

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE SAAD DAHLAB – BLIDA

FACULTE DES SCIENCES AGRO-VETERINAIRES
DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE
L'OBTENTION DU DIPLOME DE MASTER ACADEMIQUE
EN SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE

Filière : Sciences alimentaires
Spécialité : Sciences alimentaires

Thème:

**ANALYSES MICROBIOLOGIQUES ET
PHYSICOCHIMIQUES DE DEUX VARIETES DE DATTES
« MECH DEGLA » ET « DEGLA BEIDA ».
ESSAI DE FABRICATION DE VINAIGRE**

Présentée par:

BOUKRID HAMIDA

OUARAB KAHINA

Devant le jury composé de :

M ^{me} A.KOUIDRI	MAA	USDB	Présidente
M ^{me} L. BENHADJA	MCA	USDB	Promotrice
M ^{me} A. DOUMANDJI	MCA	USDB	Examinatrice
M ^f . T. HADJ SADOK	MCA	USDB	Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2010 - 2011

Remerciement

Nous remercions DIEU tout puissant, de nous avoir donné le courage nécessaire pour la réalisation de ce travail.

Il nous est agréable d'exprimer nos vifs remerciements à :

Mme *BOUTAKRABT L.* notre promotrice d'avoir accepté de nous encadrer, et pour ces conseils.

Mme *DOUMANDJI A.* une fois pour ses aides et encouragements durant la période de la réalisation de ce travail, et une deuxième fois de nous donner l'honneur d'examiner ce travail.

Mr *HADJ SADOUK T.* D'avoir accepté de participer à ce jour.

Mme *KOUIDRI A.* d'avoir nous donné l'honneur de présider ce jury.

Dédicaces

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux personnes les plus chères au monde.

Mes chères parents pour leur amour et bonté et que sans eux je n'aurai pu atteindre mon objet que DIEU me les gardes.

A ma sœur HAYET pour leur encouragement et leur soutien moral.

A tout la famille sans oublier ma grande mère et ma tante ZOHRA et tous mes cousins et cousines

A mon binôme HAMIDA qui m'a apporté le soutien moral dans les moments les plus difficiles et avec qui j'ai partagé ce travail.

A mes chères copines : SORAYA, AMINA, SABRINA, NESRINE et tous qui m'a aidé de proche ou de loin, surtout mes collègues de travail de département d'Agronomie :

NABILA, BAYA, MALIKA, SAMIA, DJAMEL, et OUAHID

Kahina

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

- ✓ *La mémoire de mon très cher père que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.*
- ✓ *Ma très chère mère qui m'a toujours encouragé et que Dieu la protège.*
- ✓ *Mon frère et Ma sœur, ainsi que leurs enfants.*
- ✓ *Toute ma famille paternelle et maternelle.*
- ✓ *Tous mes amis (es) : Soraya, Amina, Lamia, Karima, El Hadi, Amine, Mohamed, Ranya, Moufida, Aicha, Billel, Rafik, Youcef, Farida, Fatiha, Feriel, Hamid, Leila et Sarah.*
- ✓ *Mon binôme Kahina et toute sa famille*
- ✓ *Mes collègues de travail : Nabila, Samia, Baya, Malika, Cherifa, Amina, Ghania, Zakia, Djamilia, Mr Ouahid, Mr Oumedi, Djamel, Hakim, Riadh, Kamel et Malik.*

Hamida

Résumé

Etude de valoriser les dattes sèches dont elles ont une valeur marchande basse à savoir Mech Degla et Degla Beida et ceci pour profiter de ces dattes dans des utilisations où la valeur nutritionnelle est plus élevée.

On a fait des analyses physicochimiques et microbiologiques sur la pulpe après un séchage à 70°C pendant 24h, où on a trouvé que les deux variétés de dattes sont riches en sucres et elles ont une qualité microbiologique acceptable.

Puis on a essayé de fabriquer le vinaigre à partir de la pulpe de datte par une double fermentation (alcoolique, acétique), on n'a pas pu fabriquer le vinaigre à cause des difficultés qu'on a rencontré dans la fermentation acétique mais reste ce sujet intéressant pour d'autres recherches.

Mots clés : Valorisation, Dattes, Mech Degla, Degla Beida, Fermentation alcoolique, Fermentation acétique, Vinaigre.

Summary

One tried starting from this present study to develop the dry dates of which they have a low commercial value to know Mech Degla and Degla Beida and this to benefit from these dates in uses where the nutritional value is higher.

One made analyzes physico-chemical and microbiological on pulp after a drying with 70°C during 24:00, where it was found that the two varieties of dates are rich in sugars and they have an acceptable microbiological quality.

Then one tried to manufacture the vinegar starting from the date pulp by a double fermentation (alcoholic, acetic), one could not manufacture the vinegar because of the difficulties which one encountered in acetic fermentation but remains this subject interesting for other research.

Key words: Valorization, Dates, Mech Degla, Degla Beida, alcoholic Fermentation, acetic Fermentation, Vinegar.

ملخص

حولنا من خلال هذا البحث: تثمين التمور الجافة المتميزة بقيمة منخفضة و المتمثلة في دقلة بيضة و ماش دقلة وذلك من أجل استغلال هذه التمور في إستعمالات أين تكون القيمة الغذائية أكبر.

قمنا بتحليل فيزيو كيميائية و ميكروبيولوجية على لب التمر بعد تجفيفه وسحقه، أظهرت النتائج أنه غني بالسكريات و ذو قيمة ميكروبيولوجية جيدة.

ثم قمنا بمحاولة صنع الخل من خلال لب التمر عن طريق التخمير الثنائي، لم نستطع الحصول على منتج نهائي- الخل- نظرا لل صعوبات التي تلقيناها في التخمير الإستيلي، ولكن يبقى هذا الموضوع قيد النقاش.

الكلمات الدالة : تثمين، التمر، ماش دقلة، دقلة بيضة، التخمير الإستيلي، الخل

SOMMAIRE

Introduction.....	1
-------------------	---

Chapitre 1 : Palmier dattier

1. Généralités sur le palmier dattier	3
2. La classification botanique.....	3
3. Aspect botanique.....	4
4. Exigences écologique du palmier dattier.....	5
5. Production de datte.....	6

Chapitre 2 : Les dattes

1. Définition de la datte.....	9
2. Formation et maturation de la datte.....	10
3. Les variétés de datte.....	11
4. Classification des dattes.....	12
5. Composition biochimique de la datte.....	12
6. Valeur nutritionnelle de la datte.....	19
7. Les altérations des dattes.....	19

Chapitre 3 : Technologie de la datte

1. Conditionnement de la datte.....	21
2. Transformation de la datte.....	21
3. Importance économique de la transformation de la datte.....	23

Chapitre 4 : Le vinaigre

1. Définition et réglementation	25
2. Les différents types du vinaigre et les matières premières utilisées	26
3. La consommation du vinaigre.....	27
4. Technologie du vinaigre.....	28
5. La fermentation alcoolique.....	30
6. Fermentation acétique	34
7. La fermentation spontanée	41
8. Composition du vinaigre.....	41
9. Les utilisations du vinaigre.....	42
10. Les vertus du vinaigre.....	43

Matériels et Méthodes

1. Matériel végétal.....	45
2. Méthodes d'analyses.....	47

Résultats et discussions

1-Caractéristiques de la matière première (Degla Beida, Mech Degla).....	67
2. Essai d'obtention du vinaigre à partir d'une double fermentation provoquée d'un jus de dattes de deux variétés.....	73

Conclusion

Liste des tableaux

Tableau N°1 : Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000 /2001) en quantaux.....	6
Tableau N°2 : Production des dattes par pays, en 2004	8
Tableau N°3 : Stades d'évolution de la datte	10
Tableau N°4 : Les cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de l'ancien Monde	12
Tableau N°5 : Teneur en quelque variété de dattes de la région flache (Biskra), en %	14
Tableau N°6 : Teneur en sucre de quelque variété de dattes Algérienne de la région des Zibans, en % de matière sèche	14
Tableau N°7 : Composition moyenne en acide aminés de la datte sèche	15
Tableau N°8 : Composition en acide gras de datte Deglet Nour, en % de matière grasse (Yahiaoui, 1998).....	16
Tableau N°9 : Composition minérale de quelque variété de dattes molles Algérienne, en mg/100 de la partie comestible.....	16
Tableau N°10 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche	17
Tableau N°11 : Teneur en composés phénoliques de quelque variétés de dattes Algérienne.....	18
Tableau N°12 : Composition biochimique de noyaux des dattes Irakiennes	18
Tableau N°13 : Les principales fermentations microbiennes.....	29
Tableau N°14 : Les produits secondaires formés par <i>S. cerevisiae</i> à différents pH	33
Tableau N°15 : Résultats des analyses physiques des dattes Degla Beida- Mech Degla.....	67
Tableau N°16 : Pourcentage en poids de la pulpe des différentes variétés de dattes sèches Algérienne.....	69
Tableau N°17 : Composition biochimique de la pulpe de dattes.....	70
Tableau N°18 : Teneur en sucres (totaux et réducteurs) de quelque variété de datte.....	71
Tableau N°19 : Résultats des analyses microbiologiques.....	72
Tableau 20 : Résultat des analyses physicochimique du jus extrait de dattes Degla Beida et Mech Degla.....	74

Liste des figures

Figure N°1 : Le palmier dattier <i>Phoenix dactylifera</i>	3
Figure N°2 : Représentation schématique d'un palmier dattier	4
Figure N°3 : Représentation schématique d'une palme	5
Figure N°4 : Répartition des palmiers en Algérie	7
Figure N°5 : Coupe longitudinale d'une date.....	9
Figure N°6 : Différents stades d'évolution de la datte	11
Figure N°7 : Composition de la datte	13
Figure N°8 : Opération de transformation de la datte	24
Figure N°9 : Part du marché mondial du vinaigre par type	27
Figure N°10 : Fermentation alcoolique	31
Figure N°11 : Schéma de biosynthèse de l'acide acétique	36
Figure N°12 : Représentation graphique des deux méthodes de production de vinaigre.....	37
Figure N°13 : Schéma et photo d'un tonneau préparé pour l'acétification selon le procédé d'Orleans.....	38
Figure N°14 : Schéma de l'acétification a biomasse fixée sur des copeaux de hêtre.....	38
Figure N°15 : Acetator de fings.....	39
Figure N°16 : L'aspect morphologique de la variété « MechDegla ».....	45
Figure N°17 : L'aspect morphologique de la variété « Degla Beida»	46
Figure N°18 : Obtention de broyat de datte a partire de pulpe	47
Figure N°19 : Schéma de rechercher et dénombrement des germes totaux	50
Figure N°20 : Production du vinaigre par double fermentation.....	60
Figure N°21 : Organigramme d'extraction de jus de dattes	61
Figure N°22 : Diagramme de déroulement de la fermentation alcoolique.....	62
Figure N°23 : Diagramme de déroulement de la fermentation acétique.....	65
Figure N°24 : Pourcentage de la pulpe de ses deux tissus constitutifs et du noyau dans la datte entiers.....	68
Figure N°25 : Photo des analyses microbiologiques.....	73
Figure N°26 : Evolution du p H au cours de la fermentation alcoolique des dattes (MechDegla et Degla Beida) par <i>S. cerevisiaie</i>	75
Figure N°27 : Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation alcoolique des dattes (MechDegla et Degla Beida) par <i>S. cerevisiaie</i>	76

Figure N°28 : Evolution du Brix au cours de la fermentation alcoolique des dattes (Mech Degla et Degla Beida) par <i>S. cerevisiaie</i>	76
Figure N°29 : Evolution du taux de sucre réducteurs au cours de la fermentation alcoolique des dattes (Mech Degla et Degla Beida) par <i>S. cerevisiaie</i>	77
Figure N°30 : L'analyse du produit fini est faite après 72 heures.....	79

LISTE DES ABRÉVIATIONS

- **A** : Acidité Titrable.
- **Abs** : Absence.
- **Ac** : Acide.
- **C** : Cendre.
- **C°** : degré Celsius.
- **CACQ** : centre algérien de contrôle de la qualité.
- **EPEI** : Eau Peptonnée Exempt d'Indole.
- **FAO** : Food and agriculture Organization.
- **g** : gramme.
- **h** : heurs.
- **ISO** : Organisation internationale de la normalisation.
- **ITDAS** : Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne.
- **M** : Masse.
- **MF** : Matière fraîche.
- **MG** : Matière Grasse.
- **ml** : millilitre.
- **MO** : Matière Organique.
- **MS** : Matière sèche.
- **MT** : Millier de tonnes
- **NF** : Norme Française.
- **NPP** : Nombre le Plus Probable.
- **OGA** : Glucose à l'Oxytetracycline.
- **pH** : potentiel d'Hydrogène.
- **PPO** : Polyphénoloxydase.
- **SAA** : Spectrophotométrie d'Absorbation Atomique.
- **SFB** : bouillon du sélénite de sodium et de caséine.
- **Sr** : Sucres réducteurs.
- **TSE** : Tryptone – Sel – Eau.
- **UFC** : Unité Formant Colonie ;
- **V** : Volume.
- **VBL** : lactose au vert brillant.

Introduction

Introduction

Le Sahara représente 90% de la superficie d'Algérie, soit plus de 2 millions de km². Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) est un arbre d'une grande importance écologique et socio-économique dans les oasis de ces régions désertiques (El Hadrami et *al.* 2005).

En conséquence, il constitue l'axe principal de l'agriculture et assure la principale ressource financière des oasiens. En effet, les dattes ont représenté un fruit providentiel pour l'alimentation aussi bien humaine qu'animal. Leur succès, sur une aussi longue période, s'explique par les qualités nutritionnelles de ces fruits particulièrement riches en sucres et en minéraux (Benchelah et Maka, 2008).

Le patrimoine phoenicicole Algérien a subi un préjudice certain, il a été le plus souvent délaissé pour d'autres activités plus lucratives. Les palmeraies sont réorganisées pour satisfaire une demande sans cesse croissante en dattes de qualité supérieure à l'instar du cultivar Deglet-Nour. Cette réorganisation a fait que la phoeniculture est passée d'un système de culture traditionnelle riche et diversifiée à un système industriel axé sur une algoculture voire monovariétale d'où le risque de fragilisation du système phoenicicole (Acourene et Tama, 1997 ; Kaidi et *al.*, 2001 ; Zehdi et *al.*, 2006).

Pour parer à cette menace, Il serait intéressant que les recherches se focalisent sur des utilisations autres que la consommation traditionnelle des dattes. Dans cette optique, la mise en œuvre d'une industrie de transformation de dattes de qualité commerciale médiocre et de déchets de dattes par des procédés biotechnologiques assez simples aiderai le phoeniculteur à trouver de sérieux débouchés pour sa récolte et répondrait parfaitement aux besoins socio-économiques du pays (Kaidi et *al.*, 2001).

Dans cet ordre d'idées, l'homme a toujours su utiliser empiriquement un grand nombre de réactions biochimiques pour obtenir des aliments, des boissons ou des produits susceptibles d'améliorer sa condition (Simon et Meunier, 1970).

Dans les oasis, diverses cultures étaient traditionnellement associées aux palmiers. L'une des ancestrales traditions des populations sahariennes est la production à l'échelle domestique du vinaigre à partir du fruit entier de dattes de diverses variétés et plus particulièrement les dattes communes de faible valeur marchande au goût généralement acide (Ould El Hadj et *al.* 2001).

Notons que l'Algérie, avec une production de 516 milles tonnes de dattes (FAO, 2007), ne dispose à notre connaissance d'aucune technologie de transformation des dattes a l'exception de la production de pates « Ghars » à partir des dattes molles du même nom.

Bien que le vinaigre soit un produit universel, ses variétés diffèrent selon les régions. De nos jours, les variétés traditionnelles du vinaigre, particulières a des marches régionaux, font leur entrée sur le marché mondial en tant que produits nouveaux et novateurs dont on commercialise les bienfaits pour la santé et les utilisations multiples (Anonyme, 2007).

En plus de ses utilisations alimentaires multiples, le vinaigre est reconnu très tôt pour ses étonnantes propriétés bienfaisantes. Récemment, le dépistage du cancer du col de l'utérus par l'acide acétique, composant du vinaigre, a été mis en évidence (LD, 2007).

Le présent travail porte sur deux essentielles :

- ✓ La première est consacrée à la caractérisation morphologique, physicochimique et microbiologique de deux types de dattes Mech Degla et Degla Beida.
- ✓ La deuxième constitue en une reproduction au laboratoire du vinaigre de dattes (Mech Degla et Degla Beida).

Partie

Bibliographique

Chapitre 1 :

Palmier Dattier

Chapitre I : Palmier dattier

1 Généralités sur le palmier dattier :

Le palmier dattier : *Phoenix dactylifera* L., provient du mot "Phoenix " qui signifie dattier chez les phéniciens et dactylifera dérive du terme grec " dactulos " signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (Djerbi, 1994).

Le dattier est un arbre probablement originaire du golfe persique, cultivé dans les régions chaudes et humides. C'est une espèce dioïque, monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille d'arbres à palmes et produit des dattes (Gilles, 2000; Mazoyer, 2002).



Figure N°1 : Le palmier dattier *phaenix dactylifera* L (Anonyme, 2010).

2 La classification botanique

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (Feldman, 1976) :

Groupe : Spadiciflores

Ordre : Palmales

Famille : Arecaceae ou Palmacées

Sous famille : Coryphoïdées **Tribu :** Phoenicées

Genre : *Phoenix*

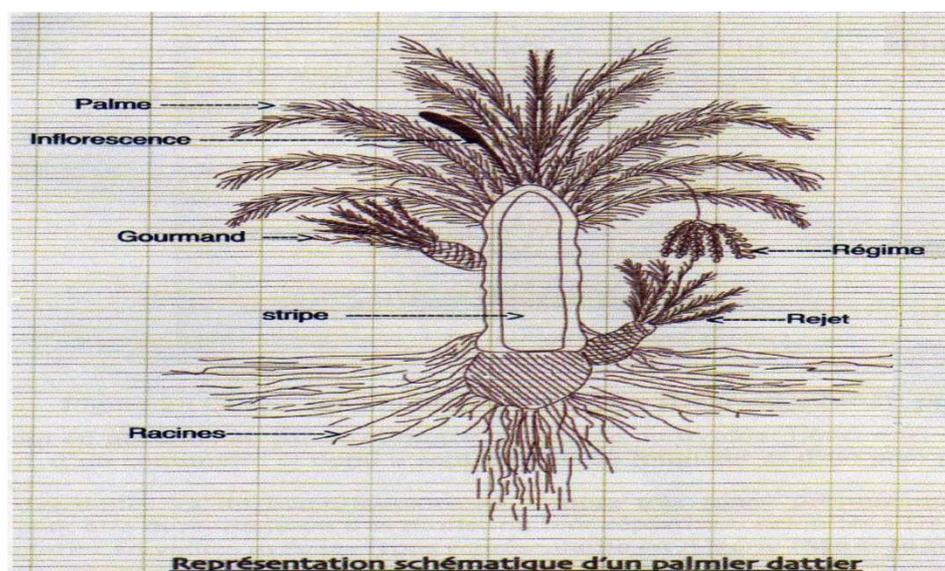
Espèce : *Phoenix dactylifera L.*

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

3. Aspect botanique :

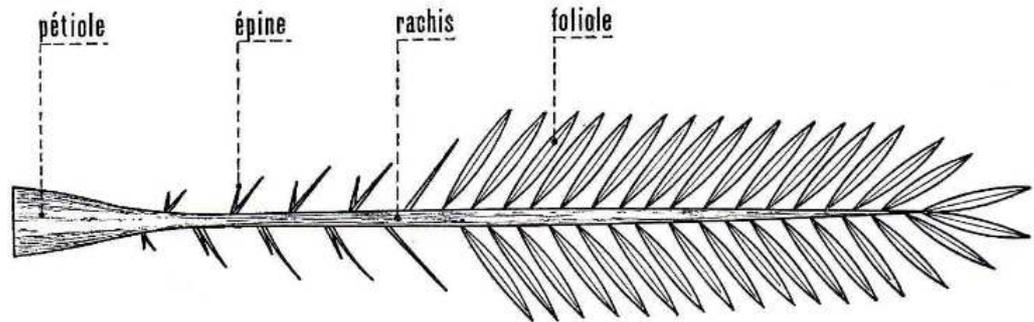
Etant une plante dioïque à fécondation croisée, les sexes chez *Phoenix dactylifera* sont séparés, c'est-à-dire qu'il existe des pieds mâles et des pieds femelles (Rhouma, 1998).

Le dattier est un arbre stolonifère pouvant atteindre 30m de hauteur; il présente une morphologie très caractéristique: un système racinaire fasciculé où les racines ne se ramifient pas. Son tronc cylindrique couvert par les restes de feuilles anciennes desséchées est terminé par un bouquet de feuilles «**palmes**» de 5 à 6 mètres de longueur (Em-Perrot, 1944 ; Somon, 1987).



FigureN°2: Représentation schématique d'un palmier dattier (Belguedj, 2002).

Les feuilles sont pennées et sont constituées d'un pétiole assez court bordé de fortes épines et pinnules. Le nombre d'épines retrouvées au niveau de chaque espèce constitue un élément de détermination du cultivar. Les inflorescences mâles comme femelles, sont enveloppées dans une spathe. Les inflorescences mâles se couvrent de fleurs blanc crème, chez les sujets femelles elles sont d'un bel orange vif et portent en masse des fruits de même couleur (Em-perrot, 1944 ; Moinité, 1991).



FigureN° 3: Représentation schématique d'une palme (Munier, 1973).

Le fruit « datte » est une baie ayant une seule graine appelée communément « **noyau** ». Elle comporte une enveloppe fine cellulosique, l'épicarpe ou peau, un mésocarpe plus ou moins charnu de consistance variable et un endocarpe qui est réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau. L'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe sont généralement confondus et appelés chair ou pulpe (Djerbi, 1995).

4. Exigences écologiques du palmier dattier :

Le *Phoenix dactylifera* vit dans les zones arides et semi-aride du globe, il exige un climat chaud puisque son zéro de végétation est situé à 10°C. L'intensité maximale de végétation est atteinte à des températures de 30-40°C. La somme des températures nécessaire à sa croissance est de 4800 à 5000°C (Munier, 1973).

La floraison est déclenchée après une période de froid quand la température moyenne est de 20°C à 25°C. Pour assurer une bonne production dattière, cette espèce héliophile a besoin de 16000 à 20000 m³/ha/an d'eau, selon la nature du sol (Dowson, 1982).

Le palmier préfère les sols sableux, sablo-limoneux ou limono-sableux à faible teneur en argile. Le sol doit être profond, perméable avec une pente de 2% à 6%, il supporte des taux de salinité du sol relativement (Nahili, 2006).

5. Production de dattes

➤ En Algérie

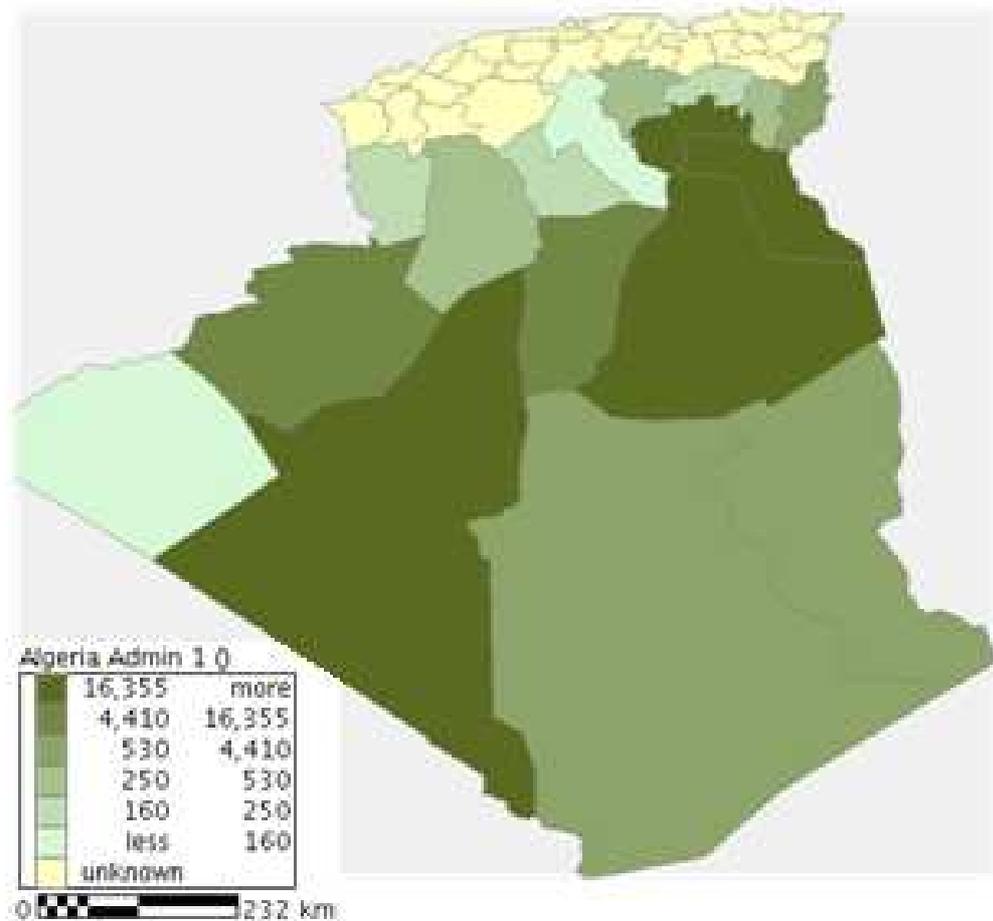
La production réalisée dans la campagne agricole (2000/2001) est de 4,18 millions de quintaux (tableau 1.3) (Anonyme, 2002).

