaigre de *Mech-Degla* et 15,70 % pour le vinaigre de *Degla-Beida*).

Ces valeurs semblent intéressantes en les comparant avec celles citées par Ould El Hdj et al [60].

A titre d'exemple, le vinaigre de cidre contient plus de trente éléments nutritifs importants, une douzaine de minéraux et plus d'une demi douzaine de vitamines et acides ainsi que plusieurs enzymes. De plus, il contient une bonne dose de pectine, ce qui est bon pour le cœur [97].

V-5-5-Résultats des analyses des éléments minéraux des deux vinaigres :

Nous avons effectué une analyse des éléments minéraux des vinaigres de dattes. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau 24.

Tableau n°24 : Teneurs en éléments minéraux des deux vinaigres obtenus (mg/l).

Vinaigres	Zn	Cu	Fe	Mn	Ni	Cd	Cr	Pb
<i>Mech-Degla</i>	8,10	0,20	1,30	0,40	<0,06	<0,01	<0,05	<0,010
<i>Degla-beida</i>	6,70	0,17	1,4	1,1	<0,06	<0,01	<0,05	<0,010

En général les teneurs en éléments minéraux des deux vinaigres sont conformes avec les concentrations préconisées par le Journal Officiel Algérien [20]. De plus, le deux vinaigres constituent un bon apport en Fer et en Zn. Ce dernier étant l'élément dominant de la fraction minérale des deux vinaigres obtenus.

La datte peut être considérée comme étant un élément riche en fer et donc vivement conseillé aux sujets prédisposés aux anémies ferriprives. Sachant que les besoins quotidiens en Fer se situent entre 10 et 15 mg par jour pour un homme et 15 à 30 pour une femme Zitoun et al; [98].

V-5-6-Calcul des rendements (correspondant au moment le plus favorable 25^{ème} jours de fermentation):

Le rendement obtenu en acide acétique et la productivité pour chaque essai sont illustrés dans le tableau n°25 :

Tableau n° 25 : Rendements en acide acétique et productivité.

Variétés des dattes	Acidité optimale (%)	Acidité initiale (%)	Alcool initial (g/100 ml)	Alcool résiduel (g/100 ml).	R (%)	Productivité (g/100 ml/h)
<i>Mech-Degla</i>	4,35	2,4	2,92	0,21	71,95	0,016
<i>Degla-Beida</i>	4,95	2,91	3,97	0,42	57,46	0,021

Il ressort du tableau n°25 que les deux types de vinaigres présentent un rendement en acide acétique très différent : 71,95 % pour le vinaigre de *Mech-Degla* et 57,47 % pour le vinaigre de *Degla-Beida*. Ces valeurs sont élevées au vu des résultats obtenus par Ould –El Hadj et al [60].

Quant à la productivité elle est légèrement supérieure dans le cas du vinaigre à base de *Degla-Beida* avec une valeur de 0,021 g/100 ml/h .

Toutefois ces valeurs sont inférieures à celles trouvées par certains chercheurs (80,7% avec 0,04 °/h) [32].

V-5-7-Tests organoleptiques:

La figure n°16 ci-dessous présente la photographie des deux vinaigres obtenus pour lesquels nous avons effectué quelques tests organoleptiques (Tableau 26).



Figure n° 16 : Photos des vinaigres des deux variétés de dattes.

Les résultats du test organoleptique sont regroupés dans le tableau n°26:

Tableau n °26 : Critères organoleptiques des vinaigres de dattes.

Vinaigres après 45 jours De fermentation	Couleur		Goût		Aspect		Odeur	
	M	B	M	B	M	B	M	B
Avant filtration	Marron	Brun foncé	Acide	Acide	Trouble	Trouble	Acétique	Acétique
Après filtration	Marron clair	Rouge ombré	Acide	Acide	claire	Claire	Acétique	Acétique

M: variété de *Mech-Degla* ; B: variété de *Degla-Beida*.

Le vinaigre obtenu après la maturation contient des matières colloïdales qui rendent la filtration difficile, ces matières colloïdales sont des pectines et des tanins.

Après une décantation, le vinaigre a été conservé à 4 °C. Nous avons observé après un certains temps la formation des disques visqueux (mère du vinaigre) au fond de la bouteille. Les observations au microscope, nous ont révélé qu'il s'agissait des cellules des bactéries formant des amas (mère du vinaigre).

V-5-8-Résultats des analyses microbiologiques du vinaigre au cours de la fermentation.

Le tableau n°27, nous donne le nombre de colonies par ml en fonction du temps de fermentation dans les deux types vinaigres. Les dilutions sont de 8 fois.

Tableau n°27 : Résultats des analyses microbiologiques des vinaigres obtenus.

Temps de fermentation (jours).	Bactéries acétiques (Colonies /ml).		Levures (Colonies /ml).		Moisissures (Colonies /ml).	
	M	B	M	B	M	B
3	3. 10 ⁴	4.10 ⁵	7.10 ⁵	49.10 ⁶	1900	60.10 ³
9	Ind.	Ind	Ind	Ind	6.10 ⁴	90.10 ⁶
14	ind	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind
25	"	"	"	"	"	"
32	"	"	"	"	"	"
40	"	"	"	-	Ind+13 champignons	23.10 ⁶
45	8.10 ⁸	3.10 ⁸	3.10 ⁸	-	10 ⁸	-

L'analyse microbiologique n'a pas montré la présence de bactéries lactiques.

Les indications du tableau suggèrent en outre les stades successifs d'évolution de la biomasse suivants :

1-Phase de latence durant de 3 jours de fermentation : On constate une croissance importante de la flore dans les deux milieux de dattes.

Cette croissance est causée d'un côté par l'existence des cellules initialement dans les dattes et d'un autre côté aux conditions optimales de croissance (T optimale, concentration en sucre élevée).

2-Phase d'accélération (3 jours-9 jours) : Caractérisée par un accroissement très rapide de cellules. On atteint un nombre indénombrable des cellules qui est en relation avec l'apport du substrat et les nutriments tout en synthétisant les enzymes nécessaires à la croissance. Ce qui provoque la production d'alcool en métabolisant les sucres en éthanol par les levures, en même temps une acétification de ce dernier en acide acétique par les bactéries acétiques.

3-Phase de seconde croissance (9 jours-40 jours) : Le nombre des cellules reste indénombrable, se traduisant par une consommation des sucres. Cette phase correspond au déclenchement du métabolisme secondaire des champignons (dans le milieu à base de *Mech-Degla*), induit par une concentration importante des sucres dans le milieu [99].

4-Phase de déclin au delà de 40 jours : La diminution progressive du nombre des cellules et de la consommation des sucres.

Globalement l'évolution de la biomasse corrèle avec la synthèse des principaux métabolites (alcools et acides).