TableauN°1 : Production des dattes en Algérie de la campagne agricole (2000/2001), en quintaux (Anonyme, 2002)

Wilayas	Deglet-Nour	Chars et analogue (Dattes molles)	Degla-Beïda et analogues (dattes sèches)	Total
Adrar	0	0	572000	572000
Laghwat	350	1990	2070	410
Batna	210	1430	4870	6510
Biskra	769620	134760	292280	1196660
Batna	0	0	94890	94890
Tamanrasset	0	0	94890	47890
Tebessa	4620	4000	47930	10360
Djelfa	250	100	1740	400
Msila	0	0	50	2500
Ourgla	434110	207760	2500	708610
El-Bayad	0	8750	66740	8750
Illizi	90	6 2 0	0	8750
Tindouf	0	500	8000	500
El Oued	895450	234920	0	1236190
Khenchla	1610	4480	105820	7970
Naama	0	1690	190	1880
Ghardaïa	106000	38600	131400	276000
Total	2212310	640000	1331960	4184270

D'après le tableau 1, près de 58,14 % de la production nationale de dattes est réalisée par les deux wilayas, El-Oued (29,54 %) et Biskra (28,6 %).

La variété Deglet-Nour, occupe la première place et représente 52,87 % de la production totale des dattes.



FigureN°4 : Répartition des palmeraies en Algérie (FAO, 2010)

➤ **Dans le monde**

Les principaux pays producteurs de dattes sont : l'Egypte, l'Irak, l'Iran, l'Arabie-Saoudite, l'Emirats Arabes Unis, le Pakistan, l'Algérie et le Soudan (tableau 2). La production mondiale de dattes réalisée en 2004 est de 6,7 millions de tonnes (Noui, 2007).

Tableau N°2: Production de dattes par pays, en 2004 (Noui, 2007).

Pays	Production en quintaux
Egypte	1 100 000
Irak	910 000
Iran	880 000
Arabie-Saoudite	830 000
Emirats Arabes Unis	760 000
Pakistan	650 000
Algérie	450 000
Soudan	330 000
Oman	238 611
Libye	140 000
Tunisie	110 000
Maroc	54 000
Yémen	33 000
Mauritanie	24 000
Tchad	18 000
U.S.A	18 000
Bahreïn	17 000
Qatar	16 500

Du point de vue quantitatif, la production algérienne représente 7 % de la production mondiale, mais du point de vue qualitatif, elle occupe le premier rang grâce à la variété Deglet-Nour, la plus appréciée mondialement.

Chapitre 2 :

Les Dattes

Chapitre 2 : les dattes

1. Définition de la datte :

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

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

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

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 6 grammes selon les variétés. Leur couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouges, brunes plus ou moins foncées (Djerbi, 1994).

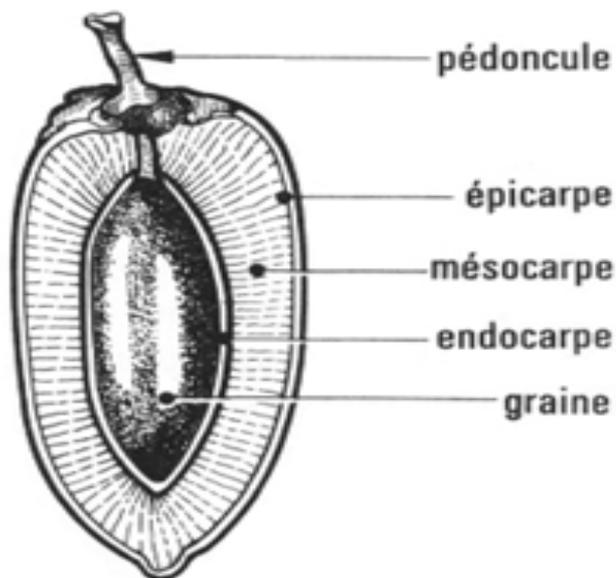


Figure N°5: Coupe longitudinale d'une datte (Richarde, 1972)

2. Formation et maturation de la datte :

Les fleurs fécondées, à la nouaison, donnent un fruit qui évolue en taille, en consistance et en couleur jusqu'à la récolte (Gilles, 2000).

La datte passe par différents stades d'évolution (Sawaya et al, 1983 ; Benchabane et al, 1996 ; Al-Shahib et Marshall, 2002).

Le tableau 3 présente les stades d'évolution de la datte et les appellations utilisées en Afrique du Nord et en Irak.

Tableau N°3 : Stades d'évolution de la datte (Djerbi, 1994)

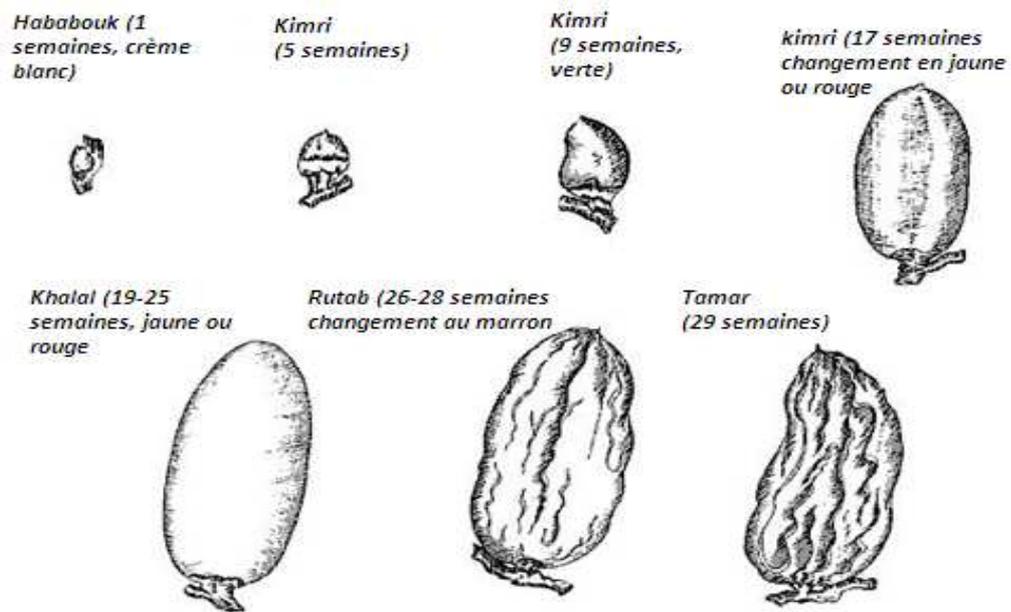
Pays	Stades de développement de la datte				
	I	II	III	IV	V
Irak	Hababouk	Kimri	Khalal	Rutab	Tamar
Algérie	Loulou	Khalal	Bser	Martoub	Tamar
Libye	-	Gamag	Bser	Rutab	Tamar
Mauritanie	Teï	Tefjema	Enguer	Blah	Tamar

De nombreux auteurs ont adapté la terminologie utilisée en Irak. Les différents stades peuvent être définis comme suit (Djerbi, 1994) :

- **Hababouk**: Ce stade commence juste après la fécondation et dure environ cinq
- **Semaines**. A ce stade, le fruit est entièrement recouvert par le périgone et se caractérise par une croissance lente.
- **Kimri** : Il se caractérise par une couleur verte, un grossissement rapide du fruit, une augmentation de la concentration en tanins et en amidon, une légère augmentation des sucres totaux et de la matière sèche. Ce stade dure neuf à quatorze semaines.
- **Khalal** : Au cours de ce stade, la couleur du fruit passe du vert au jaune clair, puis vire au jaune, au rose ou rouge selon les variétés. Cette phase est marquée par une augmentation rapide de la teneur en sucres totaux, de l'acidité active, par contre la teneur en eau diminue. Elle dure trois à cinq semaines.
- **Rutab** : La couleur jaune ou rouge du stade khalal passe au foncée ou au noir. Certaines variétés deviennent verdâtres comme la khadraoui (Irak) et la Bouskri

(Maroc). Ce stade se caractérise par :

- La perte de la turgescence du fruit suite à la diminution de la teneur en eau
 - L'insolubilisation des tanins qui se fixent sous l'épicarpe du fruit ;
 - L'augmentation de la teneur des monosaccharides.
- **Tamar** : C'est le stade final de la maturation de la datte. Le fruit perd beaucoup d'eau, ce qui donne un rapport sucre/eau élevé.



FigureN°6: Différents stades d'évolution de la datte (Sawaya et al.1983)

3. Les variétés de dattes :

Les variétés de dattes sont très nombreuses, seulement quelques-unes ont une importance commerciale (tableau 4). Elles se différencient par la saveur, la consistance, la forme, la couleur, le poids et les dimensions (Djerbi, 1994; Buelguedj, 2001).

En Algérie, il existe plus de 940 cultivars de dattes (Hannachi et al. 1998). Les principales variétés cultivées sont :

- ✓ **La Deglet-Nour** : Variété commerciale par excellence. C'est une datte demi-molle, considérée comme étant la meilleure variété de datte du fait de son aspect, son Onctuosité et sa saveur. A maturité la datte est d'une couleur brune

ambrée avec un épicarpe lisse légèrement plissé et brillant, le mésocarpe présente une texture fine légèrement fibreuse (Noui, 2007).

- **Les variétés communes** : Ces variétés sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Les variétés les plus répandues sont : Ghars, Degla-Beïda et MechDegla. Selon Belguedj, (2001), une grande proportion des variétés communes est de consistance molle.

TableauN°4 : Les cultivars dominants dans les principaux pays producteurs de dattes de l'ancien Monde (Munier, 1973)

Pays	Cultivars	Pays	Cultivars
Algérie	Degla-Beïda, Mech-Degla, Deglet-Nour.	Libye	Bikraari, Khadraï,Tas
Arabie - Saoudite	Rouzeiz,Koulass,Kounneiz	Maroc	el, Bou feggous, Mehjoul.
Egypte	layani, Saïdi ou Siwi, Samani.	Mauritanie	Ahmar, Tinterguel, Tidiguert, Sekani, Ams
Irak	Zahidi, Sayir, Hallaoui, Deri, Hadraoui, Hestaoui, Tsiptab, Barhi.	Pakistan	JawanSor, Berni, Kars Siah, Karba, Kalud, Ra Dandari, Mazawali, Sa Abdandan, Alini, Muzawijat, Kluskeech, Mekrani, Begum, Jan
Iran	Savir, Mouzâfti, Kabkab, " ,;hahani, Mordasang.	Tchad	tchiano, Zalao, Mektouli, Koudidou.
Tunisie	Dglet-Nour, Allig ou Fitmi.		

4. Classification des dattes :

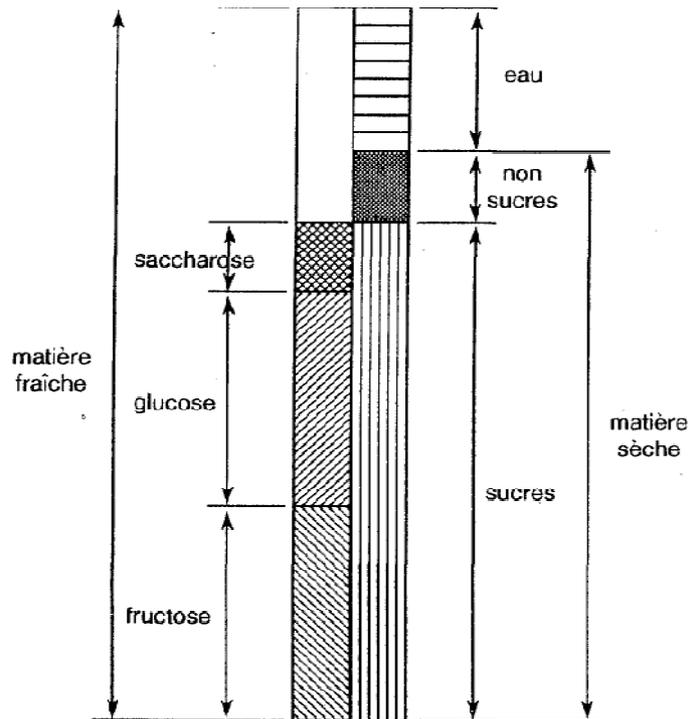
D'après Espiard (2002), la consistance de la datte est variable. Selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories :

- Dattes molles : Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskani (Egypte, Arabie-Saoudite).
- Dattes demi-molles : Deglet-Nour (Tunisie, Algérie), Mehjoul (Mauritanie), Sifri et Zahidi(Arabie-Saoudite).
- Dattes sèches de consistance dure : Degla-Beïda et Mech-Degla (Tunisie et

Algérie), Amersi (Mauritanie)

5. Composition biochimique de la datte :

La datte est constituée d'une partie charnue, la chair ou la pulpe et d'un noyau. C'est un fruit de grande valeur alimentaire et très énergétique, elle fournit des calories 4 à 5 fois supérieure à celles fournies par d'autres fruits (Munier, 1973).



FigureN°7 : Composition de la datte (Estanove, 1990)

5.1. Composition biochimique de la partie comestible « Pulpe » :

➤ L'eau :

La teneur en eau est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. Elle varie entre 8 et 30 % du poids de la chair fraîche avec une moyenne d'environ 19 % (Noui, 2007).

Tableau 5: Teneur en eau de quelques variétés de dattes de la région

Fliache (Biskra), en % (Noui, 2007).

Variétés	Consistance	Teneur en eau
Deglet-Nour	Demi-molle	22,60
Mech-Degla	Sèche	13.70
Ghars	Molle	25.40

➤ **Les sucres :**

Les sucres sont les constituants majeurs de la datte. L'analyse des sucres de la datte a révélée essentiellement la présence de trois types de sucres : le saccharose, le glucose et le fructose (Estanove, 1990; Acourene et Tama, 1997). Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible proportion tels que : le galactose, le xylose et le sorbitol (Favier et *al.* 1993; Siboukeur, 1997).

La teneur en sucres totaux est très variable, elle dépend de la variété et du climat. Elle varie entre 60 et 80 % du poids de la pulpe fraîche (Siboukeur, 1997).

Le tableau montre la teneur en sucres dans les dattes, signalons une grande variabilité des teneurs pour le saccharose et les sucres réducteurs. La teneur en saccharose varie entre 0.8 et 52,4 %, celle des sucres réducteurs est de 20 à 94 % de matière sèche

Tableau 6 : Teneur en sucres de quelques variétés de dattes Algériennes de la région des Zibans, En % de matière sèche (Acourene et Tama, 1997)

Variétés	consistance	Sucres totaux	saccharose	Sucres réducteurs
Chars	Molle	87,42	5,00	82,12
Tantboucht		79,80	0,90	78,80
Deglet-Ziane		84,00	2,45	81,45
Ltima	Demi-molle	78,51	4,29	73,40
Safraia		79,00	1,31	77,61
El-Ghazi	Sèche	94,90	0,80	94,00
Mech-Degla		75,10	52,40	20,00
KentaHorra		72,30	40,55	36,80
		82.46	50.00	29.86

➤ **Les acides aminés :**

Les dattes sont caractérisées par une faible teneur en protéines (tableau7). Elle varie entre 0,38 et 2,5 % du poids sec. Malgré cette faible teneur, les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement (Yahiaoui, 1998)

Tableau7: Composition moyenne en acides aminés de la datte sèche (Favier et *al*, 1993)

Acides aminés	Teneur de la pulpe, en mg/10
Isoleucine	64
Leucine	103
Lysine	72
Méthionine	25
Cystine	51
Phénylalanine	70
Tyrosine	26
Thréonine	69
Tryptophane	66
Valine	88
Arginine	68
Histidine	36
Alanine	130
Acide aspartique	174
Acide glutamique	258
Glycol	130
Proline	144
Sérine	88

➤ Les acides gras

La datte renferme une faible quantité de lipides. Leur taux varie entre 0,43 et 1,9 % du poids frais (Djouab, 2007). Cette teneur est en fonction de la variété et du stade de maturation.

Selon Yahiaoui (1998), la teneur en lipides passe de 1,25 % au stade Hababouk à 6,33 % au stade Kimri (tableau 8). Cette teneur diminue progressivement au stade Rutab pour atteindre une valeur de 1.97 % de matière sèche au stade Tamar.

Tableau 8: Composition en acides gras de la datte Deglet-Nour, en % de matière grasse (Yahiaoui, 1998)

Acides gras	Teneur en % de matière grasse
Acide linoléique (c18 : 3)	12,30
Acide linoléique (c18 :2)	11,47
Acide oléique (c18 :1)	10,74
Acide stéarique (c18 :0)	10,47
Acide palmitique (c16 :0)	7,89
Acide myristique (c14 :0)	8,66

➤ **Les éléments minéraux :**

L'étude de 58 variétés de dattes cultivées dans la région des Zibans faite par (Acourene et al. 2001), montre que le taux de cendres est compris entre 1,10 et 3,69 % du poids sec. La datte est l'un des fruits les plus riches en éléments minéraux essentiellement le potassium, le magnésium, le phosphore et le calcium.

Le tableau ci-dessous, donne la teneur en éléments minéraux de quelques variétés de dattes molles algériennes.

Tableau 9: Composition minérale de quelques variétés de dattes molles Algériennes, En mg/100 g de la partie comestible (Siboukeur, 1997)

Eléments minéraux	Variétés		
	Chars	Tanslit	Litm
Potassium (K)	664	435	452
chlore (Cl)	256	176	157
Calcium(Ca) Magnésium	80	50	60
Magnesium (Mg)	17.38	20.61	20,20
Fer (Fe)	2.03	0.83	1.30
Sodium (Na)	2,03	0,83	1,30
Cuivre (Cu)	1,92	0,99	1,10
Manganèse (Mn)	2,10	1,20	1,50

➤ **Les vitamines :**

En général, la datte ne constitue pas une source importante de vitamines. La fraction vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables de vitamines du groupe B (tableau N°10). Ce sont des précurseurs immédiats des coenzymes indispensables à presque toutes les cellules vivantes et jouent un rôle primordial (Vilkas, 1993).

Tableau 10 : Composition vitaminique moyenne de la datte sèche

(Favier et *al.* 1995)

Vitamines	Teneur moyenne pour 100 g
Vitamine C	2,00 mg
Thiamine (B1)	0,06 mg
Riboflavine (B2)	0,10 mg
Niacine (B3)	1,70 mg
Acide pantothénique (B5)	0,80 mg
Vitamine (bb)	0,15 mg
Folates (B9)	28,00 µg

➤ **Les fibres :**

La datte est riche en fibres, elle en apporte 8,1 à 12,7 % du poids sec (Al-Shahib et Marshall, 2002). Selon Benchabane (1996), les constituants pariétaux de la datte sont : la pectine, la cellulose, l'hémicellulose et la lignine.

Du fait de leur pouvoir hydrophile, les fibres facilitent le transit intestinal et exercent un rôle préventif des cancers colorectaux, des appendicites, de la diverticulose, des varices et des hémorroïdes. Elles ont également un effet hypocholestérolémiant (Albert, 1998; Jaccotet Campillo, 2003).

➤ **Les composés phénoliques**

La datte renferme des substrats dits composés phénoliques (Mansouri et *al.* 2005).

Tableau 11 : Teneur en composés phénoliques de quelques variétés de dattes Algériennes(Mansouri et *al.* 2005)

Variétés	Teneur en mg / 100 g du poids
Tazizout	2,49
Ougherouss	2,84
Akerbouce	3,55
Tazarzait	3,91
Tafizouine	4,59
Deglet- Nour	6,73
Tantbouchte	8.36

L'analyse qualitative des composés phénoliques de la datte a révélé la présence des acides cinnamiques, des flavones, des flavanones et des flavonols (Mansouri et *al.* 2005).

Selon Henk et *al.* (2003), les polyphénols jouent un rôle important dans le corps : ils ont des effets anti-inflammatoires, antioxydants, abaissent la tension artérielle et renforcent le système immunitaire.

5.2Composition biochimique de la partie non comestible "Noyau " :

Le noyau présente 7 à 30 % du poids de la datte. Il est composé d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique (Espiard, 2002). Le tableau ci-dessous montre la composition biochimique des noyaux de dattes Irakiennes

Tableau12: Composition biochimique des noyaux des dattes Irakiennes

(Munier, 1973)

Constituants	Teneur en %
Eau	6,46
Glucides	62,51
Protides	5,22
Lipides Cellulose	8,49
Cellulose	16,20
Cendres	1.12

Selon Djerbi (1994), les noyaux constituent un sous-produit intéressant. En effet, de ces derniers, il est possible d'obtenir une farine dont la valeur fourragère est équivalente à celle de l'orge.

6. Valeur nutritionnelle de la datte :

La datte constitue un excellent aliment, de grande valeur nutritive et énergétique (Toutain, 1979; Gilles, 2000) :

- La forte teneur en sucres confère à ces fruits une grande valeur énergétique.
- Une teneur intéressante en sucres réducteurs facilement assimilables par l'organisme.
- Les protéines de la datte sont équilibrées qualitativement, mais en faible quantité.
- Un apport important en élément minéraux. Les dattes sont riches en minéraux plastiques : Ca, Mg, P, S et en minéraux catalytiques : Fe, Mn. Elles sont reminéralisantes et renforcent notablement le système immunitaire (Albert, 1998).
- Le profil vitaminique de la datte se caractérise par des teneurs appréciables en vitamines du groupe B. Ce complexe vitaminique participe au métabolisme des glucides, des lipides et des protéines (Tortora et Anagnostakos, 1987).

7. Les altérations des dattes :

7.1 Altérations physiques :

Elles se produisent au cours de différentes opérations de manipulation des dattes (chocs, écrasements et dessèchement). Ces opérations provoquent des lésions qui accélèrent les processus d'altération biologiques (Messar, 1996).

7.2 Altérations microbiologiques :

Parmi les principales causes d'altération microbiologiques qui touchent les dattes on distingue :

➤ **Levures et moisissures :**

Les levures et moisissures constituent la plus grande partie des altérations qui nuisent à la qualité des dattes, leur action symbolique provoque une formation de d'alcool et gaz carbonique par fermentation alcoolique.

➤ **Bactéries :**

On rencontre le plus souvent les bactéries appartenant aux espèces : « *Lactobacillus plantarum* » qui transforme le fructose en Acide acétique et Acide lactique.

7.3 Altérations chimiques :

La richesse de quelques variétés de datte en invertase provoque l'inversion du saccharose, cette inversion peut entraîner une diminution de l'humidité relative d'équilibre de la datte et une modification de sa saveur naturelle (Jarrah et *al.* 1982).

7.4 Altérations biochimiques :

La datte comme tout organe végétal charnu peut toucher par le phénomène de brunissement (l'apparition de pigments bruns modifie la qualité organoleptique et nutritionnel) qui recouvre un ensemble de réactions généralement très complexes (Tirilly et Bourgeois, 1999).

Chapitre 3 :

Technologie de la datte

Chapitre 3 : Technologie de la datte

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

1. Conditionnement de la datte :

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

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

Les conditionnements sont très personnalisés dans chaque entreprise et selon la clientèle destinataire (Espiard, 2002).

2. Transformation de la datte :

2.1 Confiseries à base de datte :

2.1.1 La pâte de datte :

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

2.1.2 La farine de datte :

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants (Au- Ameer, 2001) et yaourt (Benamara et *al.*, 2004).

2.1.3 Les Sirops, les crèmes et les confitures de dattes :

Ces produits sont également fabriqués à base de dattes saines car il est important d'éviter tout arrière-goût de fermentation.

Selon Espiard (2002), cette gamme de produit est basée sur l'extraction des sucres par diffusion de ces derniers et des autres composants solubles de la datte. Par mélange et cuisson de pâte ou de morceaux de dattes et de sirop, nous pouvons obtenir des crèmes ou des confitures d'excellente qualité.

2.2 La mise en valeur des déchets :

Les dattes abîmées et de faible valeur marchande peuvent être utilisées en raison de leur forte teneur en sucre pour la production de :

2.2.1 La biomasse et protéines unicellulaires :

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

2.2.2 Les alcools :

Les dattes constituent un substrat de choix pour la production de l'alcool éthylique. Selon Touzi (1997), l'alcool éthylique a été produit au laboratoire avec un rendement de 87 %.

2.2.3 Le vinaigre :

Les dattes peuvent être utilisées pour l'élaboration de nombreux produits alimentaires parmi lesquels le vinaigre (Ould El Hadj et *al.*, 2001). Ce dernier a été produit par culture de la levure *Saccharomyces uvarum* sur un extrait de datte (Boughnou, 1988).

2.2.4 Les aliments de bétail :

Les rebuts et les noyaux de dattes constituent des sous-produits intéressants pour l'alimentation du bétail.

La farine des noyaux de dattes peut être incorporée avec un taux de 10 % dans l'alimentation des poulets sans influencer négativement leurs performances (Gualtieri et Rappaccini, 1994).

2.2.5 Autres produits :

La datte constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que : le vin (Espiard, 2002) et le jus de datte (Siboukeur, 1997).

La figure 7 illustre les différentes opérations de la transformation de la datte et le noyau.

3. Importance économique de la transformation de la datte :

La datte est un produit qui présente des avantages comparatifs et pour lequel il n'existe pas de problèmes de concurrence entre les pays développés et les pays sous-développés, comme c'est le cas pour d'autres produits agricoles (tomates, agrumes, olives, etc.).

La datte, fait l'objet d'un commerce intérieur et extérieur important, surtout la variété Deglet-Nour. Les autres variétés, même si elles ne sont pas largement commercialisées sur les marchés, peuvent être transformées en divers produits dont l'impact socio-économique est considérable tant du point de vue de la création d'emplois et de la stabilisation des populations dans les zones à écologie fragile. Ainsi, les produits issus de la transformation de la datte limiteraient, par ailleurs la dépendance économique du pays vis-à-vis de l'étranger et lui permettraient d'économiser des devises susceptibles d'être dégagées pour d'autres secteurs (Touzi, 1997).

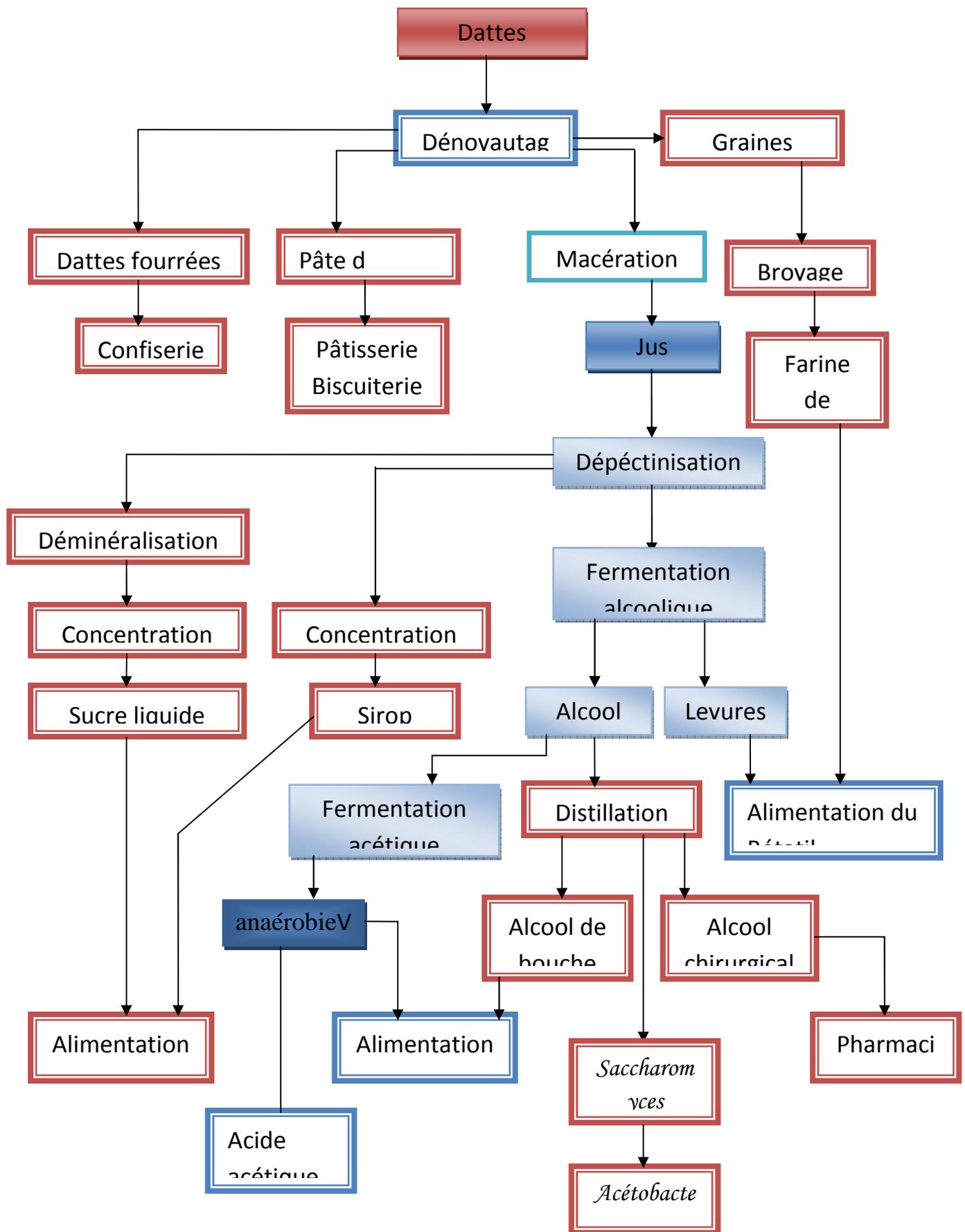


Figure N° 8 : Opération de transformation de la datte (Estanove, 1990).

Chapitre 4 :

Le vinaigre

Chapitre 4 : Le vinaigre

Dans ce chapitre, nous décrivons les principales étapes du processus d'obtention du vinaigre.

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

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

1. Définition et réglementation

Le vinaigre, étymologiquement de vin et aigre, c'est un vin rendu aigre par le développement de bactéries acétiques ; par extension, on a appelé vinaigre tout produit obtenu par la fermentation acétique de boissons ou des dilutions alcooliques (Bourgeois et L'arpent, 1996).

Selon FAO (1987), le vinaigre est un liquide adapté pour la consommation humaine ; produit à partir du matériel approprié d'origine agricole, renfermant dans sa composition de l'amidon et/ou des sucres, il contient une quantité indiquée d'acide acétique obtenu par le processus de la double fermentation, alcoolique et acétique (Tesfaye et *al.* 2002).

Dans la législation française, la dénomination « vinaigre » est réservée aux produits obtenus par fermentation acétique de boissons ou dilutions alcooliques et renferment au moins 6% d'acide acétique (décret du 28 juillet 1908 modifié par le

décret du 28 mars 1924). La fabrication de vinaigre est due aux bactéries acétiques « Acétobacter » (Guiraud, 1998).

De même que le Codex Alimentaires, la législation algérienne exige une teneur minimale d'acide acétique de 6% pour le vinaigre de vin et 5% pour les autres vinaigres (journal officiel algérien, 1998).

2. Les différents types du vinaigre et les matières premières utilisées

La tendance de consommation à l'échelle mondiale va vers les produits biologiques et de terroir. Bien que le vinaigre soit un produit mondial, ses variétés différentes selon les régions. De nos jours, les variétés traditionnelles du vinaigre, particulières a des marches régionaux, font leur entrée sur le marché mondial en tant que produits nouveaux et novateurs dont on commercialise les bienfaits pour la santé et les utilisations multiples (Anonyme, 2007).

Les différences entre ces variétés (vinaigre) sont surtout liées a la matière première de départ, nous pouvons citer (Bourgeois et L'arpen, 1996) :

a) Vinaigre d'alcool ou blanc : Il est produit en plus grande quantité, utilisant comme matière première l'alcool pur dilue subissant préalablement une dénaturation par le vinaigre d'alcool. Ce vinaigre est notamment utilise dans l'industrie condimentaire.

b) Vinaigre de vin : Dans les pays producteurs de vin (France, Espagne, Portugal, Italie...), c'est généralement les vins de table de faible degré ou ayant un début de piques acétiques qui servent de matière première.

c) Le vinaigre de bière ou de malt : produit dans les pays anglo-saxons.

d) Vinaigre des jus de fruits : dans chaque pays producteur d'un fruit donne, son vinaigre correspondant est généralement fabrique ; on peut citer :

- Le vinaigre de pamplemousses
- Le vinaigre de kiwi
- Le vinaigre de mangues
- Le vinaigre de citrons
- Le vinaigre de cidre

- Le vinaigre de datte

e) Vinaigre des produits amylacés : une étape de saccharification de l'amidon est indispensable avant la fermentation alcoolique. On cite parmi eux :

- Le vinaigre d'orge
- Le vinaigre de blé
- Le vinaigre de riz

La couleur et l'arôme de tout vinaigre dépendent considérablement du substrat initial (Callejon et *al.* 2009).

3. La consommation du vinaigre :

Les consommateurs à l'échelle mondiale sont de plus en plus soucieux de leur sante, ce qui explique la hausse de la popularité des nouveaux assaisonnements, y compris le vinaigre (Anonyme, 2007).

Les parts du la marche mondiale de la consommation du vinaigre par type (2005) sont données par la figure

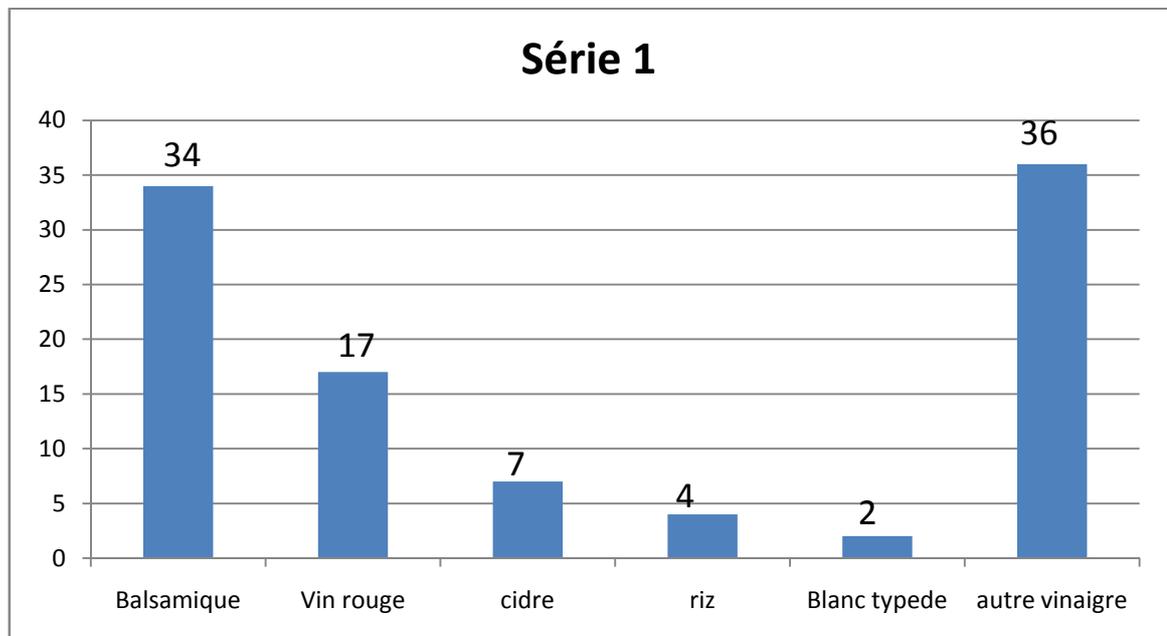


Figure N° 9: Part du marché mondial du vinaigre par type (Anonyme, 2007).

4. Technologie du vinaigre

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

Le choix de la souche est un paramètre déterminant et la connaissance de ses exigences nutritionnelles est indispensable ; le milieu de culture doit être optimisé (T°C, pH, aération, concentration en différents substrats...etc.) ; le choix de la technologie (cellules libres immobilisées) ainsi que le procédé de mise en œuvre (cultures en continues ou en discontinues) doit se faire d'une manière judicieuse de manière à atteindre les objectifs attendus. Avant d'entamer une explication grossière sur la double formations, on a intérêt évoquer les principales voies fermentaires, les différents microorganismes impliqués ainsi que leurs principaux produits, et leurs domaines d'applications (Tableau 1).

Tableau N° 13 : Les principales fermentations microbiennes (Branger, 2008).

Fermentation	Principaux produits	Microorganismes	Applications
Homolactique	96% d'acide lactique	Lactococcus Lactobacillus Sc.thermophilus	Salaisons, produits laitiers choucroute, ensilage
Hétéro lactique	18% d'éthanol, 18% de glycérol 40% d'acide lactique, 19% de CO ₂	Leuconostoc Lactobacilles Heterofermentaires	Kefir, accidents de fabrication
Alcoolique	50% d'éthanol, 50% de CO ₂ , Levures du genre	Saccharomyces	Vin, bières, pain, pâtisseries
Acides mixtes	50% d'acide lactique, 20.5% d'acides divers, 12% de CO ₂ , 0.5% d'H ₂ , 11% d'éthanol	Escherichia coli Salmonella citrobacter	Gonflement et mauvais gout, risque de pathogenicite
Butanediolique	5% d'acides divers, 40% de CO ₂ , 0.5% d'H ₂ , 15% d'éthanol, 38% de butanediol	EnterobacterKlebsiella	Gonflements et mauvais gouts
Butanoique	15% d'acide acétique, 35% d'acide butyrique, 48% de CO ₂ , 3% d'H ₂	Clostridium tyrobutyricum C butyricum	Gonflement en fromages a pate cuite
Acetonobutylique	Acide acétique et butyrique, acetone butanol	Clostridium acetobutylicumetbutylicum	Production de solvants
Propenoique	6% d'acide acétique, 60% propenoique, 10% d'acide succinique, 16% de CO ₂	Propionibacterium	Fermentation gazogene dans les fromages a pate cuite et production d'arome
Enter- Doudroff	50% d'éthanol, 50% de CO ₂	Zymomonasmobilis	Production d'éthanol
Acétique	Acide acétique Glucobacter	Acetobacter	Production de vinaigre
Méthanique	Methane	Methanobacterium Methanococcus plus des bacteriessyntrophies	Production de methane en epuratinabaerobie
Malolactique	Acide lactique à partir de l'acide malique	Leuconostocoenos Ln mesenteroides Lacobacillusplantarum	Désacidification des vins

5. La fermentation alcoolique

Elle est réalisée par des levures (essentiellement des *Saccharomyces*), par décarboxylation de l'acide pyruvique à la suite de la glycolyse puis réduction de l'acétaldéhyde en éthanol. Cette fermentation intervient dans la fabrication du vin, de la bière, de cidre et divers boissons fermentées, ces derniers peuvent servir de matières premières à la fabrication du vinaigre. Son but est essentiellement la fabrication de l'éthanol (Branger, 2008).

Environ 80 % de l'éthanol produit dans le monde est obtenu par fermentation, le reste provient de synthèse à partir de l'éthylène synthétisé par l'industrie du pétrole. L'éthanol commence à jouer un rôle de plus en plus important comme source d'énergie en remplaçant les produits pétroliers. Le cas du Brésil à cet égard est exemplaire car plus de 10 millions de tonnes d'éthanol sont produits par fermentation avec comme source carbonée le saccharose des mélasses de canne à sucre. L'éthanol peut être utilisé directement sans aucune modification et entraîne beaucoup moins de problèmes écologiques que les produits pétroliers. La production de l'éthanol est donc une alternative attrayante puisqu'il peut être produit à partir de sources renouvelables et disponible en grande quantité : sucres et amidon d'origine agricole, cellulose des déchets industriels et urbains (Larpen-Gourgand et Sanglier, 1992).

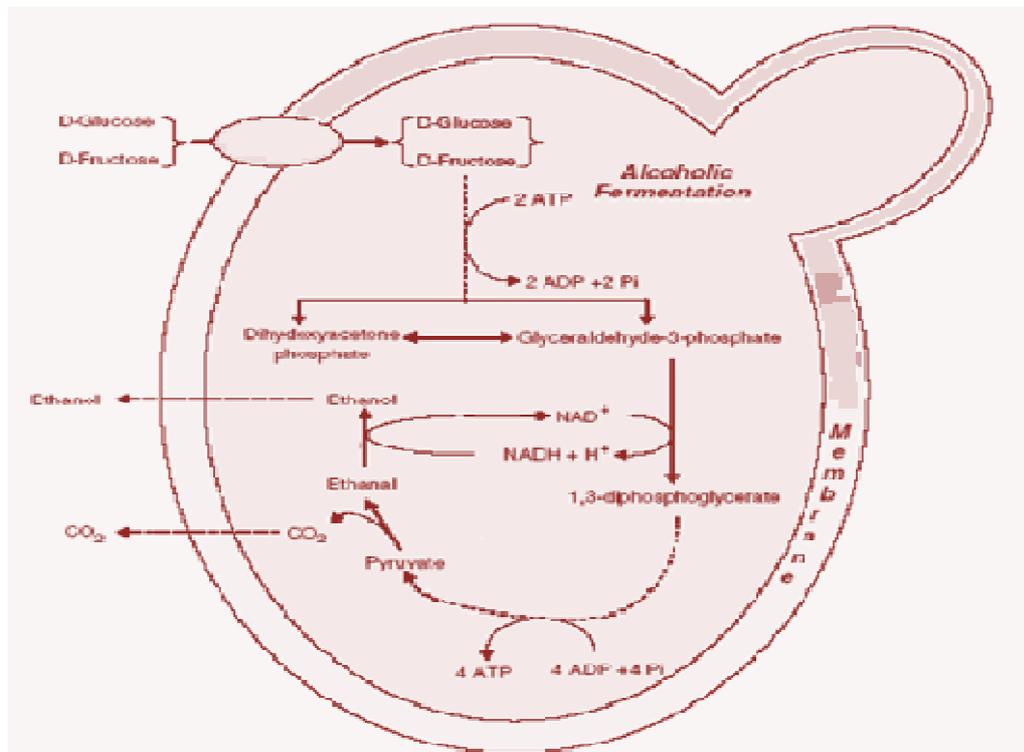
5.1 La levure *Saccharomyces cerevisiae*

Les levures sont des eucaryotes unicellulaires, de forme sphérique avec un volume de 45 μm^3 , possédant les plus simples appareils végétatifs. Elles se présentent sous forme de cellules uniques libres indépendantes ou associées deux à deux. *Saccharomyces cerevisiae* est une levure alcooligène largement employée dans les industries de fermentation (Larpen, 1991 ; Bourgeois et Larpen, 1996). Elle contient de nombreuses sous-espèces et souches permettant d'expliquer son utilisation pour diverses productions à partir de substrats variés.

Le taux d'alcool final dépend de la souche et de la concentration en substrat initial. Dans les vins, le taux limite est de 13 à 14% d'éthanol, mais certaines souches peuvent y'arriver jusqu'à 16 à 18 %. Généralement, l'arrêt de la fermentation est dû à l'auto-intoxication des cellules par l'alcool intracellulaires (Branger, 2008)

En raison de sa tolérance à l'éthanol, de sa forte teneur en sucres et de sa capacité fermentaire élevée, *Saccharomyces cerevisiae* prend rapidement le dessus et elle est considérée comme responsable de la réalisation de la fermentation alcoolique.

Classiquement, la biosynthèse de l'éthanol se fait avec cette levure (*Saccharomyces cerevisiae*), a un pH de 4,5 — 5,0 et une température optimale de 30 °C. Leurs développement est très facile sur jus de betteraves ou hydrolysats de céréales. Par contre avec les mélasses, la teneur en substances non glucidiques élevée perturbe souvent leur croissance. Les substrats glucidiques autres que le glucose, fructose et le saccharose ne peuvent pas être directement fermentent par *Saccharomyces cerevisiae* et doivent au préalable, subir une hydrolyse enzymatique ou acide pour libérer les hexoses assimilables par la levure (L'arpent-Gourgaud et Sanglier, 1992).Voire laFigure N°résume les étapes de Biosynthèse de l'éthanol par la levure S, cerisaie



FigureN° 10 :Fermentation alcoolique (Zamora, 2009)

5.2 Les technologies de fermentation alcoolique

Les procédés traditionnellement utilisés pour la production de l'éthanol ou de boissons alcoolisées sont de type discontinu. Le mout est introduit dans une cuve où la fermentation se produit jusqu'à l'épuisement des sucres fermentescibles ou l'inhibition totale par l'éthanol.

Ce type de procédé a l'avantage de sa simplicité de conduite, mais avec des productivités relativement faibles (actuellement, ce procédé est le plus utilisé dans le secteur brassicole et vinicole) ; toutefois, pour la production à grande échelle de l'éthanol c'est les procédés en continu qui s'imposent (Larpen, 1991):

- Fermentations continues avec recyclage des levures
- Fermentations continues à membranes
- Procédés à cellules immobilisées
- Fermentation avec distillation intégrée.

5.3 Les produits issus de la fermentation alcoolique

En plus de l'éthanol, de nombreux produits, mais en quantités faibles, intervenant dans les qualités organoleptiques sont aussi produits, ils se constituent essentiellement des alcools supérieurs, d'acides gras, d'esters, d'aldéhydes et cétones (Guiraud, 1998).

➤ **Ethanol**

L'éthanol communément appelé alcool, est le composé majoritaire produit par les levures *Saccharomyces cerevisiae* à partir des sucres simples (6 carbones) au cours de la fermentation alcoolique. La glycolyse suivie de la décarboxylation de l'acide pyruvique et de la réduction 16.5 g/ sml d'alcool (Akin ; 2008).

○ **Polyalcools : glycérol**

Après l'eau et l'alcool, le glycérol est le constituant du vin le plus abondant. Par sa saveur sucrée, égale à celle du glucose. Le glycérol est formé au début de la fermentation alcoolique du mout : les premiers 50 g/l de sucre fermenté donnent plus de la moitié de la teneur en glycérol du vin. Sa formation dépend de la quantité initiale de sucre, de la nature des levures et des conditions de fermentation : température, acidité, aération, sulfites...etc. (Akin, 2008).

D'autres polyalcools sont présents dans le vin mais à des niveaux de concentration très faibles ; citons par exemple l'inositol, le mannitol, le butanediol etc....

o Acides organiques

Au cours de la fermentation, la consommation du sucre par la levure (glycolyse) conduit à la formation d'acides organiques typiques de la fermentation. Les plus importants sont (Akin, 2008) :

- L'acide succinique : L'acide succinique est issu de la fermentation alcoolique du sucre. Sa production reste tout de même faible. Elle est d'environ 1 g pour 100 g d'alcool.

- L'acide lactique : Pendant la fermentation alcoolique, à partir des sucres, les levures peuvent synthétiser une faible quantité d'acide lactique, en majorité de l'acide D(-) lactique et moins de 10% de l'acide L(+) lactique. Mais l'essentiel est issu de la fermentation malolactique, et c'est alors l'isomère L(+) qui est en majorité (-75°/0).

- L'acide acétique : L'acide acétique est également un produit de la fermentation alcoolique du sucre. C'est un acide volatil. Sa production reste faible et inférieure à 1 g/l, bien que des niveaux supérieurs aux doses autorisées par les règlements d'appellation soient facilement atteints.

Des teneurs plus élevées peuvent apparaître dans le cas de vinifications spéciales (blancs liquoreux) ou surtout en cas d'attaque bactérienne (bactéries lactiques à partir des sucres ou bactéries acétiques à partir de l'alcool).

Il y a également l'acide citramalique, l'acide diméthylglycérique etc.... qui sont moins importants en quantité que les précédents.

5.4 L'influence du pH sur la formation de quelques produits secondaires issus de la fermentation alcoolique par *S. cerevisiae*

Comme la montre le tableau 14, il paraît que le pH est un paramètre déterminant qui permet d'orienter le déroulement de la fermentation.

Tableau 14 :les produits secondaires forment par *S. cerevisiae* à différents pH

(Akin, 2008).

Produits (mmoles/l)	pH				
	3.0	5.0	5.8	7.0	8.0
Glycérol	84	80	112	169	209
Ac. Acétique	17	16.5	32	53	80.5
Ac. succinique	6.3	6.3	5.6	93	101
Acétone	1.0	0.8	0.7	0.5	0.5
2,3 butanediol	7.2	7.2	6.3	4.8	4.1
Ethanal	1.0	1,1	1.3	1.0	1.0

D'après ce tableau, on constate que le pH du milieu influence d'une manière considérable sur la quantité des produits secondaires issus de la fermentation alcoolique par la levure *S. cerevisiae*. Lorsque le pH est autour du pH optimum, la concentration en ces produits secondaires est stable (un passage d'un pH de 3 à 5 ne modifie pas pratiquement les concentrations de ces composés). Toutefois, quand le pH passe de 5 à 5,8, la concentration en glycérol, en acide acétique augmente de 40% et 97% respectivement. Et plus le pH du milieu s'éloigné de l'optimum, les concentrations en glycérol, acide acétique et acide succinique augmente, lorsque le pH passe de 5 à 8, de 161%, 388% et 60% respectivement.

Les concentrations en acétone et en 2,3 butanediol contrairement aux trois composés précédents sont d'autant plus grandes quand le pH est faible. Concernant l'éthanal, sa concentration est pratiquement stable quel que soit le pH du milieu.

En plus, le temps que mettent les levures pour s'adapter et modifier les caractéristiques biochimiques du milieu est d'autant plus important que le pH s'éloigne de son pH optimum.