V-5-9-Analyse des vinaigres et les deux variétés de dattes par CGMS :

Les échantillons suivants après avoir subis une filtration, ont été soumis à une CPG en couplage avec SM :

- Jus de dattes *Mech-Degla* ;
- Jus de dattes de *Degla-Beida* ;
- Vinaigre de *Mech-Degla* obtenu après 45 jours de fermentation ;
- Vinaigre de *Degla-Beida* obtenu après 45 jours de fermentation ;

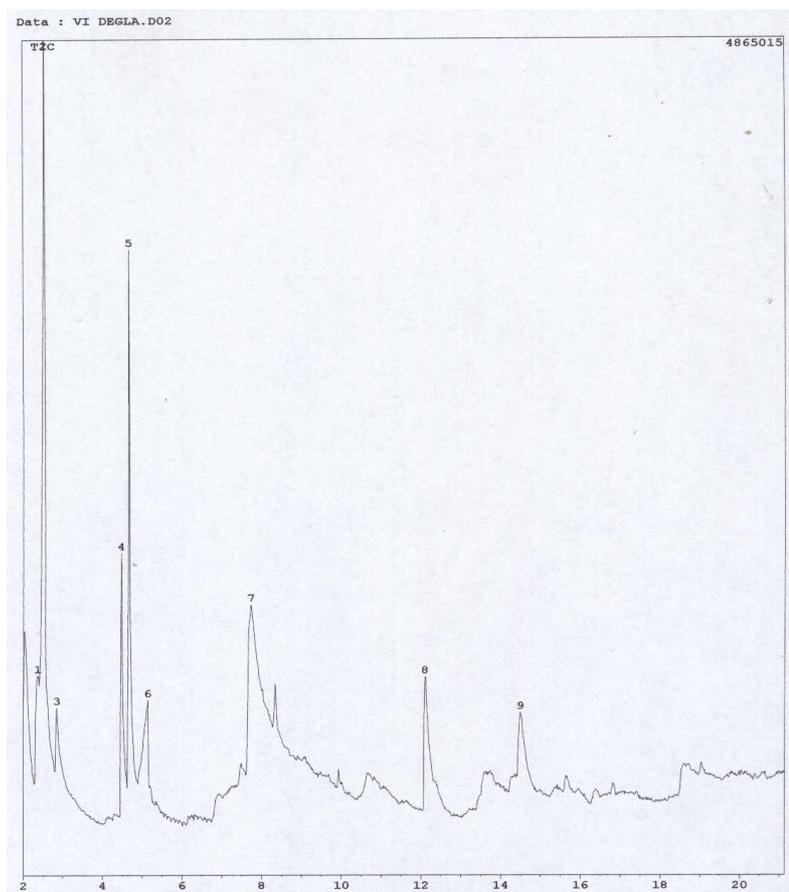
Les conditions d'analyse sont présentées dans le tableau suivant n°28.

Tableaux n°28 : Conditions de l'analyse par CGMS.

Paramètres	Conditions opératoires
Quantité injectée	0,2 μ l
Dimensions de la colonne	3 * 0 0,25
Type de colonne	Apolaire SPB5 (5%de polarité MS)
Phase stationnaire	Polyméthyl siloxane (95%) et phényle (5%)
Température de l'injecteur	280 °C
Vitesse de détecteur	8 °C /mn
Bombardement	RIE-70ev

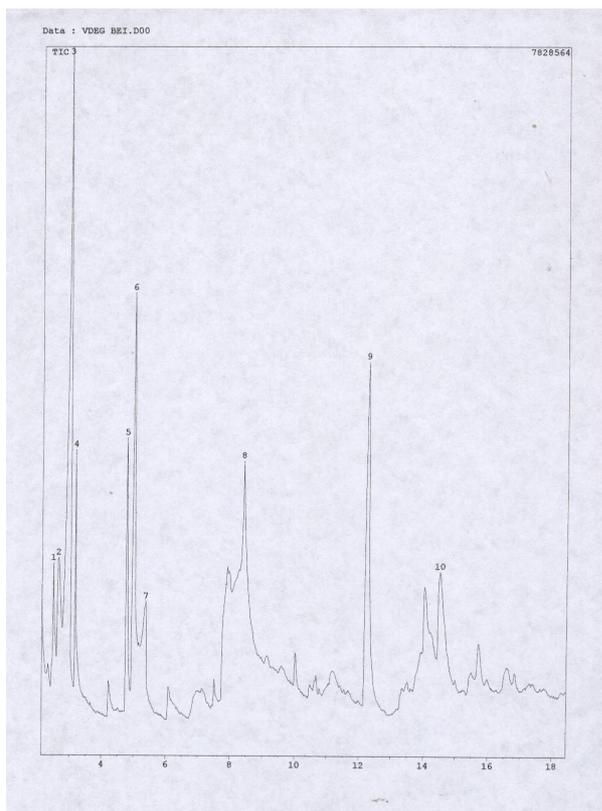
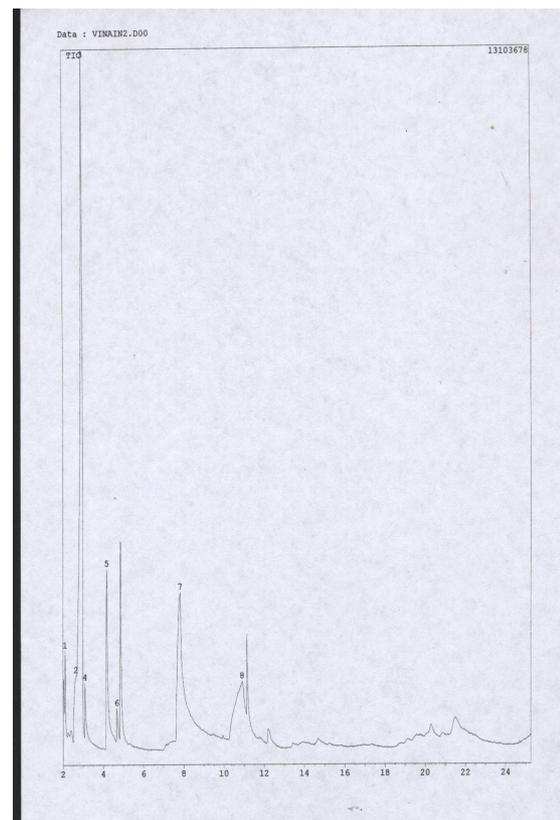
Les listes des composés organiques (alcools et acides organiques...) présents dans les échantillons analysés, leurs temps de rétention et leurs formules chimiques sont donnés dans les tableaux n° 29, 30 et 31.

Les figures n° 17,18 et 19 présentent les spectres obtenus pour le jus de dattes *Degla-Beida* et les deux types de vinaigres.

Figure n°17 : Spectre obtenu par CGMS (Cas du jus de la datte *Degla-Beida*).

Tableaux n°29 : Résultats de l'analyse du jus de dattes *Degla-Beida* par CGMS.

N° pics	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Probabilité (%)	Formule chimique
1	2,367	Acétaldéhyde-hdroxy	94	C ₂ H ₄ O ₂
2	2,536	Acide acétique	98	C ₂ H ₄ O ₂
3	2,850	Acide acétique anhydride	89	C ₃ H ₆ O ₂
4	4,473	2-3 Butandiol	96	C ₄ H ₁₀ O ₂
5	4,659	1-3 Butandiol	94	C ₄ H ₁₀ O ₂
6	5,134	Acide Butanoique	89	C ₄ H ₈ O ₂
7	7,727	1,2-Propanediol 3-methoxy	83	C ₄ H ₁₀ O ₃
8	12,100	4H-Pyran -4 One 2-3 dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl	89	C ₆ H ₈ O ₄

Figure n°18: Spectre CGMS (Cas du vinaigre de *Degla-Beida* Après 45 jours de fermentation).Figure n°19 : Spectre CGMS (Cas du vinaigre de *Mech-Degla* Après 45 jours de fermentation).