Tout cela démontre que le pH est un paramètre important qu'il faut contrôler, d'où l'intérêt de la régulation du pH du mout avant le lancement de la fermentation.

6. La fermentation acétique

Le fermentation acétique est un processus biochimique où l'éthanol est oxydé en acide acétique par le biais de bactéries acétiques dans des conditions strictes d'aérobiose, elle nécessite donc une très forte aération. Les bactéries acétiques n'interviennent que si la teneur en alcool est faible, leur action peut être favorisée par l'intervention de levures qui oxydent l'éthanol et font donc baisser sa concentration (Guiraud, 1998 ; Tesfaye et *al.* 2002).

L'acide acétique est un métabolite microbien très répandu. Cependant malgré sa facilité d'obtention par voie microbiologique, les énormes quantités d'acide acétique utilisées par l'industrie sont obtenues par voie chimique.

Néanmoins, la production d'acide acétique pour la préparation du vinaigre, par oxydation de l'éthanol par diverses espèces d'acétobacter, présente une certaine importance.

A cause de son intérêt alimentaire, la fabrication du vinaigre, connue depuis l'antiquité, a été l'objet de nombreux perfectionnements qui ont suivi le développement de la microbiologie industrielle (Simon et *al.* 1970).

6.1 Les bactéries acétiques

Les bactéries acétiques constituent sont de gram négatif. Tous les membres de la famille des Acetobacteraceae sont strictement aérobies et leur métabolisme est strictement respiratoire où l'oxygène est l'accepteur final d'électron. Leur température optimale de croissance se situe aux environs de 30 °C, leur pH optimum de croissance est entre 5,4 et 6,3 (Larpen, 1997 ; Kersters et *al.* 2006). Leur croissance est inhibée par des teneurs au-delà de 40 g/l en acide acétique et un décroissement est enregistré à partir de la valeur limite de 120 g/l d'une part, et d'autre part pour des concentrations en substrat (éthanol) supérieur à 40 g/l (Berraud, 2000).

Elles sont très tolérantes aux pH acides. Leurs implications dans la fermentation acétique ont été mises en évidence par Pasteur en 1868. Leurs développements se manifestent par la formation d'un

voile de surface sur le vin ou le cidre (la mère du vinaigre). Seul ce voile contient des cellules vivantes aérobies strictes. Les acétobacters oxydent plus l'éthanol que le glucose, par contre les Gluconobacter ont plus d'affinité au glucose que pour l'éthanol.

Contrairement au genre Gluconobacter qui s'arrête à l'acide acétique lors de l'oxydation de l'éthanol, le genre Acétobacter peut poursuivre l'oxydation jusqu'au stade CO₂ et H₂O quand la concentration en éthanol s'appauvrit (Tesfaye et al. 2002 ; Branger, 2008). Selon

Maruka et al. (1988) et Ebner et Follman (1983) cités par Bourgeois et Larpent (1996), un arrêt de l'oxygénation ou l'absence de l'éthanol entraîne la mort des cellules.

La résistance des bactéries à l'acide acétique et leur acidophile, restent encore inexplicée. Il est possible que la richesse de la membrane de ces bactéries en acide gras saturés la rende relativement imperméable à cet acide qui se trouve sous forme indissocié dans les conditions industrielles (Bourgeois et Larpent, 1996).

Les étapes de biosynthèse de l'acide acétique à partir de l'éthanol sont résumées dans la Figure N° 10

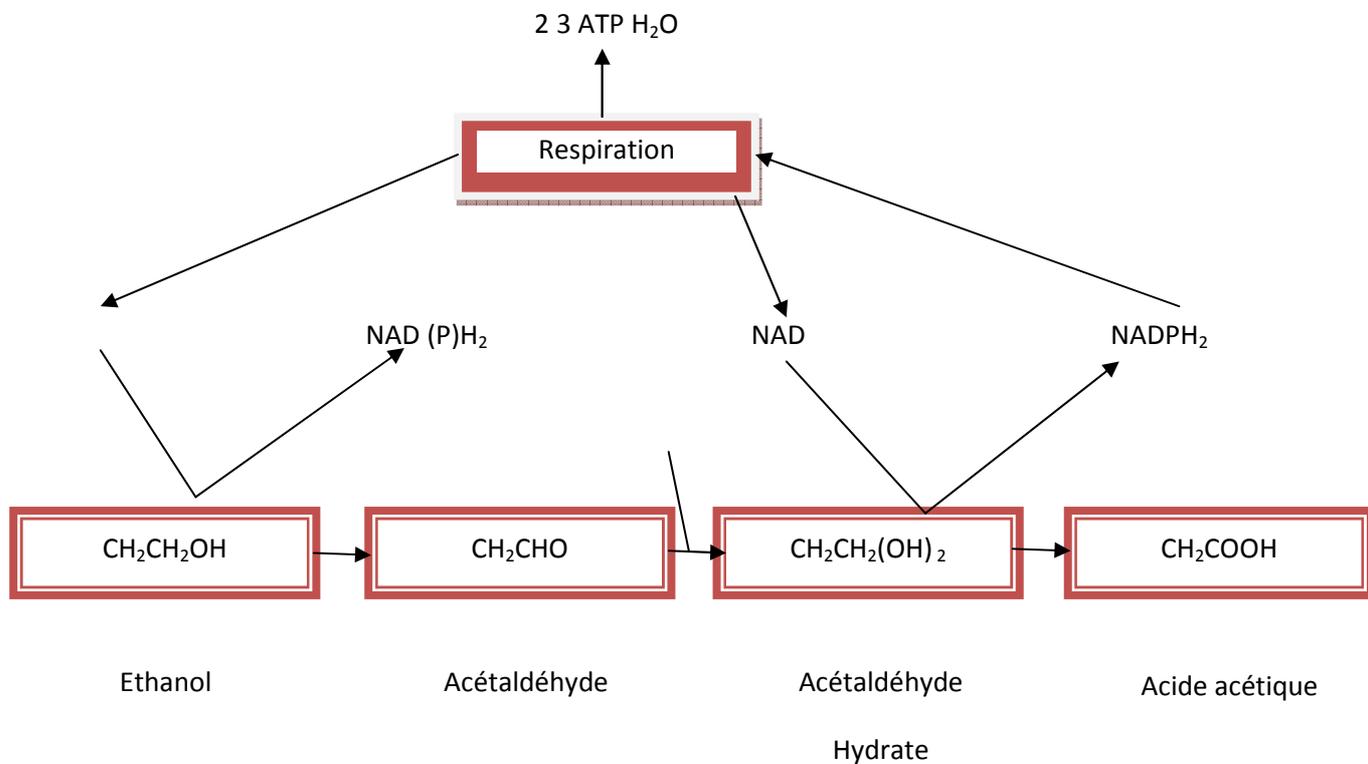


Figure N°11 : Schéma de biosynthèse de l'acide acétique (Larpent-Gourgau et Sanglier, 1992).

La production d'acide acétique est possible en anaérobie. La tendance à utiliser des matières premières bon marché, à obtenir des taux de croissance plus élevés et à réduire les coûts énergétiques plaident pour la méthode anaérobie. En effet les déchets cellulosiques peuvent être hydrolysés en glucose par des cellulases élaborées par des bactéries anaérobies. Le glucose peut ensuite être transformé en acide acétique par *Clostridium thermoaceticum* qui en Fed-batch produit 35 g/l (Larpen-Gourgaud et Sanglier, 1992).

6.2 Les procédés d'acétification

¹Le premier procédé mis au point par les hommes consistait en la conversion du vin en vinaigre sous l'action de bactéries se trouvant sur les fruits, dans les récipients ou dans l'air, en laissant le vin en contact avec l'air (Bourgeois et Larpen, 1996).

Du point de vue technologique, il y a deux processus de fabrication du vinaigre (acétification).

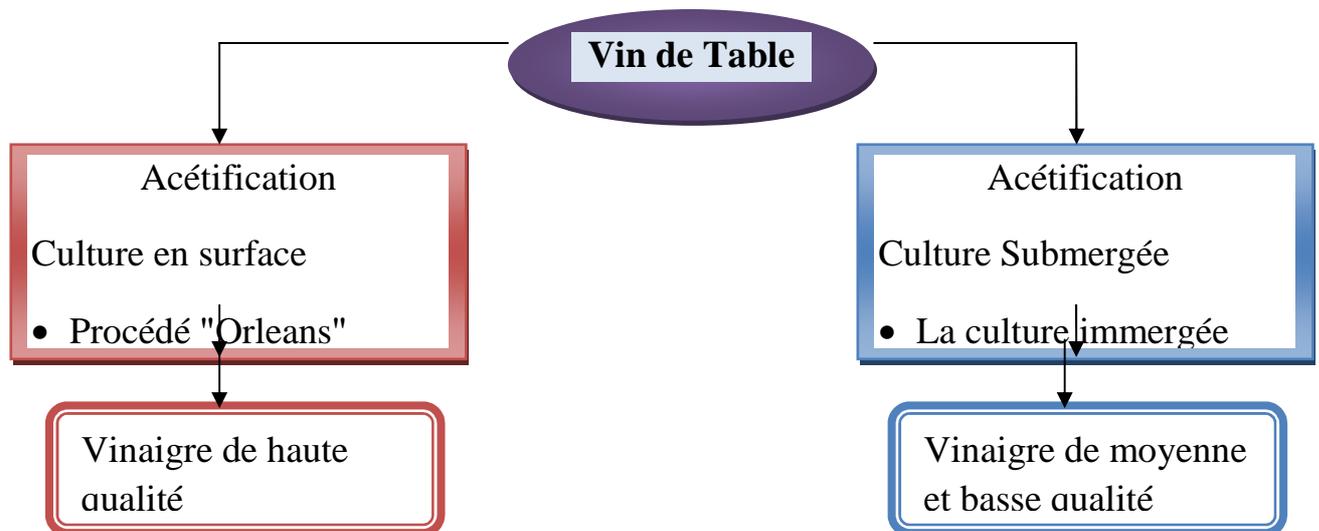


Figure N°12: Représentation graphique des deux méthodes de production de vinaigre (culture en surface et celle submergée) (Tesfaye et al. 2002).

o Les processus traditionnels « lents »

C'est une méthode statique, où les bactéries acétiques sont placées dans l'interface liquide-air alors se trouvant en contact direct avec l'oxygène de l'air, on distingue :

- **Le procédé « d'Orleans » ou encore appelé le procédé de Pasteur : le vin est oxyde**

Dans des tonneaux exposés à l'air. Il se forme un voile de bactéries acétiques. Le soutirage du vinaigre et l'addition de vin se font par le fond du récipient (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Guiraud, 1998 ; Tesfaye et *al.*, 2002 ; Callejon et *al.*, 2009).

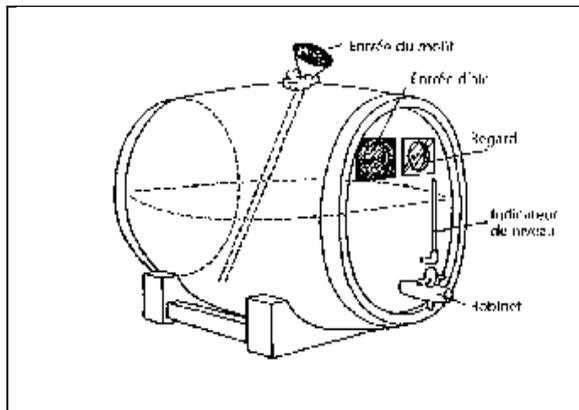


Figure N°13 : Schéma et photo d'un tonneau préparé pour l'acétification selon le procédé d'Orleans (Bourgeois et Larpent, 1996).

Toutefois, cette méthode présente l'inconvénient de ne pouvoir produire que des petites quantités. Mais, un vinaigre d'excellente qualité.

- **Le procédé dit rapide « Schutzenbach » : le vin ruisselle dans des colonnes contenant**

Des copeaux de chêne ou de hêtre sur lesquelles se développent les bactéries acétiques, trouvant ainsi des conditions satisfaisantes pour oxyder l'éthanol. Le liquide en cours d'acétification est recyclé jusqu'à l'épuisement de l'éthanol. Frings (1932) améliora ce procédé en pratiquant une aération forcée et un contrôle de la température (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Guiraud, 1998).

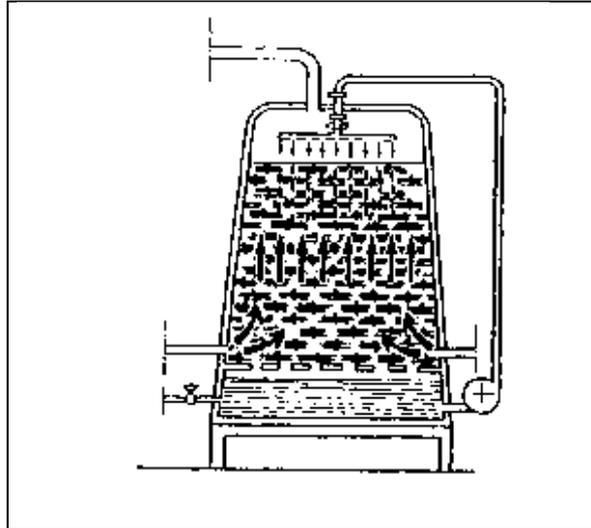


Figure N° 13: Schéma de l'acétification à biomasse fixée sur des copeaux de hêtre (Bourgeois et Larpent, 1996).

Ces procédés traditionnels ne sont utilisés que pour certains vinaigres ou l'acétification et le vieillissement sont simultanés (Tesfaye et *al.*, 2002).

○ **Les processus modernes « rapides »**

– **La culture immergée (submergée), ce procédé s'effectue dans des fermenteurs**

Muni d'un système d'aération force (Acetator, Cavitator, fermenteur de colonne...) (Guiraud, 1998).

Cette méthode est introduite au début du 20^{ème} siècle. Aujourd'hui, elle est employée pour la production de la majorité des vinaigres commerciaux, destinés à tous types de consommation. C'est Haromaka et *al.* (1950-1963) qui ont montré que la fermentation acétique est réalisable avec une bonne performance en milieu liquide bien aéré, soit une production spécifique d'acide de 21 g par gramme de bactéries et par heure à 30 °C. Cependant, les arrêts d'oxygénation entraînent inexorablement la destruction des cellules bactériennes qui est d'autant plus importante pour des fortes concentrations en éthanol et en acide. Aussi, un arrêt irréversible du processus d'acétification lorsque les bactéries se trouvent momentanément sans éthanol, ce qui rend indispensable d'avoir un système de mesure du taux d'alcool (généralement un ébulliomètre) pour rajouter du substrat au moment opportun. De même, il faut éviter tout choc thermique ou osmotique au cours des cycles successifs d'où la nécessité d'avoir un système d'agitation vigoureux (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Callejon et *al.* 2009)

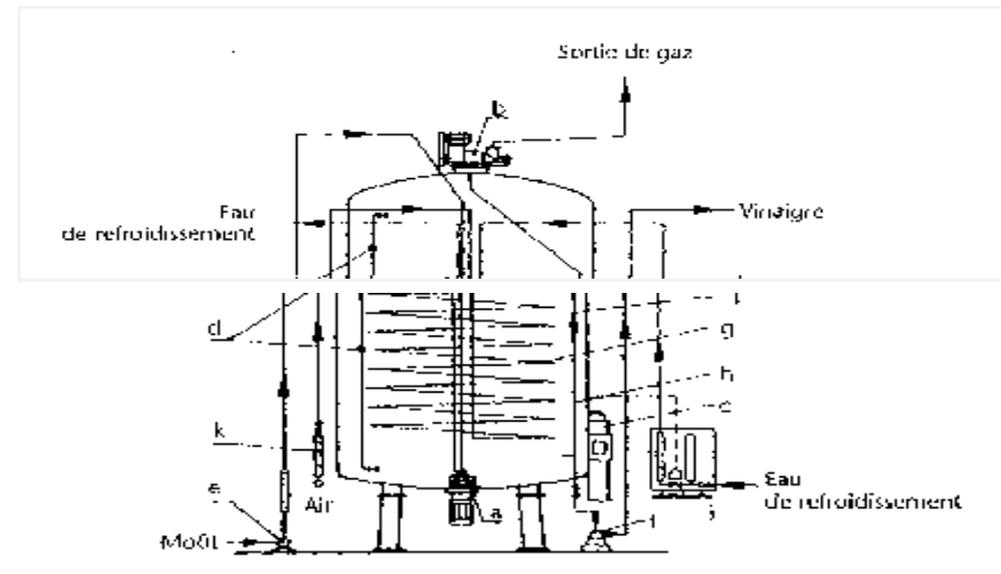


Figure N° 15 : Acetator de Frings (Bourgeois et Larpent, 1996)

- a) moteur et aérateur;
- b) briseur de mousse;
- c) alcoolographe;
- d) niveaux de contrôle;
- e) pompe d'entrée ;
- f) pompe de soutirage ;
- g) circuit de refroidissement;
- h) thermomètre ;
- i) vanne d'arrivée d'eau ;
- j) débitmètre d'air;
- k) circuit de retour.

— **Les réacteurs à haute densité cellulaire :**

Les productivités en acide acétique dans les cultures immergées restent relativement faibles (1,5 à 2 g d'acide/l.h avec une consommation de 1g/l.h d'oxygène. Le faible débit d'oxygénation permet de réduire les pertes en éthanol), et cela est dû à la modeste concentration en bactéries, de l'ordre de 100 mg/l. D'où l'idée de retenir la biomasse in situ par les techniques de recyclage de cellules ou d'immobilisation tout en augmentant l'aération avec de l'air enrichie en oxygène.

Park et Toda (1990) ont pu réaliser au laboratoire une productivité spectaculaire de 107 g/1.h et ce pour une teneur en acide de 45 g/L. Toutefois, les cultures successives s'accompagnent d'une importante mortalité, ce qui diminue l'efficacité (Bourgeois et Larpent, 1996).

6.3 Développements récents des processus d'acétification

Les récentes recherches sont focalisées dans le but d'augmenter le rendement tout en améliorant la qualité du vinaigre. Afin d'accomplir cet objectif, différentes stratégies sont envisagées (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Tesfaye et *al.* 2002):

- Concevoir un meilleur système d'acétification ;
- Sélectionner les bactéries les plus productives ;
- Optimiser les conditions opératoires du processus...

Tous les procédés de fabrication du vinaigre utilisent des flores mixtes de bactéries acétiques.

Toutefois, il ya dans certaines régions du sud algérien ceux qui se basent sur la double fermentation combinée et spontanée de dattes afin de produire leur propre vinaigre

7. La fermentation spontanée

Les matières organiques brutes contiennent une flore originale qui peut entraîner le démarrage spontané de la fermentation (Guiraud, 1998).

Pour que celle-ci soit efficace, il faut que :

- La flore originale du type souhaite soit abondante et en bonne état physiologique ;
- Les propriétés physicochimiques et nutritionnelles de l'aliment doivent être favorables pour un bon développement du microorganisme souhaite.

Ce type de mise en œuvre se rencontre en nologie, en fromagerie, en vinaigrerie (Guiraud, 1998 ; Ouled El Hadj et *al.* 2001).

Lors d'une évolution spontanée, c'est la flore la plus performante et la mieux adaptée qui se développe en premier. Ce développement aboutissant généralement a une modification des paramètres du milieu. Ceux-ci peuvent devenir défavorables pour cette flore et au contraire pour une autre qui prend alors le relai et ainsi de suite (Guiraud, 1998)

8. La composition du vinaigre

La composition d'un vinaigre est intimement liée à la matière première de départ. L'acide acétique constitue son composant majoritaire avec des concentrations dépassants généralement 45 g/l. Selon le type du vinaigre, les composants particuliers se présentent en quantités différentes. Les critères de

différenciation sont, entre autres, les taux en extrait sans sucre, en sorbite, en acétoïne, en acide lactique, en acide tartrique, ou en lactose (Matheis et *al.* 1995).

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

Toutefois, il est important de souligner la formation de nouveaux composés au cours du processus d'acétification (produit de fermentation) ou résultant de l'interaction entre des composants entre eux : l'acétaldéhyde contribue à la saveur du vinaigre (Boughnou, 1988) et les "melanoidines" à haut poids moléculaire procurent une coloration brune au vinaigre. Ces polymères sont dotés d'un pouvoir antioxydant remarquable qui a fait l'objet de plusieurs recherches (Quiggin et *al.* 2007).

Afin de distinguer entre le vinaigre de fermentation du vinaigre artificiel (obtenu par simple dilution de l'acide acétique), trois paramètres peuvent être déterminés :

Teneur en ester éthylique totaux : le vinaigre de fermentation renferme environ 0,008 à 0,022 g pour 100 ml, tandis que le vinaigre artificiel n'en renferme pas. Indice d'oxydabilité permanganique des substances volatiles : cet indice est négligeable dans le cas des vinaigres artificiels, et il descend rarement de 3 pour les vinaigres de fermentation.

Essai quantitatif à l'iode : les vinaigres de fermentation fixent plus de dix fois que les vinaigres artificiels.

9. Les utilisations du vinaigre

Le vinaigre ne contient pas de protéines, de matières grasses, de vitamines et de glucides. Il est très peu calorique ; sur le plan sanitaire, le vinaigre n'est pas un aliment dangereux en raison de son acidité.

Les utilisations culinaires du vinaigre sont nombreuses. Il est souvent aromatisé avec des herbes, des épices et d'autres ingrédients pour en faire des vinaigrettes. Il est, de même, utilisé pour faire des sauces, des marinades et des sauces pour salade. Le vinaigre est un condiment par lui-même et il est souvent utilisé lors de la macération des légumes et ajouté aux moutardes, aux ketchups et aux

mayonnaises (Burgeois et Larpent, 1996 ; Anonyme, 2007 ; Xu et al., 2007; Sakanaka et Ishihara, 2008). Il est aussi utilisé pour conservation des fruits (poires, prunes...) (Belitz et al. 2009).

Comme tous les condiments, sa valeur nutritive est très faible et sa consommation doit être modérée surtout pour les personnes sensibles de l'estomac.

Dans la vie quotidienne, l'acide acétique constitue un excellent détartrant, il sert également pour rincer les lainages et il peut remplacer de nombreux produits d'entretien sans porter atteinte à l'environnement...

10- Les vertus du vinaigre

D'après certaines recherches, le vinaigre serait un des aliments les plus sains au monde et reconnu très tôt pour ses étonnantes propriétés bienfaites. Il contribue à la régulation de la glycémie et de la pression sanguine, aide à la digestion et il stimule l'absorption du calcium. Il a été prouvé également qu'il réduit la fièvre, qu'il favorise l'extraction des substances toxiques corporelles, qu'il facilite les régimes alimentaires et qu'il agit comme désinfectant. En fait, la consommation de vinaigre pendant les repas accroît le sentiment de plénitude, ce qui réduit la quantité d'aliments consommés (Anonyme, 2007 ; Xu et al. 2007).

De plus, les résultats très encourageants présentés par RengaswamySankaranarayanan et son équipe du Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de Lyon, cités par LD (2007), ayant développé une technique très peu onéreuse et efficace de dépistage du cancer du col de l'utérus à base d'acide acétique, composant du vinaigre. En effet, le cancer de l'utérus est une maladie très peu dépistée et encore moins soignée dans les pays pauvres (question de moyens). Cette technique consiste en un examen visuel du col après application d'acide acétique dilué à 3 ou 5 %. Les lésions, annonciatrices de futurs cancers, apparaissent alors temporairement blanches. Sur un échantillon de 31 343 femmes, 3 088 se sont vu proposer des examens supplémentaires après apparition de ces marques blanches, et 1 874 présentaient effectivement des lésions cancéreuses. Ce test mené de 2000 à 2003 a permis de diminuer l'incidence du cancer de 25 % par rapport à un groupe contrôle de 31 000 femmes (LD, 2007).

L'intérêt principal du vinaigre de riz, de cidre et des graines, en générale vient de leurs très grande richesse en minéraux comme le phosphore, le calcium, le soufre, le magnésium, le fer, le fluor, le silicium, le bore, en vitamines, en acides aminés essentiels, en enzymes et en pectines. Cette composition riche fait de lui un puissant

reminéralisant naturel et lui donne aussi de nombreuses vertus thérapeutiques. Bien entendu il n'y a aucun danger à consommer régulièrement du vinaigre de cidre et sa consommation a dose modérée ne provoque, comme beaucoup pourrait le croire, aucune brûlure d'estomac ni d'ulcère. Bien au contraire sa richesse en enzyme lui permet d'agir avec efficacité contre les bactéries intestinales tout en régulant l'acidité gastrique. Il est donc très bon contre les brûlures d'estomac, les intoxications alimentaires (Xu et *al.* 2007).

Au XVIII^{ème} siècle, le vinaigre est recommandé pour le soin des animaux, en applications locales, pour soigner les lésions buccales de peste bovine, de fièvre aphteuse ou de clavelée, ou en potion pour soigner la morve (Blancou et Vin-Niveaux, 2006).

Partie Expérimentale

Matériels & Méthodes

. Matériel végétal

1.1 Description et choix de variétés

Les variétés de datte retenues dans cette étude sont très répandues dans les palmeraies de la région de Sud- Est de l'Algérie (Biskra). C'est la variété Mech Degla et la variété Degla Beida Du genre *Phoenix dactylifera L* (figure n°16 et 17).

La datte Mech Degla est de forme sub-cylindrique, légèrement rétrécie à son extrémité. Sa couleur est plutôt beige clair teintée et d'un marron peu prononcé. Sa texture dure, son aspect farineux et sa consistance sèche favorisent sa conservation (Buelguedj, 1996).



Figure N° 16 : L'aspect morphologique de la variété « Mech Degla »
(Amellal, 2008).

La deuxième variété de dattes retenue dans cette présente étude est Degla Beida qui est de consistance sèche et très répandue dans les palmeraies du sud Algérien. Elle constitue environ 37 % de la production nationale occupant la deuxième place après Deglet-Nour (53.9%) (Anonyme, 2002). De faible valeur marchande, cette variété n'est pas beaucoup appréciée par les consommateurs malgré sa richesse en sucres, en minéraux et en vitamines, du groupe B particulièrement. Sa faible teneur en eau (15% environ) favorise sa conservation (Chibane, 2008).



Figure N° 17 : L'aspect morphologique de la variété « Degla Beida »

(Amellal, 2008)

Les variétés de datte a été étudiée à partir de récolte au stade de maturité c'est-à-dire stade Tamar.

1.2 Conservation des dattes

Les analyses des dattes ont été effectuées au niveau de Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences Agronomique et vétérinaires, l'université SAAD DAHLEB -Blida

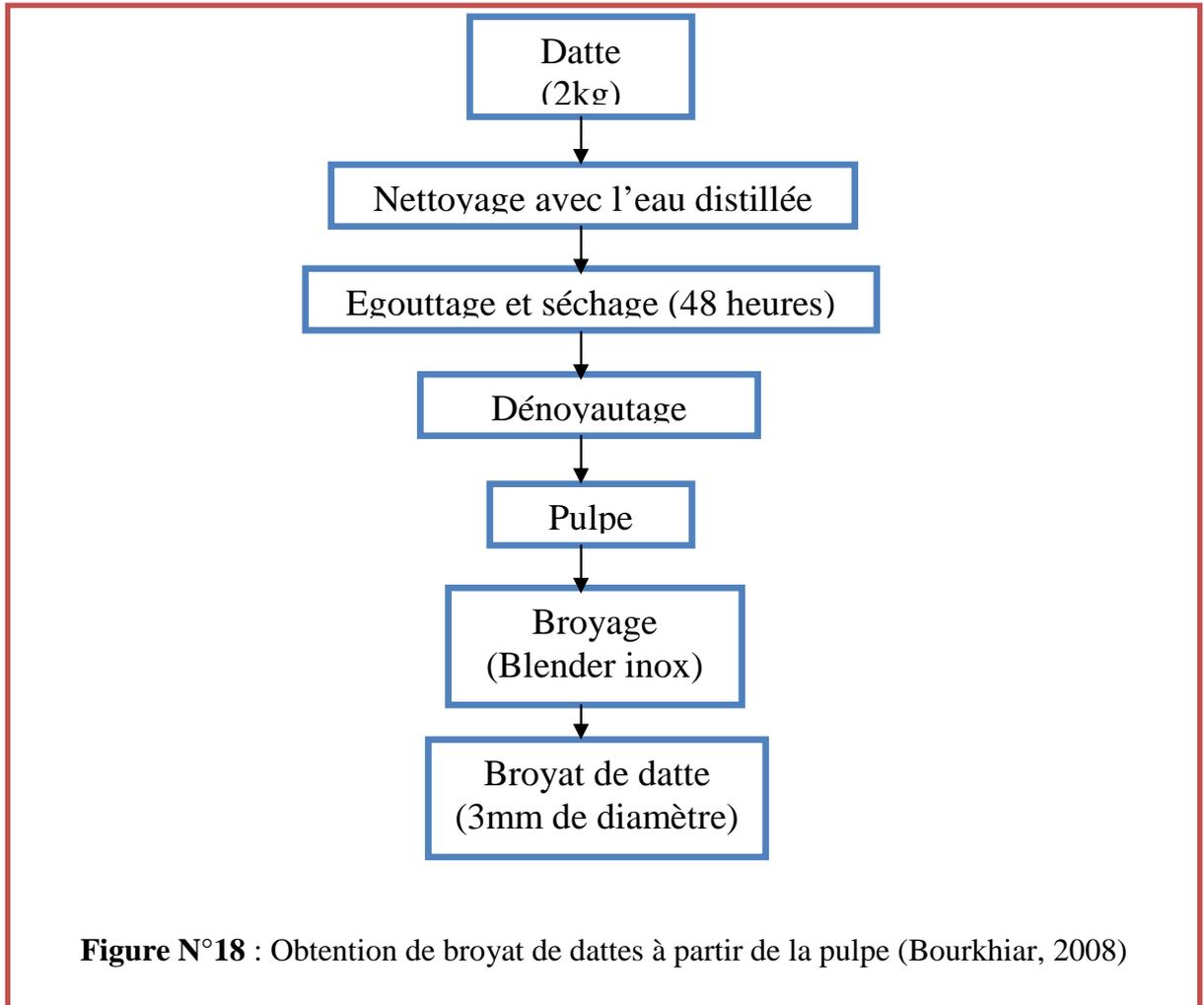
Les dattes analysées sont achetées le mois d'Avril 2011, 2 Kg nous ont été fournis par un fournisseur de dattes de la wilaya de Blida. Ces dattes ont été récoltées au stade de maturité « Tamar » à Biskra et conservées dans le froid à 2°C par réfrigération.

Afin de sauvegarder la qualité initiale des dattes, nous avons écarté les dattes infestées par un triage manuel avant de les conditionner dans des sacs en plastique et de les entreposer dans un réfrigérateur à 2°C.

1.3 Obtention de l'échantillon

Selon (Boukhiar, 2009), les dattes Mech Degla, Degla Beida doivent passer par un certain nombre d'étape pour l'obtention de broyat de datte (Figure n° 18) (objet de notre étude).

Ce dernier sert de matière première pour l'ensemble des analyses à effectuer.



2. Méthodes d'analyses

Elles rapportent aux analyses suivantes :

- 1) Caractérisation physique de la datte entière.
- 2) Caractérisation microbiologique de la pulpe de la datte
- 3) Caractérisation physicochimique de la pulpe de la datte
- 4) Essai d'obtention de vinaigre de datte

2.1 Caractérisation physique de la datte entière

- Echantillonnage

Les analyses qui suivent ont été réalisées sur 10 dattes prises d'une manière aléatoire de la quantité initiale (Acourene et Tama, 1997).

- ✓ La couleur, l'aspect et la forme sont appréciés visuellement
- ✓ La consistance : au toucher
- ✓ Les dimensions (longueur et largeur) sont déterminées par le biais d'un pied à coulisse
- ✓ Le poids frais (la datte entière, la pulpe de datte ainsi que le noyau) est déterminé à l'aide d'une balance analytique à la précision ± 0.001 de marque OHAUS.
- ✓ Le rapport masse du noyau / masse de la datte qui est un critère de qualité.
- ✓ Le rapport masse de la pulpe / masse de datte.
- ✓ Le rapport masse de tissu jaune / masse de la pulpe.
- ✓ Le rapport masse de tissu blanc / masse de la pulpe.
- ✓ Le rapport longueur / largeur.

2.2 Analyses microbiologiques de la pulpe de dattes

2.2.1 Préparation des échantillons (Guiraud, 1998)

a- Prise d'essai

Dans le cas des produits solides, comme dans notre cas (la pulpe de datte) introduire aseptiquement 25 gr de produit à analyser (broyat de dattes) dans un flacon stérile contenant au préalable 225 ml de dilution soit TSE (annexe n° 1), homogénéiser manuellement. Cette suspension constitue alors la dilution mère (DM) qui correspond donc à la dilution 1/10 ou 10^{-1}

b- Dilutions décimales (figure n°19)

Introduire aseptiquement à l'aide d'une pipette en verre graduée et stérile, 1 ml de la DM, dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml du même diluant. Cette dilution sera alors au 1/100 ou 10^{-2} .

Introduire par la suite 1 ml de la dilution dans un tube à vis stérile contenant au préalable 9 ml de même diluant ; cette dilution sera alors au 1/1000 ou 10^{-3}

Pour chaque dilution, trois répétitions sont effectuées, la moyenne est retenue : Ces dilutions serviront à la recherche des germes suivants :

- 1- Germes totaux.
- 2- Levures et moisissures.

Remarque

Au moment de la réalisation des dilutions décimales, il est impératif de changer de pipette entre chaque dilution.

Contrairement à cela, lors de l'ensemencement il est recommandé de commencer par la plus forte dilution à savoir 10^{-3} dans le but justement de ne pas changer de pipette. On travaillera alors à l'aide d'une pipette graduée en verre stérile de 5 ml.

Pour chaque dilution, trois répétitions sont effectuées : la moyenne et retenue.

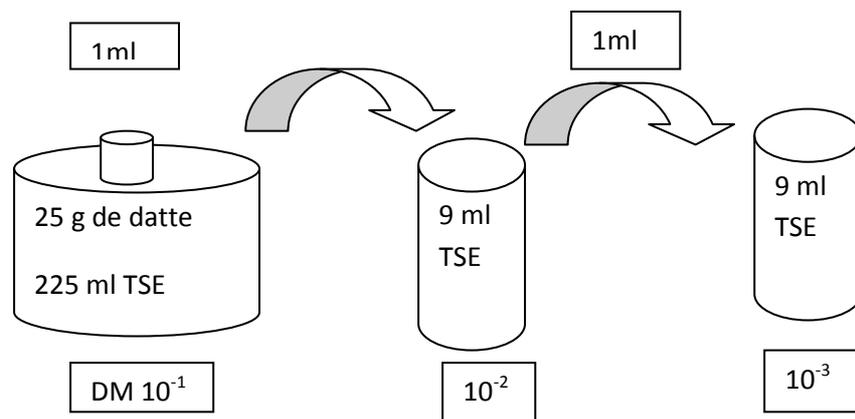


Figure N° 19: Schéma de dilutions décimales des dattes de Mech Degla, Degla Beida (Guiraud, 1998)

2.2.2 Recherche et dénombrement des germes totaux (Guiraud, 1998)

Le milieu de culture utilisé est le tryptone —glucose extrait de viande Agar (TGEA) (annexe n° 1).

- **Mode opératoire (figure n°20)**

A partir des dilutions décimales 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} :

- Porter aseptiquement 1 ml dans trois boites vides préparées à cet usage et numérotée.
- On ajoute environ 20 ml de gélose T.G.E.A fondu puis refroidi à 45°C .
- Faire ensuite des mouvements circulaires en formes de 8 pour permettre à l'inoculum de se mélanger à la gélose utilisée.
- Laisser se solidifier sur la paillasse

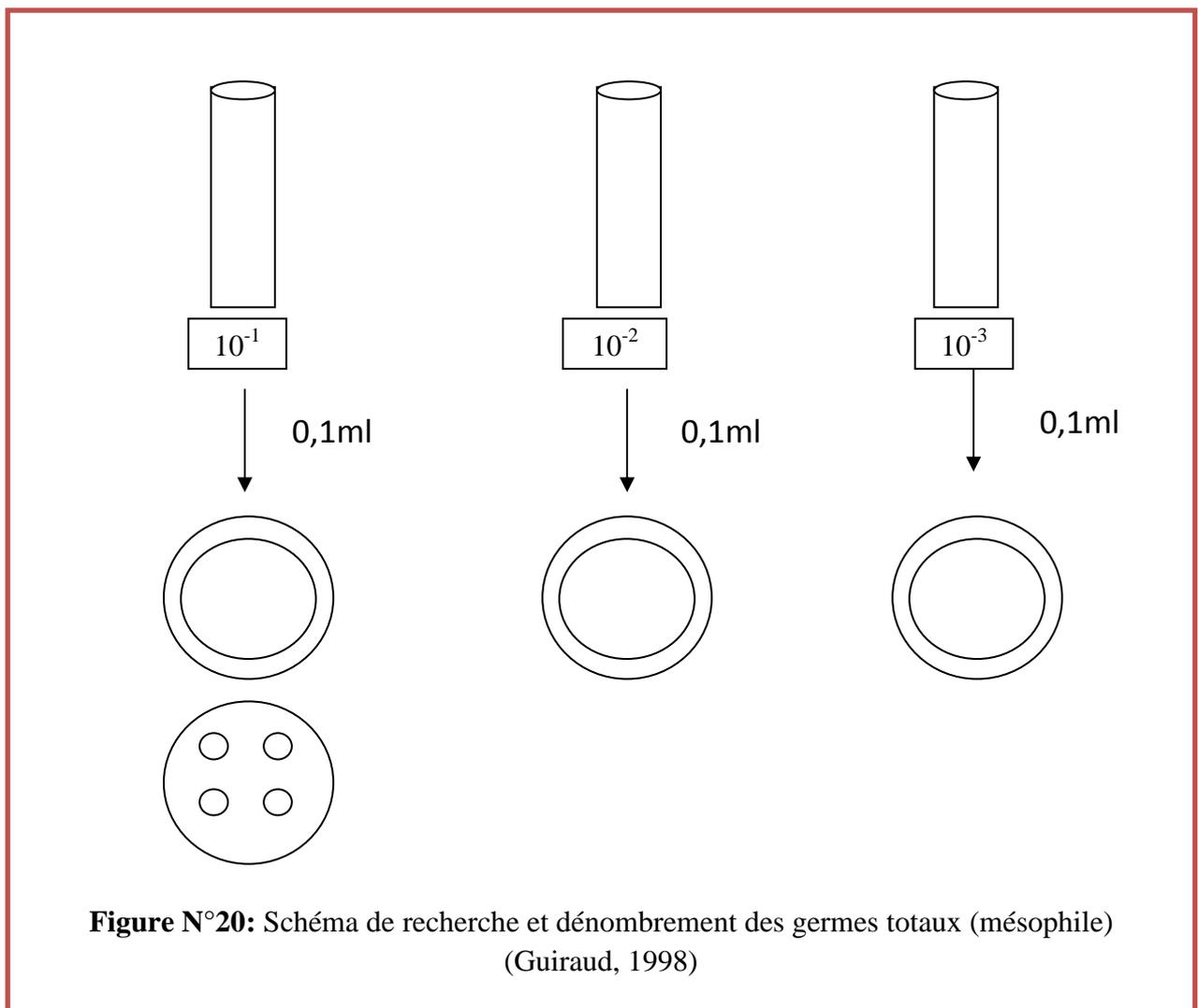
- **L'incubation**

L'incubation a été réalisée à 30 °C pendant 24 à 48 heures.

- **La lecture**

On tient compte que des boîtes contenant un nombre convenable 30 à 300 colonies par boîtes.

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



2.2.3 Recherche et dénombrement de levures et moisissures

De manière générale, on peut dire que la recherche et le dénombrement de la flore fongique est réalisé pour deux causes élémentaires et qui sont d'une part, le fait que ces espèces sont aptes à provoquer des altérations importantes d'ordres organoleptique au niveau de l'aliment et d'une autre part la propriété qu'ont certaines moisissures de produire des mycotoxines nuisibles à la santé du consommateur.

La flore fongique à la faculté, de se développer en milieu acide, à des températures relativement basses et les milieux de cultures utilisés pour leurs mises en évidence doivent mettre en inhibition tous les bactéries susceptibles de se développer et ceci est réalisé par la présence d'antibiotique.

Dans notre étude, le dénombrement se fait par comptage des colonies sur milieu OGA (Oxytétracycline-Glucose-Agar).

- **Mode opératoire**

Partir des dilutions décimales

Disposer de façon aseptique et sur une gélose O.G.A, 0,1 ml de chaque dilution décimale, ces derniers seront soigneusement étalés à l'aide d'un râteau stérile.

Opérer de la même façon et dans les mêmes conditions, avec le diluant (TSE), et une boîte du milieu utilisé, ces derniers seront incubés dans les mêmes conditions de température, ils constituent les témoins diluant et milieu.

Au moment de la lecture, on commence obligatoirement par les deux boîtes témoins milieu et diluant. Si l'une d'entre elles est contaminée, l'analyse n'est pas interprétable donc à refaire.

- **Incubation**

L'incubation se fait à 25 °C pendant 5 jours et la lecture doit se faire sous forme d'un suivi journalier, jusqu'au bout du 5^e jour.

- **La lecture :**

Les colonies des levures sont, rondes et bombées alors que celles des moisissures ont un aspect filamenteux, velouté et sont plus grandes.

2.3 Caractérisation physicochimique de la datte

Nous avons réalisés 3 essais consécutifs pour chaque opération

2.3.1 Détermination du pH (Dowson et Aten ,1963)

- **Principe**

Détermination en unité de pH de la différence de potentiel existant entre deux électrodes en verre plongées dans une solution aqueuse de pulpe de datte broyée. 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**

- 4 g de broyat de dattes sont pesées l'aide d'une balance analytique à la précision + 0.001 de marque OHAUS.
- Placer l'échantillon dans un bécher et y ajouter trois fois son volume d'eau distillé.
- Chauffer au bain marie pendant 30min en remuant de temps en temps avec une baguette de verre.
- Broyer ensuite le mélange obtenu dans un mortier et procéder à la détermination du pH qui s'effectue dans nos conditions par une lecture directe à l'aide d'un pH-mètre préalablement étalonnée de type « HANNA 211 », en prenant soin que l'électrode soit complètement immergée dans la solution.

2.3.2 Détermination de la teneur en eau (NF V105- 108, 1970)

- **Principe**

La teneur en eau a été déterminée par dessiccation de 1 g de broyat de dattes dans une capsule de porcelaine puis séchée dans une étuve, à température 103 °C.

- **Mode opératoire**

- Sécher des capsules vides a l'étuve à 103 °C ;
Tarer les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser dans chaque capsule 1g d'échantillon de matière fraîche (broyat de dattes) à une précision de 0,01g, et les placer dans l'étuve régler à 103 °C pendant 3 heure ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur, et après refroidissement les peser. L'opération est répétée jusqu'à l'obtention d'un poids constant (en réduisant la durée de séchage à 30 min).

- **Expression des résultats**

La teneur en eau est exprimée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

Soit :

H% : Humidité.

M₁ : Masse de la capsule + matière fraîche (broyat de dattes) avant étuvage.

M₂ : Masse de l'ensemble après étuvage.

P : Masse de la prise d'essai.

Matière sèche % = (100 - H%).

2.3.3 Détermination de l'acidité titrable (NF V05-101, 1974)

Consiste à effectuer un titrage de l'acidité d'une solution aqueuse avec une solution d'hydroxyde de sodium en présence de phénophtaléine comme indicateur

- **Mode opératoire**

- Peser 25g d'échantillon de broyat de dattes
- Les placer dans une fiole avec 50ml d'eau distillée chaude récemment bouillie, refroidie puis bien mélanger jusqu'à l'obtention d'un liquide homogène.
- Chauffer le contenu au bain marie pendant 30 min.
- Refroidir, transvaser quantitativement le contenu de la fiole conique dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée récemment bouillie et refroidie. Bien mélanger puis filtrer.
- Prélever 25 ml du filtrat et les verser dans un bêcher.
- Ajouter quelques gouttes de phénophtaléine et tout en agitant et titrer avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,1 N jusqu'à l'obtention d'une couleur rose persistante pendant 30 secondes.

- **Expression des résultats**

L'acidité titrable est exprimée en gramme d'acide citrique pour 100g de produit :

$$A\% = \left(\frac{250 \times V_1 \times 100}{V_o \times M \times 10} \right) \times 0,07$$

Soit :

M : masse, en gramme du produit prélevé.

V_o : Volume en millilitres de la prise d'essai.

V₁ : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé.

0.07 : Facteur de conversion de l'acidité titrable en équivalent d'acide citrique.

2.3.4 Détermination de la teneur en cendres totales (NF V03-922, 1977)

- **Principe**

La pulpe de datte broyée et calcinée à 550°C dans un four à moufle jusqu'à obtention d'une cendre blanchâtre de poids constant.

- **Mode opératoire**

- Dans des capsules tarées en porcelaine, peser 2g de broyat de dattes.
- Placer les capsules dans un four à moufle réglée à 550 °C pendant 5 heures jusqu'à l'obtention d'une couleur grise, claire ou blanchâtre.
- Retirer les capsules du four et les mettre à refroidir dans le dessiccateur, puis les peser.

- **Expression des résultats**

$$M_0\% = \frac{M_1 - M_2}{P} \times 100$$

Soit :

M₁ : est la masse de la capsule + prise d'essai (g).

M₂ : est la masse de la capsule + cendres.

P : est masse de la prise d'essai.

2.3.5 Détermination du degré de Brix : (NF V05-109, 1970)

- **Mode opératoire**

On pèse 20 g de broyat de dattes dans un bêcher de 250 ml, préalablement taré. On ajoute une quantité d'eau distillée égale ou supérieure deux à trois fois la masse de l'échantillon. On chauffe au bain marie pendant 30 minutes à 80°C, en remuant de temps en temps avec une baguette de verre. Après refroidissement, on centrifuge l'échantillon à 3000 tours/ min pendant 30 mn, puis on détermine le taux de résidu sec soluble par le réfractomètre du type « Abbé » qui nous donne le pourcentage des sucres dans l'échantillon:

- placer une goutte de liquide sur la surface du prisme.
- abattre le deuxième prisme sur le premier, ce qui permet d'obtenir une couche uniforme de liquide
- en dirigeant le réfractomètre vers une source lumineuse, deux zones apparaissent : un clair et l'autre sombre.
- La limite entre deux zones indique la grandeur de la réfraction.

- La valeur °Brix est la valeur lue par le réfractomètre de type Zuzi série 300 qui nous donne le pourcentage des sucres dans le produit.

2.3.6 Détermination de la teneur en sucres totaux

La méthode Dubois permet de doser les oses en utilisant le phénol et l'acide sulfurique concentré. En présence de ces deux réactifs, les sucres donnent une couleur jaune crème, dont l'intensité est proportionnelle à la concentration des sucres totaux. La densité optique est déterminée à 490 nm (Linden, 1981) et (Dubois, 1959).

Mode opératoire

Cette méthode consiste à préparer une gamme étalon à partir d'une solution de glucose à 0,01%

1. Extraction des sucres

- Peser 10g de l'échantillon.
- Mettre la prise d'essai dans un bécher de 250ml.
- Ajouter 100ml d'eau distillée.
- Porter à ébullition dans un bain-marie pendant 30 à 45 minutes.
- Filtrer dans un autre bécher.
- Ajouter 2g de carbonate de sodium pour neutraliser l'acidité.
- Porter à ébullition tout en agitant pendant 30 minutes.

2. Dosage

- Prendre 5ml du filtrat dans 50ml d'eau distillée, à partir de cette solution prendre 2ml et le faire introduire dans un tube à essai.
- Ajouter à la gamme étalon et les tubes à essais : 0,01 ml d'une solution de phénol à 80%.
- Additionner également 4ml d'acide sulfurique concentré.
- Agiter lentement et légèrement.
- Laisser la réaction se faire pendant 15 mn à une température de 20 à 30 °C (apparition de la couleur jaune-rouge) puis stopper la réaction par un courant d'eau froide.
- Lire la densité optique à 490 nm.

2.3.7 Détermination de la teneur en sucre réducteur (Audigié et al, 1985)

- **Principe**

On fait agir un excès de liqueur sur les sucres dans des conditions bien fixées, on sépare l'oxyde cuivreux et on traite par une liqueur sulfurique ou sulfate ferrique.

- **Mode opératoire**

- **Echantillonnage** : dans un bêcher de 250 ml

- ✓ On ajoute une quantité d'eau distillée égale ou supérieur deux à trois fois la masse de l'échantillon (20g).

- ✓ On chauffe au bain marie pendant 30 minutes à 80°C.

- ✓ on centrifuge l'échantillon à 3000 tours/ min pendant 30 mn

- **Défécation** : Dans une fiole de 250 ml placer 100 ml d'échantillon ajouter 1 ml d'acétate de plomb et une pincée de sulfate de sodium. Ajouter le contenu de la fiole avec 2/3 de volume d'eau. Laisser reposer 10 minutes environ puis agiter par retournement et filtrer avec un papier filtre wattman.

- **Dosage des sucres réducteurs**

Dans un l'eren Meyer verser :

- 20 ml de filtrat.

- 20 ml de liqueur A.

- 20 ml de liqueur B.

Placer sur une plaque chauffante et compter trois minutes à partir du moment où le liquide entre en ébullition exactement.

Refroidir immédiatement sous un courant d'eau sans agiter, l'oxyde cuivreux se dépose après un refroidissement complet.

Filtrer la liqueur en verre fritté puis laver à trois reprises l'oxyde cuivreux avec 20 ml d'eau distillée bouillie.

Rejeter le filtrat contenu dans la fiole à vide et la rincer à l'eau distillé, remettre en place le filtre sur la fiole.