Tableaux n°30 : Résultats de l'analyse du vinaigre *Degla-Beida* par CGMS.

N° pics	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Probabilité (%)	Formule chimique
1	2,479	Acide Formique	93	CH ₂ O ₂
2	2,635	Acétaldéhyde	96	C ₂ H ₄ O ₂
3	3,002	Acide Acétique	97	C ₂ H ₄ O ₂
4	3,167	2-Propanone 1-hydroxy	96	C ₄ H ₁₀ O ₂
5	4,760	1-3 Butandiol	95	C ₄ H ₁₀ O ₂
6	4,987	2 Butanol	92	C ₄ H ₈ O ₂
7	5,367	Acide Formique 1 méthyl ester	81	C ₃ H ₆ O ₃
8	8,394	2-Propanone, 1,3 dihydroxy	89	C ₃ H ₆ O ₃
9	12,254	4H-Pyran -4 One 2-3 dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl	89	C ₆ H ₈ O ₄

Tableaux n°31 : Résultats de l'analyse du vinaigre *Mech-Degla* par CGMS.

N° pics	Temps de rétention (mn)	Nom du composé	Probabilité (%)	Formule chimique
1	2,103	Etyle-Acétate	95	C ₄ H ₈ O ₂
2	2,650	Acide Acétique	90	C ₂ H ₄ O ₃
3	2,968	Acide Acétique	96	C ₂ H ₄ O ₃
4	3,100	2-Propanone 1-hydroxy	95	C ₃ H ₆ O ₂
5	4,178	Propylène glycol	97	C ₃ H ₈ O ₂
6	4,681	1,3 Butandiol	97	C ₄ H ₁₀ O ₂
7	7,820	Ethanol	92	C ₃ H ₈ O ₂
8	10,914	Glycerine	93	C ₃ H ₈ O ₃

Différents composés organiques sont naturellement présents dans le matériel végétal : esters, acides organiques, alcool, aldéhydes et cétones. Cela confirme la fermentation alcoolique précoce du fruit de dattes et la complexité des processus chimiques qui l'accompagnent : oxydation de l'alcool (formation des aldéhydes ou des cétones) et décarboxylation des sels des acides organiques conduisant la formation des cétones. Les aldéhydes peuvent se polymériser et précipiter au repos. La présence de la glycérine (triol) dans le vinaigre de *Mech-Degla* est une preuve de la complexité des réactions ayant lieu durant la double fermentation alcoolique et acétique qui est à la base de la préparation du vinaigre de dattes par le procédé traditionnel.

On peut noter que Reynes et al [100], en utilisant les méthodes de l'extraction au pentane et de piégeage, Torres et al [101] ont identifié 25 composés appartenant principalement aux alcools et aux aldéhydes, tan disque Jaddou et al [102], en utilisant les méthodes de distillation à basse température et à pression réduite et la chromatographie en phase gazeuse, ont identifié des acides gras libres volatils et des phénols.

Mohamed et al [81] ont identifié 6 acides organiques dans trois variétés de dattes de Oman (acide succinique, iso-butyrique, citrique, oxalique, formique et malique); Harrak et al [103] ont identifié 45 composés volatils dans les huit variétés de dattes Marocaines.

Il apparaît également d'importantes différences entre les composés organiques identifiés dans les dattes de *Degla-Beida* et ceux rencontrés dans la littérature.

- ❖ 4 Alcools aliphatiques (Aldéhyde hydroxy ; 2,3 Butandiol; 1-2 Propanediol 3-methoxy ; 1,3 Butandiol : sont nouvellement identifiés.
- ❖ Trois nouveaux acides (Acide Acétique-Acide Acétique anhydride et l'Acide Butanoïque.
- ❖ Deux nouvelles Cétones ont été identifiées (4H-Pyran-4-One2-3 dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl et 2-Propanone, 1-hydroxy).

L'analyse (par CGMS) des spectres relatifs aux vinaigres obtenus après 45 jours de fermentation et aux dattes *Degla-Beida* transformées en jus révèle une prédominance de l'acide acétique : 19,95% (vinaigre *Mech-Degla*), 53,02 % (vinaigre *Degla-Beida*) et 26,01% (*Degla-Beida* transformée en jus). Les autres composés tels que : Acide Formique Acétaldéhyde, 1-3 Butandiol, 2-Propanone 1-hydroxy.... sont présents en quantités infimes.

V-6-ETUDE DE L'EFFET DE L'AERATION SUR LA QUALITE DU VINAIGRE.

L'aération d'un milieu de fermentation a un double avantage : apporter l'oxygène nécessaire à la respiration et évacuer le CO₂ produit par le métabolisme microbien [30].

L'autre intérêt de l'injection de l'air dans les milieux de fermentation réside dans le fait que si on augmente le taux d'aération, le taux de contact augmente entre le milieu de fermentation et l'activité des bactéries, ce qui a comme avantage une meilleure acétification c'est à dire meilleure transformation de l'alcool en acide acétique dans un temps très réduit.

Pour ce faire, nous avons utilisé des milieux de fermentation déjà incubés à 30 °C pendant 14 jours (temps correspondant au maximum degré alcoolique).

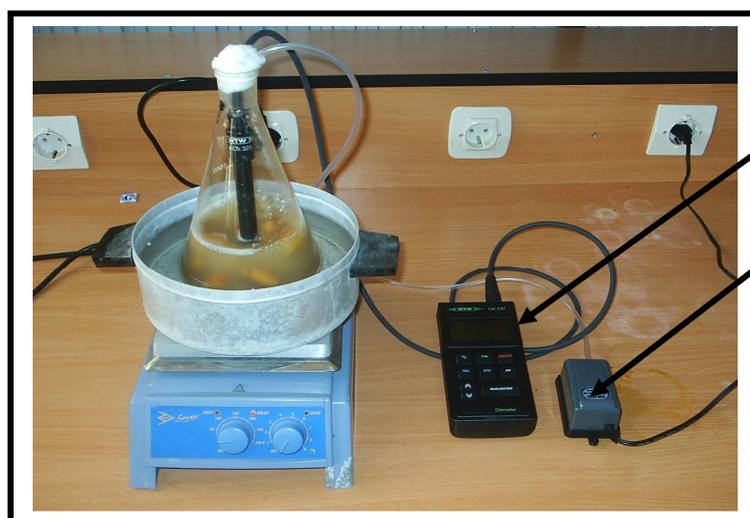
L'aération des deux milieux s'effectue à l'aide d'une pompe à air (aquarium) pendant quatre heures tout en utilisant un oxymètre de saturation en oxygène de type (OXT 330 WTW). La photographie de la figure 20 illustre le dispositif expérimental.

Afin de montrer l'effet de l'aération, nous avons respectés les mêmes conditions opératoires que précédemment et elles sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

Tableau n°32 : Les conditions opératoires le l'essai de l'aération.

Nature des dattes	Les conditions opératoires
Dattes entières <i>Mech-Degla</i> et <i>Degla-Beida</i>	-Bouteille en plastique de 1 L. -Rapport massique dattes /eau 1/ 2. T= 30°C. 1 perforation d'environ 1mm sur le couvercle du récipient pour l'aération. Pompe à air (220-1,2 w ; 50Hz -1,2 Hz). Oxymètre de saturation en O ₂ (3 mg/l).

L'ensemble des résultats obtenus pour chaque essai est donné dans le tableau n°33



Oxymètre de saturation en O₂

Pompe à air

Figure n°20 : Le système d'aération adopté.

Tableau n°33 : Résultats physicochimiques des vinaigres obtenus après quatre heures d'aération.

Paramètres physicochimiques	Vinaigre de <i>Mech-Degla</i>	Vinaigre de <i>Degla-Beida</i>
pH à 25 °C	3,71	3,39
Acidité de l'échantillon pré incubé pendant 14 jours de fermentation (%).	4,32	2,91
Acidité après l'aération de l'échantillon pré incubé pendant 14 jours	8,7	4,8
Brix à 25 °C	20,6	14,08
Degré alcoolique initial de l'échantillon pré incubé pendant 14 jours (g/100 ml)	1,86	3,97
Degré alcoolique après l'aération de l'échantillon pré incubé pendant 14 jours (g/100 ml)	7,4	6,03
Rendement en acide acétique R (%)	79	91

Les milieux obtenus au terme de la fermentation sont très acides. Seuls les microorganismes acidophiles peuvent s'y développer.

L'application d'une aération de 4h (à 30°C) au 14^{ème} jour de fermentation, correspondant à un maximum de degré alcoolique, a induit une acétification importante de 8,7 % et un (Mech-Degla) et 4,8 % (Degla-Beida) conséquemment à une production en alcool très élevée 7,4° (Mech-Degla) et 6,03 ° (Degla-Beida). Les rendements sont aussi élevés avec des valeurs de 79% et 91% pour les vinaigres à base Mech-Degla et Degla-Beida respectivement.

V-6-1-Tests organoleptiques:

Les résultats du test organoleptique sont regroupés dans le tableau n°34:

Tableau n° 34 : Résultats des tests organoleptiques des deux types de vinaigres.

Vinaigres filtré après 4 heures d'aération	Couleur		Goût		Aspect		Odeur	
	M	B	M	B	M	B	M	B
	Jaune	brun					Acétique	Acétique
	Clair	foncé	Acide	Acide	Claire	Claire	Moins accentuée	Très accentuée

D'après ces résultats de test organoleptique, on a constaté que l'aération joue un rôle important même dans la variation de l'odeur du vinaigre.

Conclusion Générale

Conclusion générale

De tout ce qui précède, nous pouvons retenir ce qui suit:

Concernant les caractéristiques morphologiques, les deux variétés de dattes étudiées diffèrent l'une de l'autre de par leurs couleurs, leurs formes et leurs compositions. Les dattes de la variété *Degla-Beida* présentent une caractéristique intéressante: leur taille relativement plus grande. En revanche la teneur élevée en eau augmente les risques de son altération.

L'analyse microbiologique des deux variétés de dattes *Mech-Degla* et *Degla-Beida* a montré que les dattes présentaient à la récolte une qualité hygiénique acceptable.

La charge en levures moisissures et bactéries acétiques du matériel de notre étude reste conforme aux normes préconisées par la réglementation Algérienne (CAQCE 1994). A cela s'ajoute le pH des dattes (de l'ordre de 5,21) qui contribue à leur rendre le milieu encore plus défavorable. Seule la flore banale (levures et les moisissures) est capable d'y proliférer si les conditions de stockage sont défaillantes.

Pour conclure, nous pouvons dire que les variétés communes ayant fait l'objet de cette étude constituent, non seulement un aliment très énergétique, composé de sucres facilement assimilables, mais une bonne source d'éléments minéraux. Comme matière première, les dattes communes offrent d'énormes possibilités si l'on envisage leur valorisation par le biais de la technologie de transformation et de biotransformation.

En ce sens, l'analyse des résultats obtenus montre que les différences révélées entre les deux variétés, nous renseigne sur une grande diversité variétale avec des qualités prédisposant notre matériel végétal à la double fermentation alcoolique et acétique obligatoire pour l'obtention d'un vinaigre biologique.

Néanmoins, l'optimisation des paramètres de fabrication du vinaigre traditionnel par le choix de la température 30°C à base de deux variétés est souhaitable pour avoir un bon rendement en acide acétique. Il est à signaler qu'une oxygénation à un moment critique relatif au degré alcoolique maximal, nous donne un meilleur rendement en acide acétique *Degla-*

Beida d'environ (91%) et *Mech-Degla* (79 %). Mais ce calcul concerne le moment le plus favorable (au 25^{ème} jour de fermentation).

Donc il est possible de produire du vinaigre biologique à partir des variétés communes de dattes, mais le procédé traditionnel de production du vinaigre de dattes tel que réalisé dans le Sud algérien peut être amplement amélioré par la thermostatisation de la température à 30 °C et l'application d'une oxygénation intensive à partir du 15^{ème} jour de fermentation.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- 1- Document « Statistique Agricoles ». Ministère de l'Agriculture (1998).
- 2-**Anonyme., (2002).** "Statistiques agricoles superficies et productions". Ministère de l'Agriculture et du développement rural. Série A palmiers dattier. P 5-6.
- 3-**Djerbi M., (1988).** "Les maladies du palmiers dattier". Ed Project Régional sur le Bayoud Fao. P152.
- 4- **Paulette V., (2005).**"La datte au fil du temps, usages culinaires, conservation, écologie et environnement ". File: // D: \vinaigre %20 à %20 imprimé \3 .htm.
- 5-**Bedrani S., Benziouche S.E., (2000).** "Preceding the congress Arab." The Contribution of the Scientific Research and the New Technologies in the Development and the Value Enhancement of the Arid and Semi Arid Regions El-Oued".
- 6-**El-Hadrami I., (1998).** "Biotechnologies végétales et amélioration du palmier dattier pivot de l'agriculture oasienne Marocaine". Cahiers Agricultures. Vol 17. N° 6. P 463-468.
- 7-**Estanove P., (1990).** "Note technique : Valorisation de la datte". Option Méditerranéennes. Série A.N° 11. Les systèmes Agricoles Oasiens. Ed *IRFA-CIRAD* France.
- 8-**Maghreb Date Palm Project (RAB 98/G 31) Janvier (2004).** "Gestion participative des ressources génétiques du palmier dattier dans les oasis du Maghreb. Analyse des principaux marchés Européens des dattes et de leurs produits dérivés". Première partie : Analyse de l'offre. Aperçu sur la situation des dattes communes dans les pays du Maghreb.
Site : www.ipgri.cgiar.org/regions/cwana.
- 9-**Pierre E., (1990).** "Note technique, valorisation de la datte, option méditerranéennes. Série A/N°11. Les systèmes agricoles oasiens. Date sèche. Site : www.aprifel.com.
- 10-**Booij I., Piombo G., Risterucci A. M., Coupe M., Thomas D., Ferry M., (1992).**" Etude de la composition chimique des dattes à différents stades de maturité pour la caractérisation variétale de divers cultivars de palmiers dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Fruits*.Vol 47. N° 6. P 667- 678.
- 11-**Torres P., Reynes M., Lebrun M., Ferry M., (1995).** "Volatil constituents of dates From *Phoenix dactylifera* Grown in Elche". Journées internationales méditerranéennes sur l'agriculture oasienne Avril Elche (Espagne).
- 12-**Selselet G., (1990).** " Les progresses à réaliser en matière de stockage au froid en Algérie dans : Algérie verte. Vol 13. P 14-17.
- 13-**Document Statistique Agricole Ministère de l'Agriculture (CDARS) (2002).** "Série A palmier dattiers".