Dissoudre l'oxyde cuivreux avec 30 ml de liqueur ferrique C, placer dans l'erenmeyer puis verser sur le filtre pour permettre la dissolution de tout cet oxyde.

Collecter la liqueur ferrique réduite dans la fiole.

Rincer l'erenmeyer et le filtre en verre fritté à cinq reprises avec 20ml d'eau chaude.

- **Titration**

Titrer le filtrat contenant la solution ferrique réduite par la solution de KmnO_4 N/10 (permanganate de potassium)

Le virage est obtenu quand la couleur passe du vert franc au rouge rose

- **Expression des résultats**

La quantité de sucre (%) contenu dans la prise d'essai de la liqueur sucrée à dose est donnée par la formule suivante :

$$\text{Lecture} \times 200 \times 100 / \text{PE} \times 20 \times 100$$

Soit :

Lecture : la masse se lie sur le tableau de Bertrand (annexe n°8).

PE : prise d'essai

2.3.8 Détermination de la teneur en lipides (NF EN ISO 734-1, 2000)

Les corps gras sont les substances organiques qui peuvent être extraites à partir des fruits et végétaux par des solvants organiques non polaires au moyen de l'appareil Soxhlet.

Mode opératoire :

- Sécher le ballon de 500 ml à l'étuve à 105°C pendant une heure.
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn.
- Peser le ballon à la précision de 0,001g.
- Introduire 20g d'échantillon dans la cartouche de papier filtre.
- Placer la cartouche avec prise d'essai à l'intérieur de l'appareil Soxhlet.
- Verser 200 ml de l'éther de pétrole dans le ballon et 50 ml dans l'extracteur.
- Chauffer le ballon sur le chauffe ballon pendant 4 heures (20 siphonage par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasse.
- Après, éliminer le solvant du ballon par distillation.
- Sécher le résidu du ballon dans une étuve à $70-80^\circ \text{C}$.
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30mn.
- Peser le ballon avec l'huile à la précision de 0,001g.
- Répéter l'opération de séchage jusqu'à l'obtention d'un poids constant du ballon.

Expression des résultats :

La teneur en matière grasse est calculée selon la formule suivante :

$$MG\% = (P1-P2) / P3 \times 100$$

Soit :

P2 : Poids du ballon vide (g).

P1 : Poids du ballon avec l'huile extraite (g).

P2 : Poids de la prise d'essai (g).

2.3.9 Détermination de la teneur en protéines (NF-V 03-050, 1970) :

Le principe de ce dosage effectué par la méthode de Kheldhal est basé sur la transformation de l'azote organique en sulfate d'ammonium sous l'action de l'acide sulfurique en présence d'un catalyseur. Le sulfate d'ammonium obtenu est distillé sous forme d'ammoniac et dosé après déplacement en milieu alcalin (Lécoq, 1965).

- **Mode opératoire**

- 1. La minéralisation :**

- Introduire 1g de l'échantillon dans des matras de minéralisation.
- 20 ml de l'acide sulfurique concentré et 2g du catalyseur sont ajoutés à la farine.
- Après l'apparition de vapeur blanche, le col de matras est obturé avec un entonnoir, lorsque la mousse disparaît, le chauffage est plus énergétique.
- Après décoloration complète, le chauffage est prolongé durant 30 minutes.

- 2. La distillation**

- Après refroidissement de la solution, cette dernière est complétée à 220ml avec de l'eau distillée,
- La distillation peut commencer après le rajout de 50ml de soude à 33% à chaque matras.
- Le dégagement d'ammoniac est récupéré dans une solution d'acide borique contenant 20ml d'indicateur.

- 3. Le titrage**

- L'excès d'ammoniac est dosé par l'acide sulfurique à N/20.

Expression des résultats :

La teneur en azote total est déterminée par la formule suivante :

$$N\% = (0,05 \times V \times 100 \times 14) / (1000 \times P)$$

Soit :

V : le volume titré de l'acide sulfurique N/20.

0,05 : Normalité d'acide sulfurique.

N% : Teneur en azote total.

P : Poids de la prise d'essai (g).

La teneur en protéine est obtenue par la formule suivante :

$$\text{Teneur en protéine} = \text{teneur en azote total} \times 6,25$$

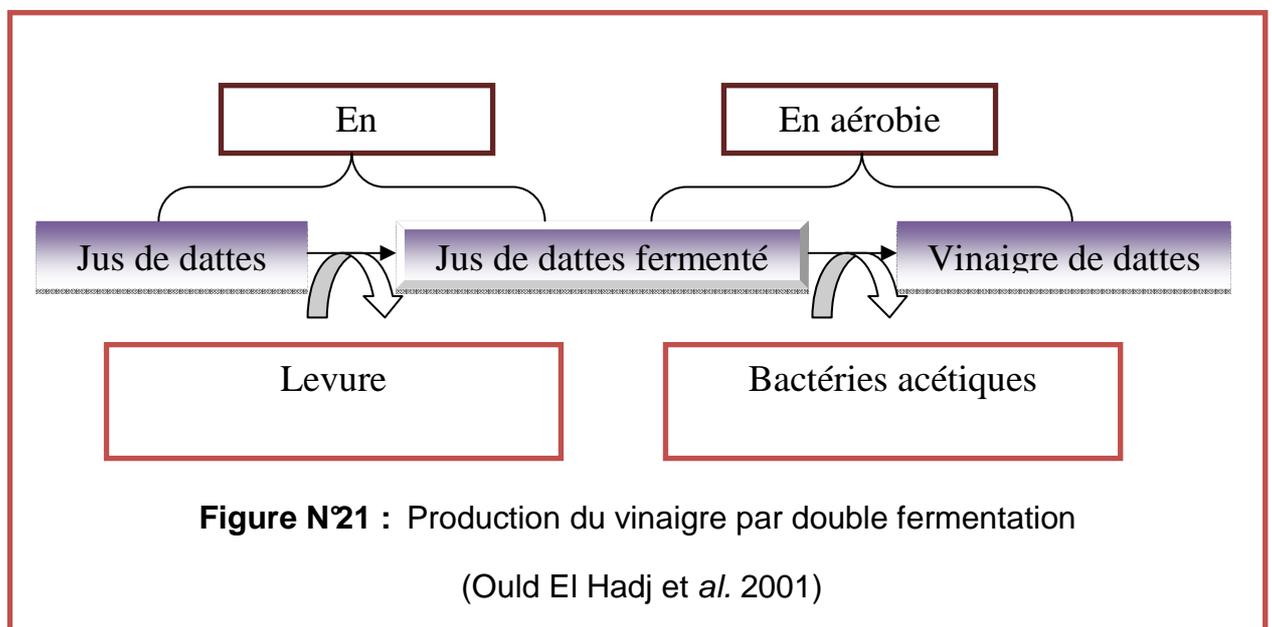
2.4 Essai d'obtention de vinaigre de dattes

❖ La méthodologie

On a subdivisé ce procédé en trois étapes principales

- La première : Extraction et clarification d'un jus à partir des dattes ;
- La deuxième : Stérilisation et fermentation alcoolique par *Saccharomyces cerevisiae* en anaérobiose ;
- La troisième : Fermentation acétique en aérobiose de l'extrait issu de la première fermentation (figure n° 21).

Les différents réactifs et matériel utilisés au cours de notre étude sont cités en annexe N° 2 et N° 3.



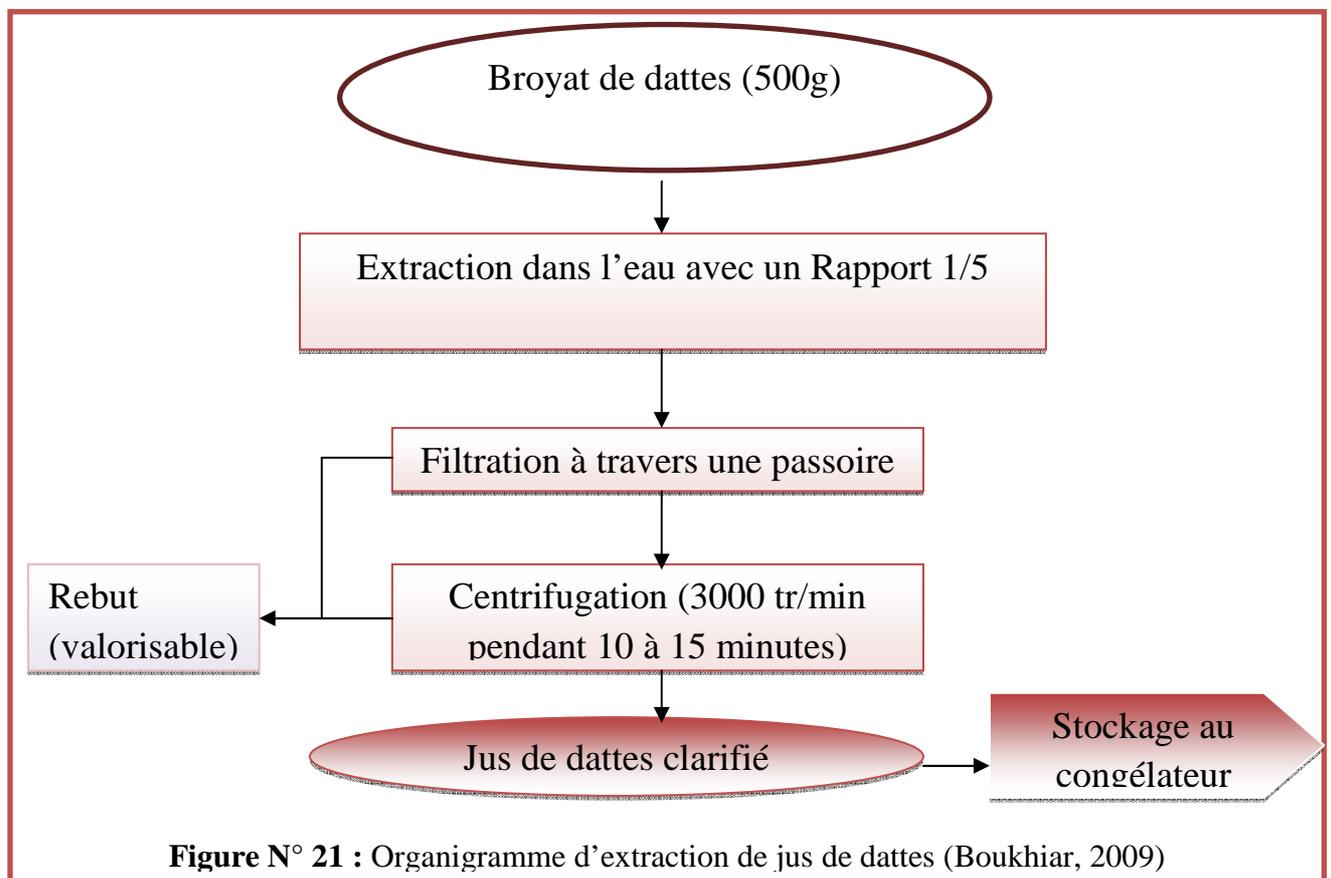
2.4.1 Extraction d'un jus sucrés à partir de deux variétés Mech Degla et Degla Beida (Hou-yin Wang et al., 2006)

L'extrait est obtenu par diffusion dans l'eau des matières solubles en particulier les sucres à partir des dattes. Ce dernier est caractérisé par trois indices (figure n° 22)

- Le solide soluble totale ou °Brix (indicateur de diffusion des matières solubles précisément les sucres)
- Le pH (indicateur de diffusion des acides)
- L'indice de brun (IB) : Mesure de la DO à 420 nm au spectrophotomètre avec un trajet optique de 10 mm de l'extrait après centrifugation (3000 tr/mn pendant 15 min) (Hou-yin Wang *et al.*, 2006).

Selon Boukhiar, (2009) l'extraction à une haute température favorisent les réactions de Maillard induisant ainsi un assombrissement de la couleur (formation de polymères bruns : Mélanoidines) et une diminution du pH (formation de composés acides). De plus, cette réaction risque de provoquer une perte de disponibilité de nombreux acides aminés indispensables ce qui à son tour va appauvrir le jus en acides aminés essentiels.

C'est pour cela que nous avons opté pour l'extraction à basse température 40°C° pendant 2 heures au lieu de 80 °C pendant 30 min, ce qui permet de maintenir le pH et la couleur de la date qui reste à un IB < 1 (DO à 420nm = 0.60).



Notons que l'utilisation de l'eau de source (à la place de l'eau de robinet) un double avantage. En effet, l'eau de robinet vu son traitement par javellisation risque d'avoir une action inhibitrice sur le déroulement de la fermentation. D'autre part, l'eau de source constitue un apport supplémentaire en minéraux (une salinité de 0.9 g/l pour l'eau de source contre 0.6 g/l pour l'eau de robinet) (Boukhiar, 2009).

Le pH du milieu est ajusté autour de 4.4 et 4.6 à l'aide d'un jus de citron puis stérilisé à 120C° pendant 15 min.

❖ Caractérisation du jus obtenu

Les paramètres que nous avons déterminé à partir du de jus de dattes sont pH, IB, teneur en sucres réducteurs et le °Brix (les protocoles sont décrit précédemment).

2.4.2 Mise en œuvre de la fermentation alcoolique (Boukhiar, 2009)

(Figure N° 22)

La fermentation alcoolique du jus de dattes a été réalisée par la levure *S. cerevisiae*. La fermentation est conduite dans des fioles de 250 ml rempli au 3/4 de sa capacité. C'est la quantité de levure qui détermine généralement la durée de la fermentation alcoolique, dans notre cas la quantité d'ensemencement est de 8 g/l de levure sèche (afin de réduire la durée de l'opération).L' agitation est réalisée avec un barreau magnétique de 2,5 cm.Ce procédé est mené jusqu'à l'épuisement des sucres, il se caractérise par un arrêt de dégagement du CO₂, permettant ainsi d'atteindre un taux maximal d'alcool.

Après prélèvement des échantillons à des intervalles de temps différents les paramètres analysés sont : pH, sucres réducteurs (décrit précédemment) et le taux d'alcool.

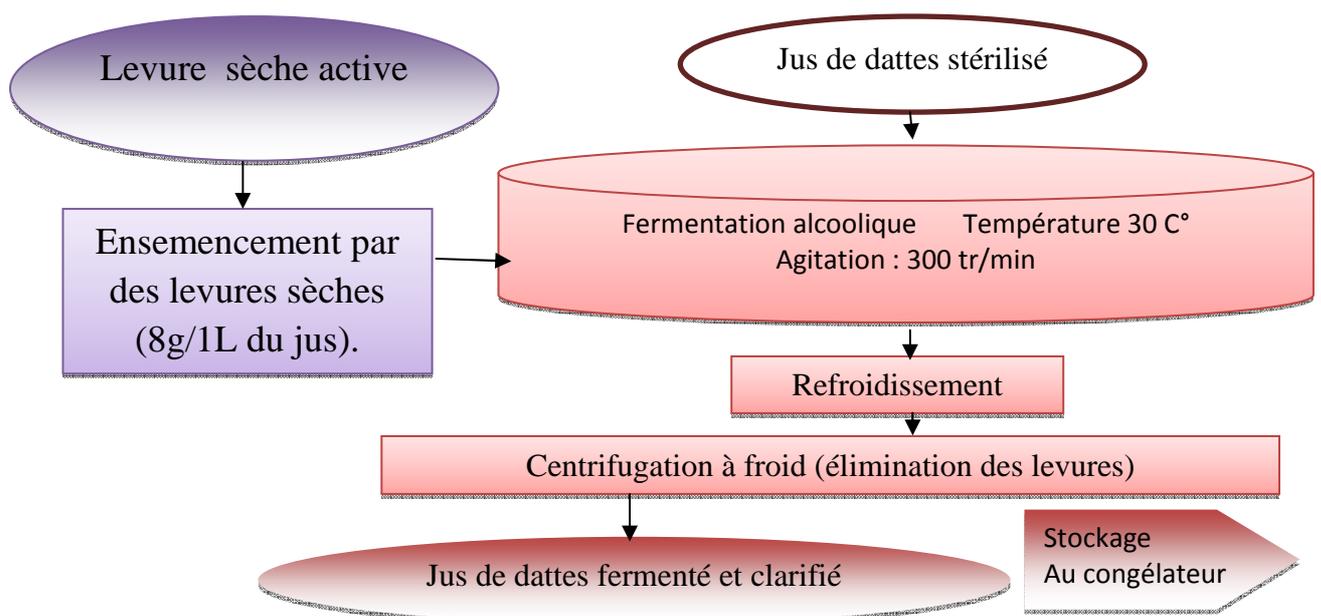


Figure N° 22 : Diagramme de déroulement de la fermentation alcoolique

L'organigramme précédent illustre les différentes étapes suivies (figure n°22)

❖ **Dosage de l'alcool** (Audigié et al., 1985)

Le degré alcoolique correspond au nombre de ml d'alcool pur contenus dans 100 ml de vinaigre de dattes

• **Distillation de l'éthanol**

Réaliser le montage de distillation en prenant soin de tremper l'allonge dans une fiole jaugée de 100 ml contenant 30 ml d'eau distillée, la fiole étant placée dans un bain d'eau froid.

Introduire dans le ballon :

- 10 ml de vin de dattes
- 50 ml d'eau distillée. 3 ml de solution d'hydroxyde de sodium à 0.1 N pour rendre le milieu légèrement alcalin afin de régulariser l'ébullition.
- Brancher le réfrigérant et distiller.
- Rincer ensuite l'allonge et ajuster la fiole jaugée au trait de jauge avec de l'eau distillée.

• **Dosage de l'éthanol du distillat**

Dans un flacon introduire :

- 10 ml de solution de dichromate de potassium.
- 5 ml d'acide sulfurique concentré (acide concentré afin d'accélérer la réaction 5 ml de distillat.
- Boucher le flacon afin d'avoir une oxydation complète de l'alcool et agiter pendant
- 20 à 15 min.
- On titre l'excès de dichromate au moyen de sulfate de fer et d'ammonium (on agite
- le flacon après chaque addition) jusqu'à coloration vert émeraude.

• **Expression des résultats**

1. Quantité de matière d'ion dichromate en excès $n_{\text{excès}}$

Quantité de matière d'ion Fe^{+2} (mol) = volume (l) x concentrations (mol/l)

2. Quantité de matière d'ion dichromate réagissant avec l'alcool

$n = n_0 - n_{\text{excès}}$

3. Volume (ml) = masse (g) — masse volumique (g/l)

2.4.3 La mise en œuvre de la fermentation acétique

a) Isolement des bactéries acétiques

D'après (Guiraud, 1998), nous avons effectué l'isolement des bactéries acétiques à partir de mère de vinaigre traditionnel sur un milieu sélectif à base d'éthanol

La composition du milieu Fracteur est la suivante

- ✓ Extrait de levure 30 g
- ✓ Carbonate de calcium CaCO_3 20 g
- ✓ Agar 20 g
- ✓ Eau distillée qsp 1000 ml

Ce milieu est autoclave à 120°C pendant 15 min. Après refroidissant jusqu'à une température de 40°C , on y rajoute 100 ml d'éthanol à 15%. Il est ensuite coulés en boîte de pétrie. L'incubation est effectuée à 30°C 24 heures.

Cet enrichissement est réalisé dans une fiole de 500 ml avec un volume utile de 100 ml.

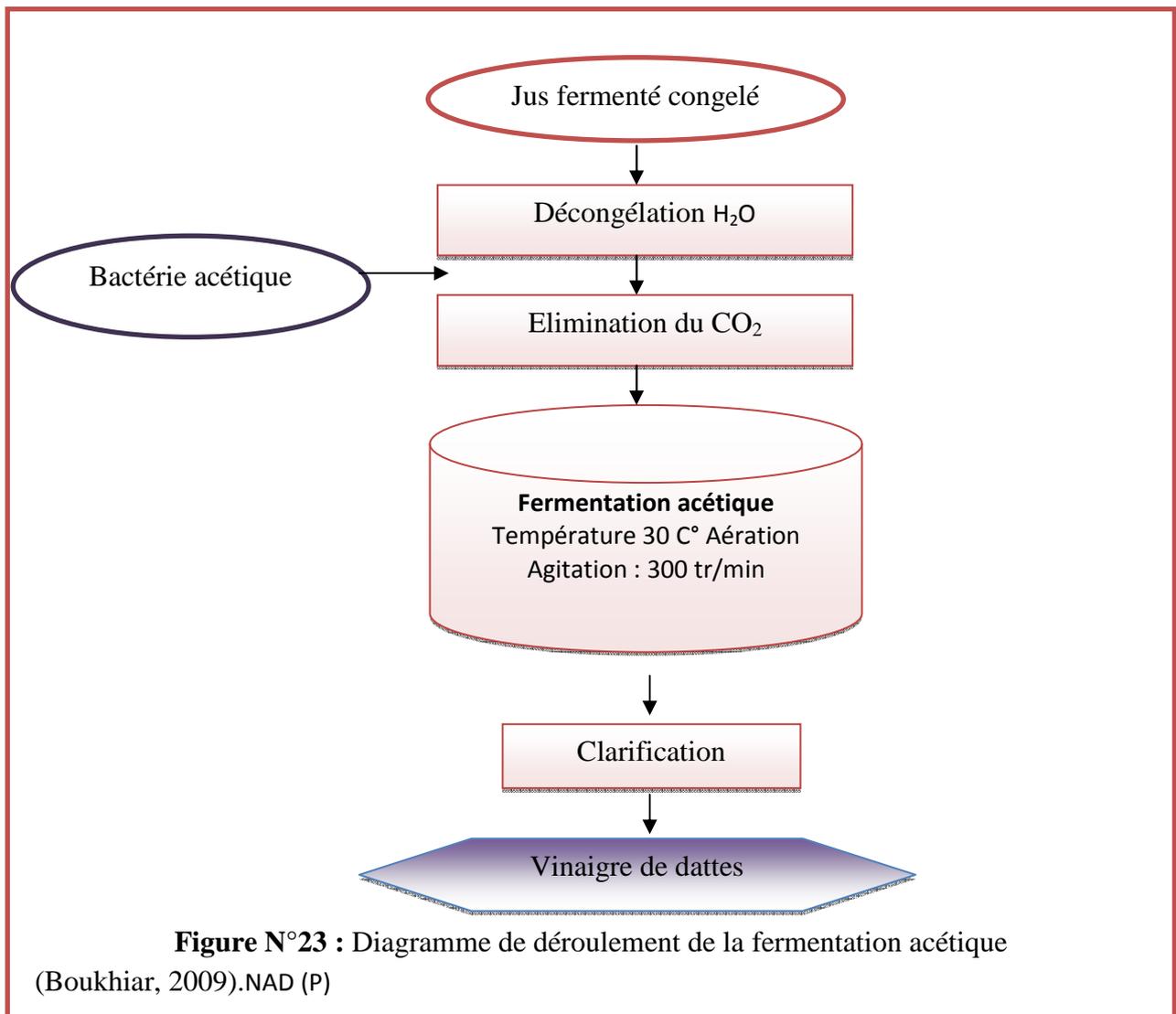
L'aération est assurée par un buller d'aquarium, quant à l'agitation, elle est assurée par un barreau magnétique de 2.5 cm avec une vitesse de 100 tr/min.

L'incubation est effectuée à une température de 28°C pendant 24 heures (Guiraud, 1998).

b) La fermentation acétique

L'objectif de cette phase étant d'obtenir un vinaigre de dattes contenant aux moins 5% d'acide acétique et de répondre aux normes du vinaigre exigées par le Codex Alimentaires. Le processus d'aération est déterminant pour la réussite de la fermentation acétique Baena-Ruano et al., (2006).

A l'aide d'une pipette, nous prélevons 2 ml de suspension de milieu d'enrichissement pour ensemercer 100 ml de jus fermenté (Boukhiar, 2009).



Les paramètres analysés sont : le pH, le degré alcoolique (décrit précédemment) et le dosage de l'acide acétique:

L'analyse du produit fini est faite après 72 heures.

❖ **Le dosage de l'acide acétique(FAO/OMS, 1982)**

• **Principe**

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

L'acide acétique est dosé par la méthode décrite par (follman, 1983) avec une base comme la soude à 0.1 N en présence de phénol phtaléine comme indicateur coloré.

• **Mode opératoire**

6 ml de vinaigre sont légèrement dilués avec de l'eau distillée chaude. Après refroidissement le vinaigre est titré 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**

$$A\% = 10 X (V_0 / V_1)$$

Soit :

V₀ : Volume de la prise d'essai.

V₁ : Volume de la solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 N utilisé.

Résultats & Discussions

1-Caractéristiques de la matière première (Degla Beida, Mech Degla) :

1-1 Caractéristiques morphologiques des dattes

Avec un poids de 6,19g pour la datte entière « Degla Beida » et de 6,01g « Mech Degla », où la pulpe constitue plus de 80%, une largeur de 3,65 cm « Degla Beida » et 3,45 cm « Mech Degla », on peut affirmer que les deux variétés de dattes possèdent une caractéristique physique très acceptable (tableau N° 15).