- 14-Direction de Services Agricoles D.S.A. Janvier (2006).** "El-Oued : 1,355 million de quintaux de dattes récoltés". Site : www.agroline.com.
- 15-Hyperlink., (2005).** Site : <http://Fr.ekopedia.org/vinaigre>.
- 16-Arnaud J.,**"Vinaigre". Site : www.vinajol.com.
- 17-Brewdusud., (2004).** "Le vinaigre". Article 36.Version 2. Site <File://Brewdusud.nuxit.Net/xoops>.
- 18-Follman H., (1983).** "Acetic-acid".Vol 5. Chap 3. P 388-407.
- 19-Décret Francais N° 88-1207 du 30 décembre (1998).** Portant application de la loi du 1^{er} Août 1988. Modifiée sur les fraudes et falsifications en matière de produits ou de services en ce qui concerne les vinaigres. *J.O.F*
- 20-Journal Officiel de la République Algérienne 29-Mars 1998.** "Arrêté sur le vinaigre". Vol 18 N° 17.
- 21-"Le vinaigre : un produit aux milles facettes".** Site : (<http://F:/nouvelle page1.htm>).
- 22-Site: File: // F: / vinaigre.htm.**
- 23-Whiting G C., (1973).**"Acidification in Ciders and Perris". *J. INST. Brew.* Vol 79. p 218-225.
- 24-Kuraiwa T., (1977)** ".Rice vinegar: oriental homes remedy Lgakuska". Tokyo.
- 25-S.N.F.V (1985).** "Statistiques du syndicat National des Fabricants de Vinaigres". Paris.
- 26-S.N.F.V (2002).** "Statistiques du syndicat National des Fabricants de Vinaigre en Europe". Site :http://www.vinaigre.fr/chiffres_Europe_stats.htm.
- 27-Komia M., (1996).** "Produire du vinaigre avec des fruits tropicaux : c'est simple et peu coûteux". *Bulletin du réseau TPA.* N° 19.
- 28-Guiraud J.P., (2003).**" Microbiologie alimentaire". Ed *RIA. Dunod*.
- 29-Bourgeois C.M., Larpent T.P., (1996).** Microbiologie alimentaire. Aliment fermentés et fermentés et fermentation alimentaires. Tome 2, 2^{ème} Ed .Tec et Doc Lavoisier.
- 30-Bourgeois C.M., (1989).** " Les boissons rafraîchissantes non fermentées". Microbiologie alimentaire, Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. *Tec et Doc Lavoisier APRIA.* Paris.P.283.
- 31-Poxixoo F., (2003).** "Vinaigre élément de base". Site : File : //D: vinaigre%20 à %20 imprimé.
- 32-Boughnou N., (1988).** "Essai de production du vinaigre à partir des déchets de dattes".*Thèse Magister INA.* El-Harrach. P 82.

- 33-De Meyer A., Jacob F., Jay M., Menguy G., Perries J., (1982).** " La conversion biotechnologiques du rayonnement solaire et les biotechnologies". *Ed Tec et Doc Lavoisier* Paris.
- 34-Larpent J.P., (1991).** " Biotechnologie des levures ". Ed *Masson*. Paris. P 421.
- 35-Scriban R., (1999).** "Biotechnologie". 5^{ème} Ed. *Tec et Doc Lavoisier*. Paris.
- 36-Lafourcade S.L., (1978).** " Les origines microbiologiques de l'acidité volatile des vins". *Microbiologie et Industrie Alimentaire*. Ed *Apria*. P 33-48.
- 37-Divies C., (1989).** Le vinaigre. *Microbiologie alimentaire les fermentations alimentaires*. Ed *Tec et Doc*. 93-105.
- 38-Monique L. G., et Sanglier J.J., (1992).**"Biotechnologies : Principes et méthodes". *Biosciences et Techniques*.
- 39-Sawaya W.N., Mashadi A.S., (1983).** "Sugars, Tannins and Some Vitamins Contents of Twenty Vive Date Cultivars Grown in Saudia Arabia at the Khalal (Nature Color) and Tamer (ripe)-Stages the First Symposium on the date Palm King Faysal. *University Al-Hssa King Dom of Saudi Arabia* .P 468-478.
- 40-Rygg G.L., (1977).** "Date developpement Handing and Packing in the United State Agriculture". *Res Ser Agric*. Hand Book. N° 482. *US DA Washington D.C*. P 28-29.
- 41-Mohamed S., Shabana H.R., Mawloud E.A., (1983).** "Evaluation and identifications of iraqi date cultivars: Fruits characteristics of fifty cultivars". *J. In Date Palme*. Vol 2 N°1.p 27-55.
- 42-Baangood S.M., Shamshad M.A., (1984).** "Chemical Composition of Major Dates Cultivars in the United Arab Emirates". *J.In date palm*. Vol 3. N°2. p 381-394.
- 43-Barbier., (1980).** "Etude des substances pectiques de la cerise". *Mémoire Ing. E.N.S.B.A.N.A. S. DIJON*.
- 44-Meligi M.A., Sourial G.F., (1982).** "Fruit quality and general evaluation of some Iraqui date palm cultivars grown under-conditions of barrage region". *Ed First symposium on the date palm, Saudi-Araia*. Vol 23-25. P 212-220.
- 45-Richard D (1984).**" Guide pratique d'analyse sur l'industrie des céréales. *Ed APRIA*. Paris. P. 385-402.
- 46-Hamdoud I., (1994).** "Essai de production de levure boulongère (*Sccharomyces cérevisisiae*) sur le mout de 3 variétés de dattes (*Assabri Degla-Beida, Tacherwit*) ".*Mémoire D'Ingénieur*. INFS/ AS. P.37.
- 47-Dowson W H., Aten, (1963).** "Récolte et conditionnement des dattes." *Ed FAO*. P 334.

- 48-AOAC N° 920.151 (1990).** Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists 15 th. *Ed Washington D.C USA*.
- 49-Agli N., (1981).** " Influence de quelques facteurs technologiques sur la qualité du concentré de jus de dattes". *Mémoire Ingénieur INA* P.55.
- 50-Reynes M., Bouabidi H., Piombo G., Risterucci A.M., (1994).** " Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie". *Rev. Fruits*.Vol.
- 51-NF V 03-922- ISO 749-(1977).** "Détermination des cendres totaux". Vol 49. N° 4. P.289-298.
- 52-A.O.AC, (1970).** "Official methods of analysis". *Ed Washington, D, Itth*. P.185.
- 53-NF V05-101-Janvier (1974).** " Produits dérivés des fruits et légumes". Détermination de l'acidité titrable.
- 54-Joslyn A.M., (1970).**" Food Science and technology, a Serie of Monographes". 2^{ème} *Ed Editoriel Board*.
- 55-NF.V. 03040(1977).** "L'ensemble cellulosique correspond aux substances perdus lors de l'incinération du produit résistant aux attaques successives acide et alcaline".
- 56-Rhouma A.M., (1994).**" Le palmier dattier en Tunisie". *Ed Arabesques* Pris. P.163-173.
- 57-Boudjelal A., Nacib N., (2001).** " Production d'acide lactique par *Lactobacillus Rhamnosus* sur milieu à base de jus de dattes". *Rev. Energ. Ren. Production et valorisation. Biomasse*. P 41-46.
- 58-NF V- 05-109 Décembre (1970).** " Produits de l'agriculture. Produits dérivés des fruits et des légumes. Détermination conventionnelle du résidu sec soluble". Méthode réfractométrique.
- 59-Miller M., (1959).** "Use of Denitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar". *Anal.Chem*.Vol 31. N° 3. P 426-428.
- 60-Ould El Hadj M.D., Sebihi A.H., Siboukeur O., (2001).** "Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette de Ouargla". *Rev. Energ. Ren : Production et valorisation –Biomasse*. p 87-92.
- 61-Audigié CL., Figarella J., Zonszain F., (1984).** "Manipulations d'analyse biochimique". 1^{er} Edition. 4^{ème} tirage Doin Paris.
- 62-FAO/OMS (1982).** " Standardisation Internationale du vinaigre". Commission mixte FAO/OMS.
- 63-Othman A.M.A., (1995).**" Prospective de developpement et de protection du palmier dattier dans les pays Arabes". The Arab Center for the Studies of Arides Zones and dry Land. P.14.

- 64-Arrêté interministériel du 17 Novembre (1992).** "Norme pour les variétés communes fixée par le ministère de l'Agriculture".
- 65-Hamad A.M., Mustafa A.I., El. Kahtan M.S., (1983).** "Effect of Na beta-sulfite alone and in Combination with Na-benzoate on the microbial flora and quality of six soft date varieties." The first symposium on the date palm king Faysal *Universiy Al-Hassa-Kingdom* of Saudi Arabia. P 480-495.
- 66-Journal officiel 1993. Arrêté du 23 Juillet (1994).** Relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires CAQCE imprimerie officielle. P 315-320.
- 67-Matallah S., (1970).**"Contribution à la valorisation de la datte Algérienne". *Mémoire Ingénieur* (INA).
- 68-Bocquet J., (1982).** " Généralités sur les micro-organismes". Tec et Doc. Lavoisier. P 11-46.
- 69-Bourgeois (1988).** "Les boissons rafraîchissantes non fermentées". Microbiologie alimentaire, Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments. Ed *Tech et Doc. Lavoisier*. APRIA. P283.
- 70-Norme CEE-ONU-08.** " Norme concerne la commercialisation et le contrôle de la qualité commerciale des dattes entières".
- 71-Norme CODEX STAN 143 (1985). Ré 1-(1991).** *Codex Alimentarius*. Vol 1.
- 72-Aziza B.N., David B.H., Bonald E.J., (1986).** "Biochemical Change during Ripening of Some Sudanese Date Varieties ». *J. Sc. Food. Agric*. Vol 73. P 43-53.
- 73-Sawaya W.N., Khatchadourian H A., Khalil J K., Safi W M., Al Shalhat A., (1982).** "Growth and Compositional Changes during the Various Development Stages of Some Saudi Arabian Date Cultivars". *J. Food. Sci*. Vol 47. P 1489-1492. 1497.
- 74-Girard M., (1961).** "Les journées de la date du 3 au 4 Mai. Direction des services agricoles des Aurès". P 74-77.
- 75-Favier J.C., Ireland-Ripert J., Laussueq C., Feinberg M., (1993).** " Répertoire générale des aliments table de composition des fruits exotiques, fruits de cueillette d'Afrique, fruits exotiques régal". *CNEVA CIQUAL*.
- 76-Lambiote B., (1983).** "Some Aspects of the Role of Dates in Human Nutrition. The first symposium of the date plam king Faysal. *University El-Hssa Kingdom* of Saudi Arabia. P. 577-579.
- 76-Khatlab A.G.H., El. Tinay A.H., Nour A.A.M., (1983).** "The Chemical Composition of Some Date Cultivars Grown in Sudan the First Symposium on the Date Paim King Faysal". *University Al-Hssa-Kindom* of Saudi .P 706-710.

- 77-Sawaya W.N., (1983).** "Physical and Chemical Characterisation of The Major Date Varieties Grown in Saudi – Arabia". *J. Date Palm*. Vol 2. P 183-196.
- 78-Baangoud et Shamshad (1984).** "Chemical Composition of Major Dates Cultivars in The United Arab Emirates. *J. In Date Palm*. Vol 3. N° 2. P381-394.
- 79-Bin-shana S., (1987).**"The Chemical Composition of Various Types of Dates in The P.D.R.Y3" *J. Date Palm*. Vol 5. N° 2. P 493-506.
- 80-Albert L., (1998).** "La santé par les fruits. *Ed de VECCHI*. P 44-74.
- 81-Mohamed A F., Cesarttin A., Anne-Mark B., Fereidoons., (2005).** "Compositional and Sensoty Characteries of Three Native Sun Dried Date (*Phoenix dactylifera L*) Variétés Grown in Oman". *J.Agric.Food.Chem*. Vol 53. P 7586-7591.
- 82-Sawaya (1982).**"Date bars fortified soy protein isolate and dry skin milk". *J. Fd. SC*. Vol 48. P 503-1506.
- 83-Youssef M.K.E., El-Geddawy M.A.H., El-Rify M.N.N., Ramadan B.R., (1992).** "Study of Amino Acide-organic Acide and Free Sugar Compostion of New Valley Dates and Certain Date Products". *Acta. Aliment*. N° 221. P 325-335.
- 84-Al-Farsi M., Alasalvar C., Morris A., Baron M., Shahidi F., (2005).**" Compositional and Sensory Characteristics of Three Native Sun-Dried Date (*Phoenix dactylifera L.*) Varieties Grown in Oman. *J.Agric. Food Chem*. Vol 53. P 7586-7591.
- 85-Pérez A.G., Olias R., Espada J., Olias J.M., Sanz C., (1997).** "Rapid Determination of Sugars Non Volatile Acids and Ascorbic Acid in Strawberry and Other Fruits". *J.Agric.Food.Chem*. Vol 45. P 3545-3549.
- 86-Hasnaâ H., Hamouda A., (2005).** "Etude de quelques critères de qualité des principales variétés de dattes Marocaines". Symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens. *Erfoud Maroc*.
- 87-Siebert K.J., (1999).** "Modeling the Flavor Thresholds of Organic Acids in Beer as a Function of Their Molecular Properties". *Food. Qual.Pref*. N° 10.P 129-137.
- 88-Joslyn A.M., Tressler T.K., (1971).** "Fruit and Vegetal Juice Processing Technology". Vol 48. *Ed Publishing (USA)*. P 186-235.
- 89-Riazi (1980).**"Etude des tannins de quelques légumineuses: Effet des traitements thermiques". *Mémoire Ingénieur I.N.A*.
- 90-Acourene S., Tama M., (1997).** "Caractérisation physico-chimique des principaux cultivars de dates de la région de Zibans. *Rech Agr. INRAA Algérie*. Vol 1. P 59-66.