Tableau N°15 : Résultats des analyses physiques des dattes Degla Beida et MechDegla

	DeglaBieda	MechDegla
Couleur	Jaune pale	Marron peu prononcé
Consistance	Sèche	Sèche
Poids de la datte entière(g)	6,19	6,01
Poids de la pulpe (g)	4,94	4,95
Poids du noyau (g)	1,22	1,06
Poids de tissu externe de la pulpe (jaune)	3,32	3,35
Poids de tissu interne de la pulpe (blanc)	1,65	1,68
Longueur de la datte(cm)	3,65	3,45
Longueur du noyau(cm)	2,32	2,27
Largeur (diamètre) de la datte entière (cm)	1,78	1,8
Largeur (diamètre) du noyau (cm)	0,80	0,87
Rapport pulpe / datte(%)	80,29	81,78
Rapport noyau / datte (%)	19,71	19,60
Rapport tissu jaune / pulpe (%)	66,80	67,67
Rapport tissu blanc / pulpe(%)	33,20	36,36
Rapport pulpe / noyau	4,07	4,66
Rapport longueur / largeur	2,1	2,60

Il nous semble intéressant de donner les proportions de la partie comestible (Pulpe et ses deux tissus constitutifs) et du noyau des dattes : Mech Degla, Degla Beida (Figure N° 24).

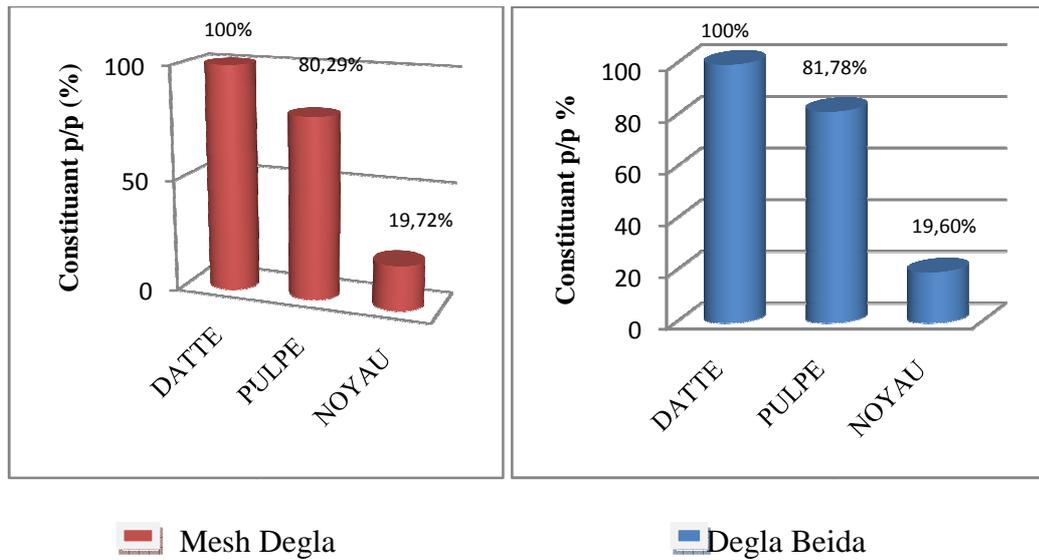


Figure N°24 : Pourcentage de la pulpe, de ses deux tissus constitutifs et du noyau dans la datte entière.

D'après les résultats des figures ; on peut constater que :

- La couleur de la datte : (déterminée visuellement)
 - Degla Beida est d'une couleur jaune pâle au blanc et présente parfois des zones brunes sur sa surface.
 - Mech Degla est d'une couleur marron peu prononcé comportant des stries à la surface du fruit.

- La consistance d'une variété est déterminante pour ses qualités organoleptiques. De ce point de vue, Degla Beida et Mech Degla sont classés comme variétés sèches et communes (Meunier, 1973)

- Les dattes étudiées présentent une qualité physique acceptable conformément aux critères fixes par Miligui et Sourial(1982), Mohammed et *al.* (1983) Acourene et *al.* (2001).
 - Un poids supérieur ou égale à 6g.
 - Un poids de la pulpe supérieur ou égale à 5 g.
 - Une longueur supérieure ou égale à 3,5 cm.
 - Un diamètre supérieur ou égal à 1,5 cm.

- La teneur en pulpe qui constitue 80,29 % du poids de la datte (Degla Beida) et 81,78% du poids de la datte (Mech Degla) est en accord avec celle trouvée par Acourene et Tama(1997), qui donnent une valeur de 80,89 % pour Degla Beida et 82,45 % pour Mech Degla.

A titre comparatif, nous donnons le tableau16 présentant le pourcentage de la pulpe de quelques variétés de dattes sèches Algériennes.

Tableau N°16 : Pourcentage en poids de la pulpe des différentes variétés de dattes sèches Algérienne

Variete de dattes sèches	Pourcentage de la pulpe de la datte
Horra	90,94 Acourene et Tama (1997)
Frezza	88,28 Chibane et al. (2007)
MechDegla	82,45 Acourene et Tama (1997)
Kenta	80,80 Acourene et Tama (1997)
DeglaBieda	80,89 Acourene et Tama (1997)

D'après ce tableau, on ne constate que Degla Bieda présente le plus faible pourcentage de la pulpe par rapport aux autres variétés de dattes sèches Algériennes.

1-2 Caractérisation physicochimique de la pulpe des deux variétés de datte :(en % de poids frais)

Le fruit de dattes analysé malgré la consistance sèche de la pulpe (14,55% d'humidité « Degla Bieda », 14,30% d'humidité « Mech Degla », révèle une composition très intéressante. Sa richesse, particulièrement en sucres (Brix 7 pour les deux variétés). Quant aux protéines et lipides, les dattes étudiées révèlent d'une teneur faible qui est respectivement de 2,25% et 0,25% « Degla Beida », 2,20% et 0,23% « Mech Degla » (Tableau N° 17).

Tableau N°17 :Composition biochimique de la pulpe de dattes

	Degla Beida	MechDegla
Teneur en eau	14,55%	14,30%
pH	5,40	5,72
Brix	7	7
Teneur en sucres totaux	65,25%	65,30%
Teneur en sucres réducteurs	48,86%	45,15%
Teneur en protéines	2,25 %	2,20%
Teneur en lipide	0,25 %	0,23%
Taux des cendres	2,18%	2,10%

La faible teneur en eau de la datte (Mech Degla et Degla Beida) protège le fruit contre le développement des microorganismes ce qui favorise sa longue conservation.

Celui-ci pourrait être plus riche en sucre (niovation), en arômes et en polyphénols. Tandis que la section blanche est de nature fibreuse (Meunier, 1973).

Les sucres réducteurs représentent le constituant prédominant de ces deux variétés avec une teneur de 48,86 % Degla Beida et 45,15%. Meche Degla matière sèche dans le tableau, sont données la teneur en sucres (totaux et réducteurs) de quelques variétés.

Tableau N° 18: Teneur en sucres (totaux et réducteurs) de quelques variétés de datte

Variétés	Sucres réducteurs% MS	Sucres totaux%MS
DegletNour	17,73 (Chaira2007)	72,82
	33,96 (Besbes et al.2009)	87,82
Alling	55,20 (Chaira2007)	60,29
	75,68 (Besbes et al.2009)	86,65
Kentichi	19,96 (Besbes et al.2009)	78,30
Siwi	71,50 (Khalil et al. 2002)	80,09
Amhat	69,50 (Khalil et al. 2002)	76,86
MechDegla	45,00 (Noui 2007)	74,80

Comme il apparaît dans le tableau 18 les sucres constituent la majorité de la fraction soluble dans les dattes. Les différentes variétés présentes des teneurs en sucres très variable et la proportion des sucres réducteurs diffère aussi d'une variété à une autre. Ces derniers constituent dans le cas particuliers de Deglat Nour la proportion la plus faible (24-39% des sucres réducteurs), pour ce qui est de la variété sèche Mech Degla, ils constituent environ 60% de la teneur total en sucre, tandis qu'ils dépassent 85% dans les variétés Allig, Amhat et Siwi.

Les dattes constituent une bonne source d'énergie rapide en raison de leur teneur élevée en Hydrates de carbone. La plupart de ces derniers sont sous forme de glucose et fructose, les quels sont facilement absorbés par le corps humain pendant la digestion, augmentant ainsi rapidement le taux de sucre dans le sang (Al Farsi et *al.*, 2007).

Les dattes Degla Beida et Meche Degla présentent pH légèrement acide, ce pH est préjudiciable aux bactéries mais appropriée au développement de flore fongique (Reynes et al. 1994).

La composition des fruits en lipides ne dépasse pas 0,1-0,5% de matière sèche (Blitz et *al.*2009).

La quantité de protéine contenue dans la datte est faible, ne dépasse généralement pas les 3% (Al Hooti et *al.* 1997).

1-3 Analyses microbiologiques :

Aucune intoxication alimentaire n'est à l'origine de la consommation des dattes. C'est la raison pour laquelle la recherche des germes pathogènes pour approuver la qualité sanitaire n'est pas nécessaire (Hamad et *al.* ,1983).

Les résultats de l'analyse microbiologique sont représentés dans le tableau N° 19

Tableau N°19 : Résultats des analyses microbiologiques

Microorganismes	MechDegla UFC /g	DeglaBeida UFC /g	Norme UFC /g
Coliformes totaux	1420	1400	10 ^{6*}
Coliformes fécaux	Abs	Abs	10 ^{3*}
Levures et Moisissures	1960	1900	<5000 **

**L'arrêté de juillet 1994 relatif aux spécifications microbiologiques de certaines denrées alimentaires (Journal officiel).

*NA 1207 /9 (Norme Algérienne)

Les résultats obtenus montre une diversité quantitative et qualitative des germes, le nombre le plus élevé a été enregistré pour les levures et les coliformes ainsi, la densité des germes trouvés peut être expliquée par les différentes étapes de manipulations à savoir la récolte, dénoyautage, broyage.....

Selon Larpent (1997), la majorité des moisissures et des champignons possèdent une croissance favorable dans des zones de pH compris entre 4,5 et 8,0, ainsi la farine de dattes avec son pH de 5,6 est un milieu favorable au développement des levures et des moisissures.

Mais malgré cela nous sommes toujours en dessous de la norme.

(Comme le montre le tableau N°19, les taux de levures, moisissures sont au-dessous du seuil maximal d'acceptabilité préconise par les normes Algériennes, De ce fait, on peut dire que la qualité microbiologique de deux variétés est satisfaisante est conforme aux normes) voire figure N° 25.



« Mesh Degla »

« Degla Beida »

Figure N° 25 : Photo des analyses microbiologiques.

2. Essai d'obtention du vinaigre à partir d'une double fermentation provoquée d'un jus de dattes de deux variétés

2-1 Extraction du jus de dattes :

Les dattes utilisées ont un Brix initial de 75,33 (MF), Cette matière première nous parait idéale pour l'élaboration de divers produits jus, sirop, poudre.....

L'extraction du jus de dattes constitue le premier processus de plusieurs industries pouvant utiliser le jus comme étant matière première.

2-2 Résultats et interprétation des analyses physicochimique du jus extrait de dattes (Degla Beide, Mech Degla)

Les valeurs de la caractérisation physico-chimique de dattes sont portées dans tableau N°20

Tableau N°20 : Résultats des analyses physicochimique du jus extrait de dettes (Degla Beide, Mech Degla)

Paramètres	Valeur (Degla Beida)	Valeur (MechDegla)
pH	5,06	5,28
IB (DO à 420nm)	0,45	0,60
Brix %	12,98	13,5
Teneur en sucres réducteurs %	6,80	7

IB : Indice de brune.

Il est bien connu que le premier critère de qualité d'un produit alimentaire est sa couleur. Dans notre cas la couleur du fruit varie du jaune au brun, il nous a paru logique d'exprimer l'intensité de la couleur par la mesure de l'indice de brune.

Nous pouvons dire que l'extraction du jus à partir de la datte sèche Mech Degla, Degla Beida est fortement accélérée par un bon découpage (broyage) c'est-à-dire une augmentation de la surface de contact (diffusion), et un bon temps de diffusion convenable tenant compte évidemment du facteur dimension, à cela s'ajoute l'effet de la température qui influe sur le pH et IB.

On constate que le pH de ces jus sont assez élevé (5,06 Degla Beida, 5,28 Mech Degla), sa régulation à 4,5 par le jus de citron permet à la fois de ralentir le brunissement pendant la stérilisation et de rendre le milieu optimal pour le processus fermentaire (Cheftel et Cheftel, 1992).

2-3 Cinétique de la fermentation alcoolique :

- **Suivi de l'évolution du pH durant la fermentation**

La courbe de la figure N°26 montre l'évolution du pH durant la fermentation

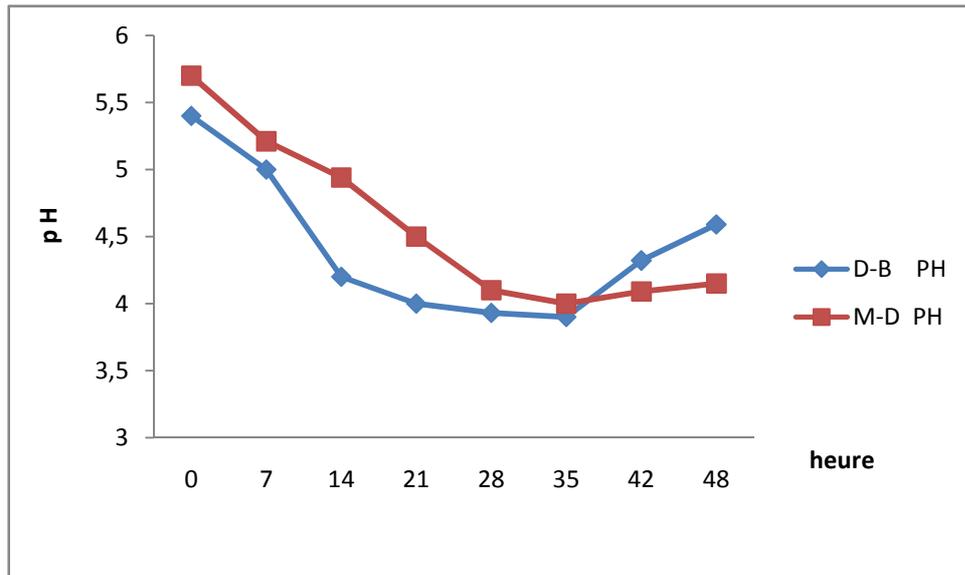


Figure N° 26 : Evolution du pH au cours de la fermentation alcoolique des dattes

(Degla Beida, Mech Degla), par *S.cervisiae*

Tel qu'illustré sur la courbe ci-dessus le p H du jus diminue au cours de la fermentation pour atteindre une valeur de (3,90 Degla Beida, 4,00 Mech Degla) en 35^{ème} Heure puis une légère augmentation du p H. Cet abaissement du p H est dû dans un premier temps a la diffusion des acides contenus dans la datte. Puis aux acides métabolises par les différents microorganismes (levure principalement...) présent dans le jus Akin (2008) a exploité la diminution du pH comme moyen pour suivre l'évolution de la fermentation.

▪ **Suivi de l'évolution du taux d'alcool**

La courbe de la figure N°27 montre l'évolution de la quantité d'éthanol produite au cours de la fermentation.

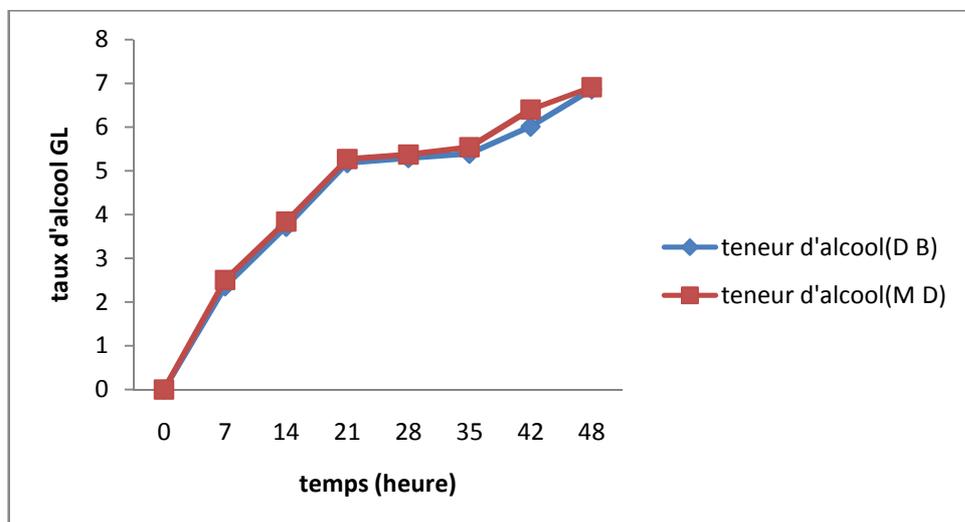
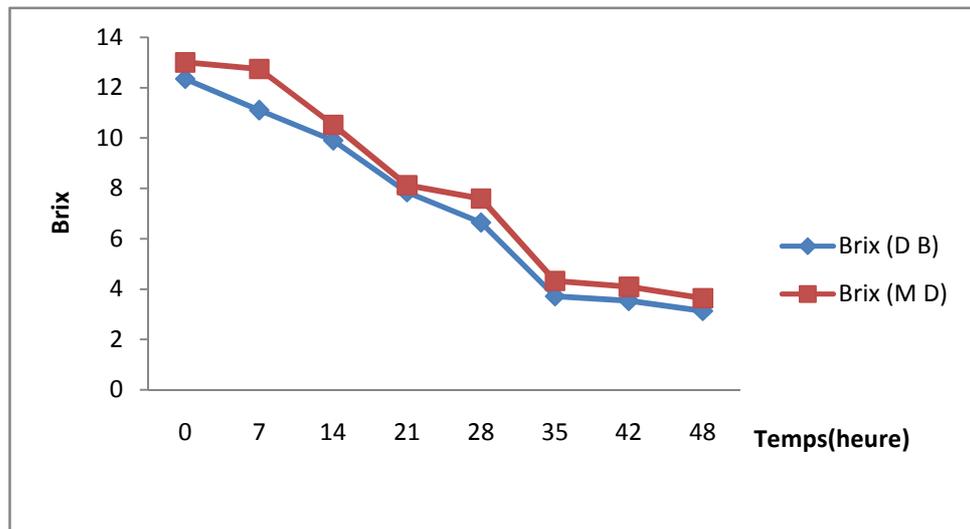


Figure N° 27 : Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes (Degla Beida, Meche Degla) par *S.cerevisiae*.

La concentration en éthanol obtenue en fin de fermentation (épuisement des sucres) avoisine les 70 ml /l (7°GL) cela nous renseigne sur le bon déroulement de la fermentation.

- **Suivi de l'évolution de Brix**

La variation du Brix au cours de cette fermentation est donnée dans la figure N°28



FigureN° 28 : Evolution du Brix aux cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes

(MechDegla, Degla Beida) par *S.C*

Comme il a été déjà cité précédemment, le Brix n'indique pas le taux de sucres totaux pendant le processus fermentaires la stabilisation du Brix à partir de la 30^{ème} heure indique la fin de la fermentation.

- **Suivi de l'évolution de la teneur en sucre réducteur durant la fermentation alcoolique**

L'évolution du taux de sucres réducteurs au cours de la fermentation est représentée dans la figure N° 29

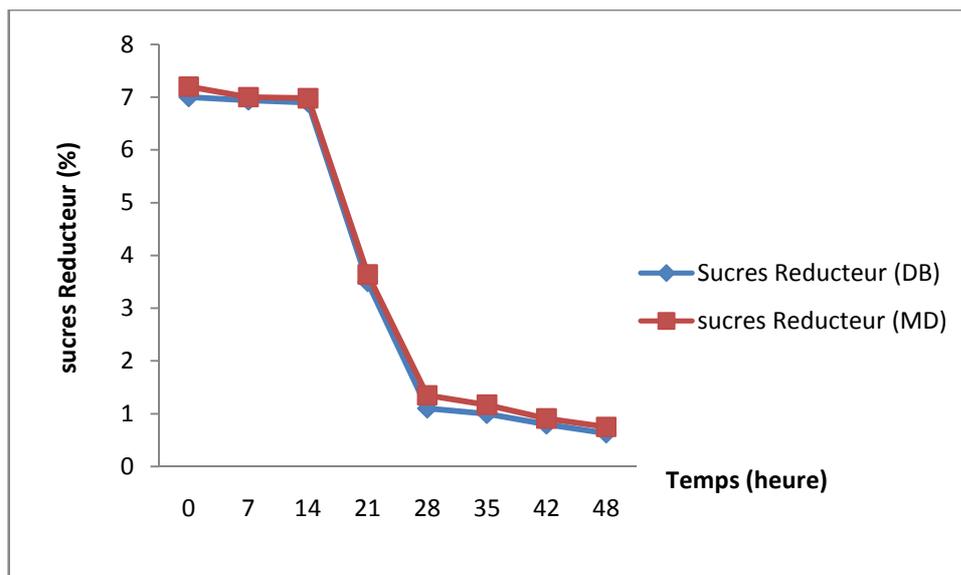


Figure N° 29 : Evolution du taux de sucres réducteurs au cours de la fermentation alcoolique de jus de dattes (Mech Degla, Degla Beida) par S.C.

Comme illustré sur la figure N°29, les sucres réducteurs sont consommés plus précocement, A partir de la 25^{ème} heure l'alcool produit est issu de la fermentation du saccharose. Selon Mehaia et Cheryan (1991). C'est le glucose qui s'épuise avant le fructose ce qui veut dire que la levure a plus d'affinité au glucose qu'au fructose.

▪ **Les caractéristiques physicochimiques du jus de dattes fermentées**

Les caractéristiques physicochimiques de ce jus sont présentées dans le tableau N°21 suivant :

Tableau N°21 : Caractéristique physicochimique du jus de dattes fermenté

Paramètre	Mech Degla	Degla Beida
Teneur en éthanol	6,91	6,86
Brix	3,64	3,13
Acidité titrable	0,79	0,68
p H	4,35	4,59

Le p H du jus reste pratiquement inchangé à la fin de la fermentation selon Akin (2008). La teneur en alcool assure la stabilité du produit dans les conditions de stockage appropriées (Blitz et al., 2009).

▪ **Importance économique de la production d'éthanol à partir des dattes :**

Les procédés biotechnologiques de la production d'éthanol sont assez simples (fermentation, distillation et enfin rectification). Du fait de ces utilisations multiples (vinaigrerie, et médecine, biocarburant ...). La demande en éthanol est très grande et augmente d'une année à l'autre.

Connaissant la proportion de la pulpe dans la datte (80,29% Degla Beida et 81,78% Mech Degla) et le TSS dans la pulpe (12,98% Degla Beida et 13,50% Mech Degla de MF). La quantité de dattes nécessaire pour produire 1L d'éthanol pur est d'environ 3Kg.

Tenant compte du prix de vente sur place des dattes communes (Degla Beida, Mech Degla) dans les régions du sud (seulement quelque dinar au moment de la récolte) le prix revient très acceptable.

Comme l'Algérie est un pays importateur de cette denrée alimentaire. L'investissement dans cette technologie est très promoteur constitue une véritable source de richesse (produit fini de valeur, création d'emploi...).

2-4 Résultats de la fermentation acétique

Après plusieurs essais, nous n'avons pas abouti à acidifier le jus de dattes fermenté obtenu. En effet, la difficulté liée à la maîtrise de cette bioconversion. L'éthanol en acide acétique, peut expliquer ce résultat. D'ailleurs, à nos jours le monde de conduite de cette fermentation reste encore trop empirique (Bourgeois et Larpent, 1996).

Actuellement, le vinaigre est principalement produit en semi contenu par des cultures submergées (Rubio-Fernandez et al, 2004, Garcia et al, 2007).

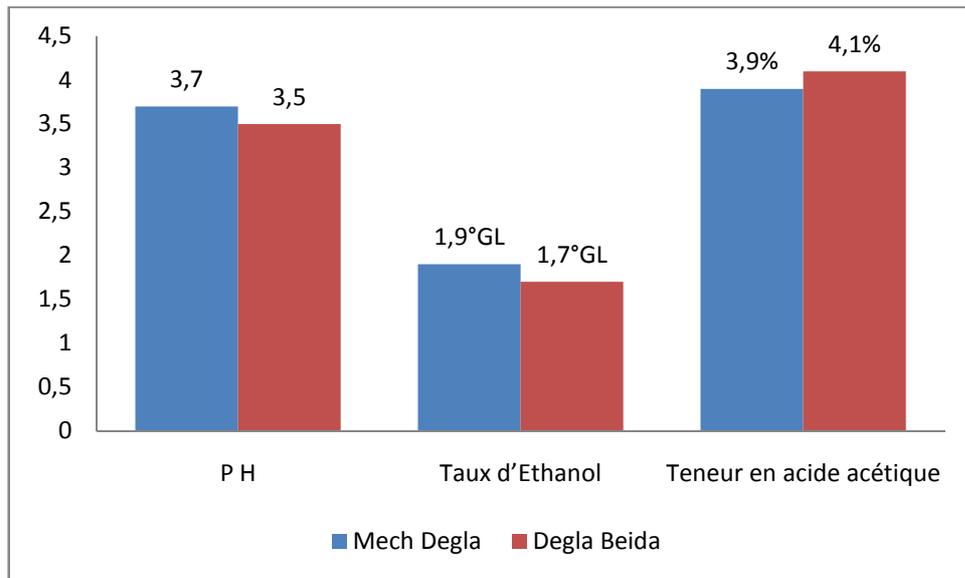


Figure N° 30: L'analyse du produit fini est faite après 72 heures.