- 91-Al-Hooti J.S., Sidhu., Qabazard., (1997).** "Physico-chemical Characteristic of Five Date Fruit Cultivars Grow in The United Arab Emirates". *Plant Foods for Human Nutrition*. Vol 50. p 101-113.
- 92-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.
- 93-Malineau M., Marnoux M., (1989).** "Microbiologie Alimentaire. Les fermentations alimentaires". Ed *Tech et Doc*. Tome 2.P 53-65. Paris.
- 94-Verbinal (1988).** Rapporté par **Marc I., (1982).**
- 95-Marc I., (1982).** "La levure en fermentation". Données bibliographiques. *Bios* N° 10. P 45-52.
- 96-Khmelnitsk R.A., (1988).** " Chimie physique et colloïdale des solutions de composés macromoléculaires". *Véchaya, Chkola*, Mosco. P 395.
- 97-Daniel N., "Le vinaigre" File:<http://fauvedebourgogne.free.fr/Desarticles.html#3>.**
- 98-Zitoun R., Bernadou A., Sanama M., (1982).** "Manuel d'hématologie. Ed *Doin* P39
- 99-Chmiel A., (1975)** "Kinetic Studies of Citric Acid by *Aspergillus Niger*: Phase Mycelium Grown and Product Formation". *Acta. Micro. Polinica*. Vol 7. N° 24. P 188-193.
- 100-Reynes M., Lebrun M., Shaw P.E., (1996).** "Identification of Volatile Date Components and Use for Multivariate Analysis to Distinguish Date Varieties". *J. Food Quality*. Vol 19. p 505-514.
- 101-Torres P., Reynes M., Lebrun M., Ferry M., (1996).** "Volatile Constituent of Dates from *Phoenix dactylifera* Grown in Elche, in : Ferry M, Greiner D, Bedrani S, Tonneau J.P. Ed *le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens*, CIHEAM. Paris. N°28 P 214.
- 102-Jaddou H., Mhaisen M.T., Al-Hakim M., (1984).** "Flavour Volatil Analysis of Zahdi Dates by Gas-Liquid Chromatography". *J. Date Palm*. Vol 3. N° 2. P 367-379.
- 103-Harrak H., Reynes M., Lebrun M., Hamouda A., Brat P., (2005).** "Identification et comparition des composés volatils des fruits de huit variétés de dattes marocaines ". Symposium international sur le développement durable des systèmes oasiens. *Erfoud Maroc. Fruits*. Vol 60. N° 4. P 267-278.

Annexes

ANNEXE I : COMPOSITION DES MILIEUX DE CULTURES :

❖ Composition de la gélose Frateur (Milieu des bactéries acétiques) :

- ✓ Extrait de levure 30 g.
- ✓ Carbonate de calcium 20 g.
- ✓ Gélose 20 g.

Autoclaver 15 mn à 120°C avant emploi à 1 litre de milieu en surfusion, 100 ml d'éthanol à 15 % stérilisé par filtration et répartir en boîte de Pétri en homogénéisant bien le milieu.

❖ Milieu OGA (Oxytétracycline-Glucose- Agar).

- ✓ Extrait de levure 5 g.
- ✓ Glucose 20 g.
- ✓ Agar-Agar 16 g.

Rajouter avant emploi dans le milieu à 45 °C de l'oxytétracycline à 1 mg et couler en boîtes de Pétrie.

❖ Milieu TGEA (Tryptone-Glucose-Extrait de levure).

- ✓ Tryptone 5 g.
- ✓ Extrait de levure 2,5g.
- ✓ Glucose anhydride 9 à 18 g.

❖ Milieu des bactéries lactiques MRS pH 5,5 à 25°C.

• Molécules organiques azotées:

- ✓ Peptone 10 g.
- ✓ Extrait de viande de bœuf 10 g.
- ✓ Extrait de levure 5 g.

• Glucides

- ✓ Glucose 20 g.

• Autres molécules carbonées

- ✓ Mono oléate de sorbitol Tween 80 g.
- ✓ Citrate d'ammonium 2 g.
- ✓ Acétate de Na 5 g.

• Ions minéraux ajoutés.

✓ MgSO ₄ .7 H ₂ O	0,2 g.
✓ MnSO ₄ .4 H ₂ O	0,05 g.
✓ Na ₂ HPO ₄	2 g.
✓ Indicateurs de pH	pH final 7,2.
✓ Gélose	15 g.
✓ Eau	qsp 1 dm ³ .

Solution d'acide sorbique à 14 g/ dm³, préparée dans une solution d'acide sorbique à 14 g /dm³, pré[^]parée dans une solution d'hydroxyde de Na à 1 mol / dm³ et stérilisée par filtration. Elle sera utilisée à raison de 100 cm³ dans 1 dm³ de milieu final.

ANNEXE II : COMPSITION DU REACTIF DE (DNS)

✓ Acide dinitro-salicylique	1%.
✓ Phénol	0,2 %.
✓ Sulfite de sodium	0,05 %.
✓ Na OH	1 %.
✓ Double tartrate de sodium et de potassium	40 %.
✓ Etalon : Glucose.	

ANNEXE III: DOSAGE DES TANINS.

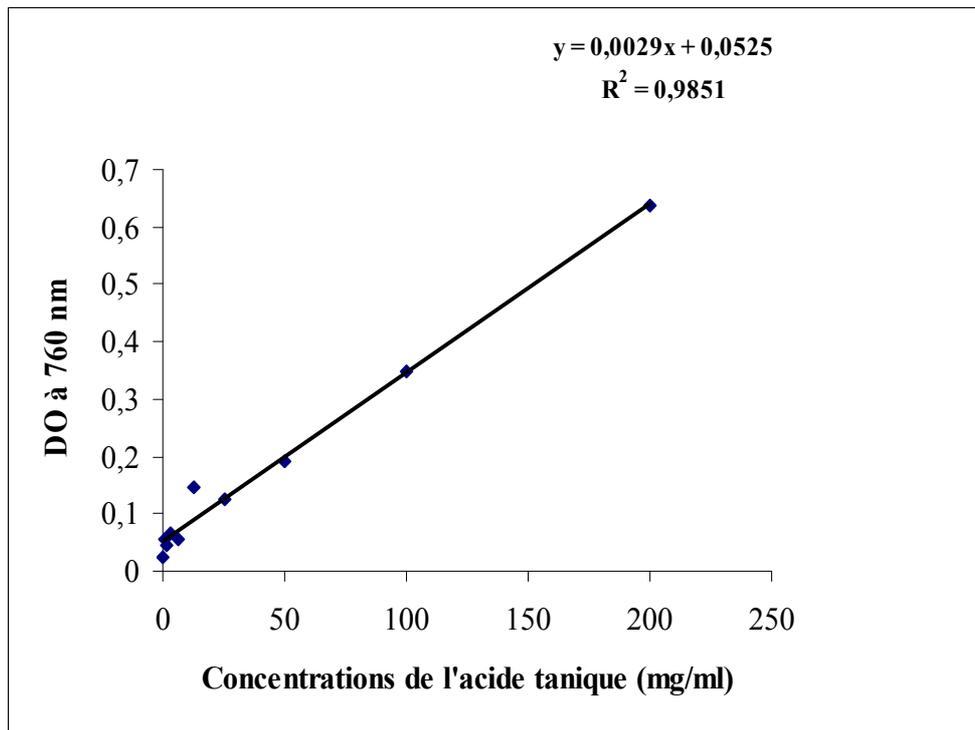


Figure n°(1) : Courbe d'étalonnage des tanins.

ANNEXE IV: DOSAGE DES SUCRES REDUCTEURS (GLUCOSE).

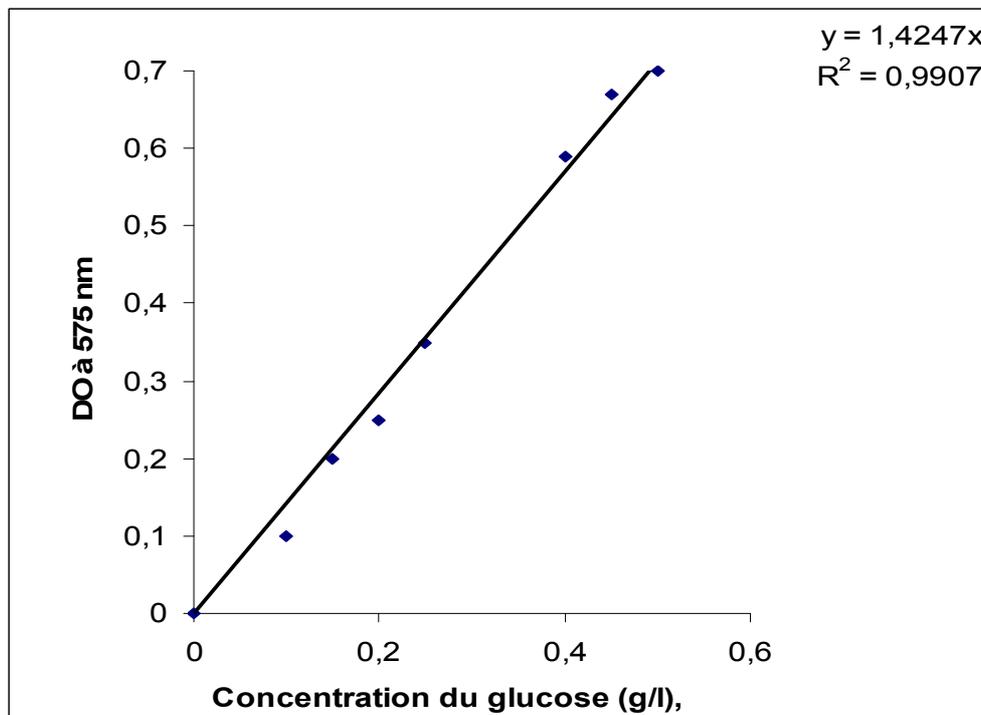


Figure n° (2): Courbe d'étalonnage du glucose.

ANNEXE V: MATERIELS UTILISES

- ❖ Etuve de marque (MEMMERT UE-400) ;
- ❖ Autoclave de marque W EBECO-GMPHBAD SCHWARTAU) ;
- ❖ Spectrophotomètre UV/Visible de marque (ATI UNICAM) ;
- ❖ Centrifugeuse (SIGMA 3K30) ;
- ❖ pH mètre de marque HANNE INSTRUMENTS 211 ;
- ❖ Plaque chauffante munie d'un système d'agitation BIBYSTUART ;
- ❖ Balance de précision de marque OHAUS.
- ❖ Réfractomètre (ATAGORX 5000) ;
- ❖ Oxidimètre de saturation en O₂ (OXT 330 WTW) ;
- ❖ Aquarium (Pompe à air 220-1,2 W 50 Hz-1,2 Hz) ;
- ❖ Four (NUVE MF 120) ;
- ❖ Conductivité mètre (JENWAY 4520) ;
- ❖ Bain marie ;
- ❖ Bec benzène ;
- ❖ Pipettes pasteurs ;
- ❖ Boite de pétris ;

ملخص

في إطار برنامج عمل الأمم المتحدة من أجل تطوير والرصيد العالمي للبيئة الذي أجريت فعالياته بالجزائر وتونس والمغرب (2005) - تهدف إلى تئمين التمور العادية ذات القيمة التجارية البسيطة. اعتبر انه من المفيد تئمين نوعين من التمور العادية "ميش - دقلا"، بهدف إدخال جيل جديد من المنتجات لتصنيع الخل على الطريقة التقليدية في السوق الوطنية. وفي هذا الاتجاه ، فان تحليل النتائج التي تم الحصول عليها و التي تتعلق بوصف بعض المعايير، الخصائص الفيزيائية والكيميائية والجرثومية ، بينت إختلافات بين النوعين الذي يدلنا على التنوع الكبير مع خصائص تهيئ المادة الحية الخضراء المستعملة للتخمير المزدوج الكحولي و الإيثيلي، بالرغم من هذا إيجاد الشروط المثلى لتصنيع الخل على الطريقة التقليدية محبب باستعمال النوعين لإيجاد مردود حسن. نشير بأنه في اللحظة المتعلقة بأقصى قوته الكحولية تعطينا دقلا بيذا مردود إنتاج الخل (90%) افضل بكثير مقارنة مع الخل المنتج من مش دقلا (79%).

كلمات أساسية : تمور عادية والتئمين، خل، إيجاد الشروط المثلى التخمير الإيثيلي

RESUME

Un programme d'action des Nations Unis pour le développement et le Fonds pour l'environnement mondial a été organisé par l'Algérie, Tunisie et Maroc (2005), vise la valorisation des dattes communes à faible valeur marchande.

Dans cette optique, on a jugé utile de valoriser deux variétés de dattes communes (*Mech-Degla* et *Degla-Beida*), afin de mettre sur le marché national une nouvelle génération de produit qui est le vinaigre fabriqué par une méthode traditionnelle.

En ce sens, l'analyse des résultats obtenus concernant la caractérisation de quelques critères: morphologiques, physicochimiques et microbiologiques, montre que les différences sont révélés entre les deux variétés, ce qui renseigne sur une grande diversité variétale avec des qualités prédisposant notre matériel végétal à la double fermentation alcoolique et acétique obligatoire pour l'obtention du vinaigre. Néanmoins, l'optimisation des paramètres de fabrication du vinaigre traditionnel à base de deux variétés est souhaitable pour avoir un bon rendement. Il est à signaler qu'à un moment critique relatif au degré alcoolique maximal, nous donne un rendement de vinaigre à base *Degla-Beida* beaucoup plus meilleure environ (91%) par rapport à celui fabriqué à base de *Mech-Degla* (79 %).

Mots clés : Dattes communes, Valorisation, Vinaigre, Optimisation, Fermentation acétique.

Abstract

An action plan of the United of Nations for the development and the Funds for the world environment was organized by Algeria, Tunisia and Morocco (2005), aims at the valorization of dates common to commercial low value.

Accordingly, one considered it useful to develop two varieties of common dates (*Mech-Degla* and *Degla-Beida*), in order to put on the national market a new generation of product which is the vinegar manufactured by a traditional method.

In this direction, the analysis of the results obtained relate to the characterization of some criteria: morphological, physico-chemical and microbiological, shows that the differences are revealed between the two varieties, which informs about a great varieties diversity with qualities predisposing our vegetable material with the double alcoholic and acetic fermentation obligatory for obtaining the vinegar. Neamously, the optimization of the parameters of manufacture of the traditional vinegar containing two varieties is desirable to have a good output. It is to be announced that at one critical moment relating to the maximum alcoholic strength, gives us approximately a vinegar output at *Degla-Beida* base much better (91%) compared to that manufactured containing *Mech-Degla* (79 %).

Key words: Common dates, Valorization, Vinegar, Optimization, Acetic Fermentation.