✓ **Le pH :**

Le pH descend jusqu'à 3.5 pour les variétés « Mech Degla » et 3.7 pour « Degla Beida », cette diminution est due à la production d'acide acétique. La diminution du pH reflète l'activité des bactéries acétique.

✓ **Taux d'alcool :**

La teneur en alcool est de 1.9°GL pour « Mech Degla » et 1.7° GL « Degla Beida » il est reconnu qu'une teneur alcool supérieurs à 40 g/l exerce un effet inhibiteur sur la croissance des bactéries acétique.

✓ **Teneur en acide acétique :**

Teneur en acide acétique atteint une concentration de 3.9 % (39g /l) pour « Mech Degla » et 4.1 % (41g /l) « Degla Beida » qui est en dessous de la norme préconisé par le journal officiel de la république Algérienne qui est fixer au minimum a 50 gramme par l.

Cette non-conformité du produit fini peut s'expliquer par :

- La sensibilité des bactéries acétique.

- La volatilisation possible de l'alcool qui diminue par conséquent le rendement en acide acétique diminue.

L'arrêt d'oxygénation entraîne inexorablement la destruction des cellules bactériennes qui est d'autant plus importante pour des fortes concentrations en éthanol et en acide. Aussi, un arrêt irréversible du processus d'acétification lorsque les bactéries se trouvent momentanément sans éthanol, ce qui rend indispensable l'utilisation d'un acétator.

De même, il faut éviter tout choc thermique ou osmotique au cours des cycles successifs d'où la nécessité d'avoir un système d'agitation vigoureux (Bourgeois et Larpent, 1996 ; Callejon et *al.*, 2009).

En réalité, ce procédé d'acidification est connu à l'échelle mondiale et à ce que l'on appelle le procédé d'acétification traditionnelle.

Conclusion

Conclusion

Le dattier est l'une des rares plantes à pouvoir survivre dans un climat inhospitalier du désert (très chaud le jour, froid la nuit) ; d'où son importance particulière pour les nomades. Ses fruits fournissent une source d'énergie concentrée. Un kilo de dattes sèches apportent environ 3000 Kcalories, En assurant une consommation moyenne de ce fruit comme aliment de base, auquel on joignait du lait, du yaourt, du fromage ou du beurre on peut équilibrer la ration.

Les dattes constituant la matière première pour l'élaboration d'un bon nombre de produits alimentaire parmi lesquels le vinaigre. Depuis fort longtemps, les populations sahariennes ont eu à fabrication localement leur propre vinaigre. Cette production est une tradition ancestrale qui utilise un matériel artisanal et confère au vinaigre élaboré des avantages que ne l'on ne retrouve pas chez le vinaigre industriel.

Notre étude réalisée est basée sur l'essai de fabrication du vinaigre à partir de deux variétés de dattes (Degla Beida et Mech degla), les analyses physiques ont montré que les deux espèces possèdent une caractéristique physique très acceptable, le contrôle de la qualité microbiologique des deux variétés a montré que celle-ci est satisfaisante et par conséquent une bonne qualité sanitaire.

Pour la production du vinaigre nous avons passé par deux étapes :

- ✓ La fermentation alcoolique : dont le produit fini est le jus fermenté avec des caractéristiques physicochimiques presque similaires pour les deux variétés de dattes.
- ✓ La fermentation acétique : par laquelle on obtient le vinaigre avec les mêmes propriétés chez les deux variétés.

La production du vinaigre à partir de dattes à faible valeur marchande prene son importance du faite que la phoeniculture constitue le pivot de l'agriculture saharienne en Algérie avec une prédominance du palmier dattier.

En perspectives il serait intéressant de fabriquer le vinaigre à partir de dattes étudiées ainsi qu'étudier d'autres variétés dont la valeur marchande est faible.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- **Aceurene.S, Buelguedj, M., Tama, Taleb, B., 2001.** Caractérisation, évaluation de la qualité de la datte et identification des cultivars rares de palmier dattier de la région des Ziban. *Revue Recherche Agronomique* N°8, Ed. INRAA, pp 19-39.
- **Aceurene, S.,Tama, M., 1997.** Caractérisation physicochimique des principaux cultivars de dattes de la région des Ziban. *Recherche Agronomique*, Vol.1, pp 59-66.
- **Ait Aneur, L.,2001,** Analyse des diffusions des sucres, des acides organiques et de l'acide ascorbique dans le système MechDegla / jus de citrons. Mémoire de Magister. Département de Technologie Alimentaire, Boumerdes, 80p.
- **Akim, H., 2008.** Evolution du pH pendant la fermentation alcoolique de mouts de raisins, modélisation et interprétation métabolique. Thèse doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, option : Génie des Procèdes et Environnement.121p.
- **Al-Farsi, M., Alasalvar, G., Al-Abid, M., Al Shoaily K., Al Amry M., Al-Rawahy F., 2007.** Compositional and functional characteristics of dates, syrups, and there by-products *journal of food chemistry*, vol,104, pp 943-947.
- **Al Hooti, S., Sidhus, J., S., Qabazard, H., 1997.** Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grow in the United Arab Emirates, *journal of plants food for Human Nutrition*, vol, 50, pp 101-113.
- **AL-Shahib, W., Marshall, R.J.,2002.** Dietary fibre content of date from 13 varieties of date palm *Phoenix dactyliferaL.international journal of Food Science and Technology*, 37, 719-721
- **Amellal H., 2008.** Aptitude technologiques de quequesvarieties communes de dates formulaire d'un yaourtnaturellement sucré et aromatisé. Mémoire de doctorat. Département de Technologie Alimentaire. Université de Boumerdès, pp 131.

- **Anonyme, 2002**, Statistique Agricoles superficies et production, Ministère de l'Agriculture et Agroalimentaire Canad,2007. Le marché mondial du vinaigre, possibilités, pour les exportateurs Canadiens de vinaigre, Agriculture et Agroalimentaire, Canada. 16p.
- **Anonyme (RAB 98 / G31, Maghreb Date Palm Project), 2004**. Gestion participative des ressources génétique du palmierdattier dans les oasis du Maghreb, Analyse des principaux marchés Européens des dattes et de leurs produits divers, Premisière partie, Analyse de l'offre, aperçue sur la situation des dattes communes dans les pays du Maghreb.
- **Anonyme, 2007**. FAO « Standardisation international du vinaigre ».
- **Anonyme, 2010**. Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne.
- **AFNOR(NF), 1982**, Recueil de normes Françaises des produits dérivés des fruits et légumes, jus de fruits. Ed. AFNOR, 325p.
- **Audigie, Cl, Dupont, G., Zonszain, F., 1985**. Principe des méthodes d'analyses biochimique Edition Doin, Biologie appliquee, 190p.
- **Baena- Ruana, S., Jimenez. Or, Santos-Duenas, I.M., Cantero-Mareno,D., Barja, F., Garcia, I., 2006**. Rapid method for total, viable and non-viable acetic-acid bacteria determination during acetification process, journal of process biochemistry, vol, 41, pp 1160-1164.
- **Belguedj M. 1996**, Caractéristiques des cultivars de dattiers du sud-Est du Sahara Algérien, Vol 1, Conception et réalisation : filière « Cultures Pérennes » de l'ITDAS El Harrach.
- **Blitz, H-D., Grosch, W., Schieberle, P., 2009**.Fruits and fruit products, in:Journal of food chemistry(chapter 18)pp807-861.

- **Benamara, S., Chibane,H . Boukhelifa ,M.,2004.**Essai de formation d'un yaourt naturel aux dates, Journal of industries alimentaires et agricoles IAA, Actualités techniques et scientifiques,pp11-14.
- **Benchabane, A., 1996.** Rapport de synthèse de l'atelier « Technologie et qualité de la datte » in options méditerranéennes, série A, N°28. Séminaires méditerranéens. Ed. IAM, Zaragoza, Spain, 205-210.
- **Benchelah, A-C., Maka, M., 2006,** Les dattes, de la préhistoire à nos jours. Phytothérapie (ethnobotanique) Springer, Vol N°1, pp43-47.
- **Berrand C., 2000, Production** of highly concentrated vinegar in fed-batch culture, Journal of biotechnology letters, Vol.22, pp.451-454.
- **Blancou, J., Vin-Niveaux, P., 2006,** Relations historiques et anecdotes sur les anciens traitements par les plantes des maladies infectieuses et parasitaires des animaux, Journal of phytothérapie, N°2, pp74-82.
- **Boukhiar A., 2009** Analyse du processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud Algérien : essai d'optimisation.
- **Bourgeois, C.M., Larpent, J-P., 1996.**Microbiologie alimentaire : aliments fermentés et fermentations alimentaires (Tome 2). Edition techniques et documentations, 623p.
- **Boughnou, N., 1988.** Essai de production du vinaigre à partir des déchets de dattes. Thèse magister INA El Harrach 82p.
- **Branger, A., 2008.** Fabrication des produits alimentaires par fermentation, les ferments techniques de l'ingénieur F3500, 1-16p.
- **Bourgeois, C, 2003,** les vitamines dans les industries agro-alimentaire, Ed. Tech et Doc-Lavoisier, Paris ,483p.

- **Buelguedj, M., 2001.** Caractéristiques des cultivars de dattes dans les palmeraies du sud –est Algérien, INRAA. El HARRACH.N°11, Alger, 289p.
- **Callejon,R.M.,Tesfaye,W.,Torija,M.J.Mas,A.,Troncoso,A.M.,Morales,M.L,2009.** Volatile compounds in red wine vinegars obtained by submerged surface acidification in different woods. Journal of food chemistry, Vol.113, pp.1252-1259.
- **Cheftel.J.C., Cheftel.H.,1992.** Introduction à la biochimie et la technologie des aliments Edition techniques et documentation-Lavoisier, Vol.1, 381p.
- **Dowson, W.H. et Aten, B. 1963.** Récolte et conditionnement des dattes, Ed FAO, 334p
- **Dowson, V. H.W, 1982.** Date production and protection. FAO Plant Production and protection paper N° 35. Food and Agriculture Organisation of the United Nations.
- **Djerbi, M., 1995.** Précis de phoeniciculture. FAO : 129p.
- **Djouab, A.2007.** Contribution à l'identification des constituants mineurs de la datte MechDegla. Essai de valorisation par incorporation dans une recette de margarine allégée. Mémoire de Magister spécialité génie alimentaire. Université Boumerdes.
- **El Hadrami , A., El Idriss, El Hassni, M., Daayf., El Hadrami, I., 2005.** Toxin-based in-vitro selection and its potential application to date palm for resistance to the bayoud fusarium wilt. C.R. Biology 328, pp732-744.
- **Em-perrot, 1944.** Matière premières usuelles du règne végétal thérapeutique –hygiène industrie, tome I. p 581-582, 589.

- **Espiard, E., 2002.** Introduction à la transformation industrielle des fruits .Ed. Tech et Doc Lavoisier, pp147-155.
- **Estanove, P., 1990.** Note technique : Valorisation de la datte. Option méditerranées. Série A.N°11. Les systèmes agricoles oasiens. Ed IRFA-CIRAD France.
- **Favier, A, 1993.**Current aspect about the role of zinc in nutrition. Revue Pratique, 43, 149-151.
- **Follman H., 1993.** Acetic acideVol 5. Chap 3. P388-407. La date au fil du temps, usages culinaires, conservation,écologie et environnement.
- **Garcia-Garcia, I., Cantero-Moreno, D., Jimenez-ot, C., Baena-Ruano, Jimenez-Hernero, J., Santos-Duenas, I., Bonilla-Venceslada, J., Barja, F., 2007.** Estimating the mean acidification rate via on-line monitored changes in ethanol during a semi-continuous vinegar production cycle. Journals of food engineering, Vol.80, pp460-464.
- **Gilles, P., 2000.** Cultiver le palmier dattier. Edition CIRAS, pp110.
- **Gualtieri, M., Rapaccini, S., 1994.** Date stones in broiler are feeding. In Technologies de la date. Ed.GRIDAO, 35p.
- **Guiraud J.P., 1998.** Microbiologie alimentaire. Edition DUNOD. Paris, 615p.
- **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 university Al Hassa-Kingdom of Saudi Arabia, pp480-495.
- **Hanachi S., Khitri D., Benkhalifa A., Brac de Perrière R.A 1998.**Inventaire varietal de palmeraie Algérienne 225p.

- **Henk J., Zwir E., Rik L., 2003.** Caroténoïdes et flavonoïdes contre le stress oxydatif. ARromes ingrédients additifs, N° 44, pp 42-45.

- **Hou-yin Wang, Xiao-Song Hu, Fang chen, Ji-hong Wu, Zhang, Xiao-Jun Liao, Zheng-Fu W, 2006.** Kinetic analysis of non-enzymatic browning in carrot juice concentrate during storage. Journal of food Res.Technol. Vol223, pp282-289.

- **Jarrah A., Z., Benjamin N.D. 1982.** Activity of polyphenoloxylase and pectin esterase during different stages of growth and developpement. Date

- **Kaidi, F., Touzi, A., 2001.** Production de bio alcool à partir des déchets de dattes.Rev.Energ.Ren : Production et valorisation-Biomasse, pp75-78.

- **Larpent-Gourhaud, M., Sanglier, J.J., 1992.** Biotechnologies principes et méthodes. Biosciences et techniques. Dain éditeur-paris, 21p.

- **Larpent, J.P, 1991.** Biotechnologie des levures. Ed Masson. Paris. 421p.

- **Larpent, J.P., 1997.** Microbiologie alimentaires : technique de laboratoire. Edition Tec and Doc : 1073p.

- **Lecoq R., 1965.** Manuel d'analyses alimentaires et d'expertises usuelles Tome 1. Ed. DOIN, DEREN et CIE, pp 241-251.

- **Linden G., 1981.** Techniques d'analyses et de contrôle dans les industries Agro-alimentaires. Vol II, Principe des techniques d'analyses, (Ed) Collection sciences et technique Agroalimentaire. Paris, p 434.

- **L.D., 2007 :** Du vinaigre pour sauver des vies. Revue de bio tribune «Springer 2007», Vol.23-Trimstriel Septembre 2007, pp4.

- **MansouriAbdelahk. EmbarekGuendez. Kokkalou Eugene. Kefalas. Panagiotis, 2005.** Phenolic profile and antioxidant activity of the Algerian ripe date palm fruits (Phoenix dactylifera). Journal of food chemistry. Vol.89, pp411-420.
- **Matheis, W., Bourgeois, J., Caperos, J., Feusi, J., Grand, J-M., Helbling, J., Hischenhuber, C., 1995.** Vinaigre de fermentation. MSDA (Manuel Suisse Des Denrées Alimentaires).
- **Mehaia, M.A., Cheryan, Muni, 1991.** Fermentation of date extracts to ethanol and vinegar in batch and continuous membrane reactors. Journal of enzyme microb. Technol, Vol.13, pp257-261.
- **Meligi, M.A., Sourial, G.F., 1992.** Fruit quality and general evaluation of some Iraqi date palm cultivars grown under conditions of barrage region. Ed: First symposium on the date palm. Saudi-Arabia, 23-25 March, pp212-220.
- **Messar E.M 1996.** Le secteur phoenilcicol Algérien. Situation et perspectives à l’horizon 2010. Option Méditerranéennes A28,pp 23-44.
- **Mohammed, S., Shabana, H.R., Mawlood, E.A., 1983.** Evaluation and identification of Iraq date cultivars. Fruits characteristics of fifty cultivars. Journal of date palm journal. Vol.2, pp27-55.
- **Moinité A. 1991.** Palmier pour les climats tempérés. Ed Champfleu. 159p.
- **Miunier, P., 1973.** Le palmier dattier. Ed. MAISONNEUVE, Paris, 221p.
- **Noui, Y., 2007.** Caractérisation physico-chimique comparative des deux tissus constitutifs de la pulpe de datte MechDegla. Mémoire de magister spécialité gène alimentaire, Université de Boumerdes.

- **Ould El Hadj, M.D., Sebihi, A.H., Siboukeur, O., 2001.** Qualité hygiénique et caractéristiques physicochimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dates de la cuvette d'Ouargla. Rev. Energ. Ren. Production et valorisation-biomasse. pp87-92.
- **Quigping, Xu., Wenyitao. ZanghuaAo., 2007.** Antioxidant activity of melanoidins journal of food chemistry. Vol102, pp841-849.
- **Reynes, M., Bouabidi, H., Piombo, G., Risterucci, A.M., 1994.** Caractérisation des principales variétés de dattes cultivées dans la région du Djérid en Tunisie. Journal of fruit, Vol49, pp289-298.
- **Richarde R., 1972.** Elément de biologie végétale. Fou Cher, Paris, p 164.
- **Rhouma A., 1998.** Le palmier dattier en tunisie, le patrimoine génétique, volume I. Ed INRA Tunisie. 254p.
- **Rubio-Fernandez, H., Salvador, M.D., Fergapane, G., 2004.** Influence of fermentation oxygen partial pressure on semicontinuous acetification for wine vinegar production. Journal of Eur. Food Res. Technol, Vol219. Pp393-397.
- **Sakanaka, S., Ishihara, Y., 2008.** Comparison of antioxidant properties of persimmon vinegar and some other vinegar in radical-scavenging assays and lipid oxidation in tuna homogenates. Journal of food chemistry, Vol107, pp739-744.
- **Sawaya W.N., Khalil J.K., Safi W.M., Al. Shlat A., 1983.** Physical and chemical characterization of there Saudi Date Cultivars at Variuos Stages of development. Can. Ins. Food Sci. Technol. 16, 2, 87-93.
- **Siboukeur O. 1997.** Qualité nutritionnelle, hygiénique et organoleptique du dattes Thèse Magister, INR. El Harrache, Alger, 106.

- **Simon, P., Meumier R., 1970.** Microbiologie industrielle et génie biochimique édition Masson et C^{ie} Paris.
- **Somon E., 1987.** Arbres, arbustes et arbrisseaux en Algérie p 11-14.
- **Tesfay. W., Morales, M.L., Garcia-Parrilla. Troncosa, A.M., 2002.** Wine vinegar. Technology authenticity and quality evaluation, Journal of trend is in food Science and Technology, Vol 13, pp 12-21.
- **Touzi, A., 1997.** Valorisation des produits et sous –produits de la date par les procédés biotechnologiques. Rapport de synthèse de l’atelier « Technologie et qualité de la date », CIHEAM-Options Méditerranéennes, pp -214.
- **Tortora G.J. et Anagnostakos, N.P., 1987.** Principes d’anatomie et physiologie. Ed.INC, 5^{ème} édition, pp 688-693.
- **Tirilly Y., et Bourgeois C.L., 1999.** Technologie des légumes. Ed Technique et Documentation. Lavoisier,Paris p 219-293.
- **Toutain G., 1979.** Eléments d’Agronomie Saharienne, de la recherche au développement Ed JOUVE, Paris, 276p.
- **Xuqingping, Tao Wenyi, AoZonghua, 2007.** Antioxidant activity of vinegar melanoidines. Journal of food chemistry, Vol. 102, pp 841-849.
- **Yahiaoui, K., 1998.** Caractérisation physic-chimique et l’évolution du brunissement de la date Deglat-Nour au cours de la maturation. Thèse Magister, INA El Harrach Alger, 103p.
- **Zamora F., 2009.** Biochemistry of alcoholic fermentation (chapter 1), Journal of wine chemistry and biochemistry 26p.

- **Zehdi, S., Puitand, J.C., Billotte, N., Ould Mohamed Salem, A., Sakka, H., Rhouma, A., Marrakch M., Trifi, M., 2006.** Etablissement d'une clé d'identification varietale chez le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) par les marqueurs microsatellites Bulletin des Ressources Phylogéniques (IPGRI- FAO) Issue N° 145 pp 11-18.

Annexes

ANNEXE 1

Composition des milieux utilisés

Tryptone Sel Eau (TSE) :

✓ Tryptone	1g
✓ Chlorure	8,5g
✓ Eau distillée	1000ml
✓ pH	7,2

Milieu OGA (Oxytétracycline-Glucose-Agar)

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

Rajouté avant l'emploi dans le milieu à 45C° de d'oxy-tétracycline à 1mg et couler en boîte de pétrie.

Milieu TGEA (Tryptone Glucose Extrait de levure) :

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

ANNEXE 2

Matériel

Etuve

Four à moufle

Centrifugeuse

Balance analytique

Agitateur et plaque chauffante

Balance

Bec benzène

PH mètre

Bain marie

Réfractomètre

Spectrophotomètre

Dessiccateurs

Verreries

Fioles jaugées (25, 100, 200, 250 ml)

Tube à essai

Baguettes

Béchers

Capsules en porcelaine (pour four à moule)

Pipettes graduées

Pipettes pasteurs

Burettes

Boites pétris

Cristallisoirs

Erlen Meyer

Entonnoir en verre

ANNEXE 3

Réactifs et solutions

Eau distillée

Phénolphtaléine

Permanganate de potassium 0,1 N

Indicateur phénolphtaléine 10%

NaOH 0,1N

Liqueur de Fehling

Solution cuprique A :

- Sulfate de cuivre pur 40g
- Acide sulfurique pur 2ml
- Eau distillé 1l

Solution Tarto-alkaline B =0,78V

- Tartosodico-potassique : 200g
- Soude pur 150g
- Eau distillé 1l

Solution ferrique C :

- Sulfate ferrique pur 50g
- Acide sulfurique pur 110ml
- Eau distillé 1l

Réduction de la liqueur de Fehling

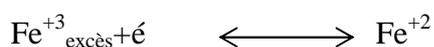
Glucides réducteurs \longleftrightarrow Produits d'oxydation + n é.



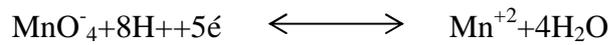
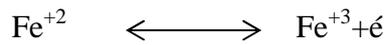
Dosage du Cu₂O isolé par manganimétrie

1) Oxydation de Cu₂O par une solution ferrique acide

En présence d'un excès de fer III tout le précipité de Cu₂O est oxydé.

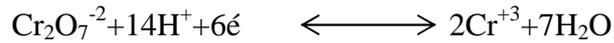
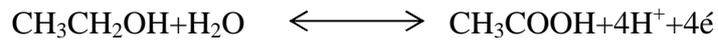


2) Dosage des ions ferreux Fe II formés

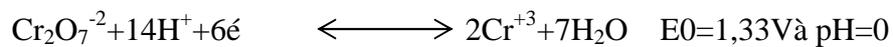


Reaction de dosage d'éthanol

Oxydation de l'éthanol



Dosage du dichromate restant



Indicateur diphenylamine sulfate de barium (DPASB)

ANNEXE 4

Tableau N° 22: Evolution du pH au cours de la fermentation alcoolique des dattes (Degla Beida, MechDegla).

Heures	0	7	14	21	28	35	42	48
D-B pH	5,4	5	4,2	4	3,93	3,9	4,32	4,59
M-D pH	5,7	5,21	4,94	4,5	4,1	4	4,09	4,15

Tableau N° 23 : Evolution du taux d'alcool au cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes (Degla Beida, MechDegla) par *S.cerevisiae*.

Temps (Heure)	0	7	14	21	28	35	42	48
Teneur d'alcool (D B)	0	2,36	3,72	5,18	5,29	5,39	6,01	6,86
Teneur d'alcool (M D)	0	2,5	3,84	5,27	5,37	5,54	6,4	6,91

Tableau N° 24 : Evolution du Brix aux cours de la fermentation alcoolique du jus de dattes (MechDegla, Degla Beida) par *S.C*

Temps (heure)	0	7	14	21	28	35	42	48
Brix (D B)	12,35	11,1	9,9	7,85	6,64	3,71	3,53	3,13
Brix (M D)	13	12,74	10,52	8,13	7,59	4,32	4,09	3,64

Tableau N° 25 : Evolution du taux de sucres réducteurs au cours de la fermentation alcoolique de jus de dattes (MechDegla, Degla Beida) par *S.C*.

Temps (heure)	0	7	14	21	28	35	42	48
Sucres Reducteur (DB)	7	6,94	6,9	3,5	1,1	1	0,8	0,63
sucres Reducteur (MD)	7,2	7	6,98	3,64	1,35	1,17	0,91	0,75

Tableau N° 26 :L'analyse du produit fini est faite après 72 heures.

Paramètre	MechDegla	Degla Beida
P H	3,7	3,5
Taux d'Ethanol	1,9 °GL	1,7 °GL
Teneur en acide acétique	3,9 %	4,1 %

ANNEXE 5



pH mètre

Réfractomètre



Centrifugeuse

Bain Marie



ANNEXE 6



Variété « MechDegla » et
« Degla Beida »

Bec Benzène



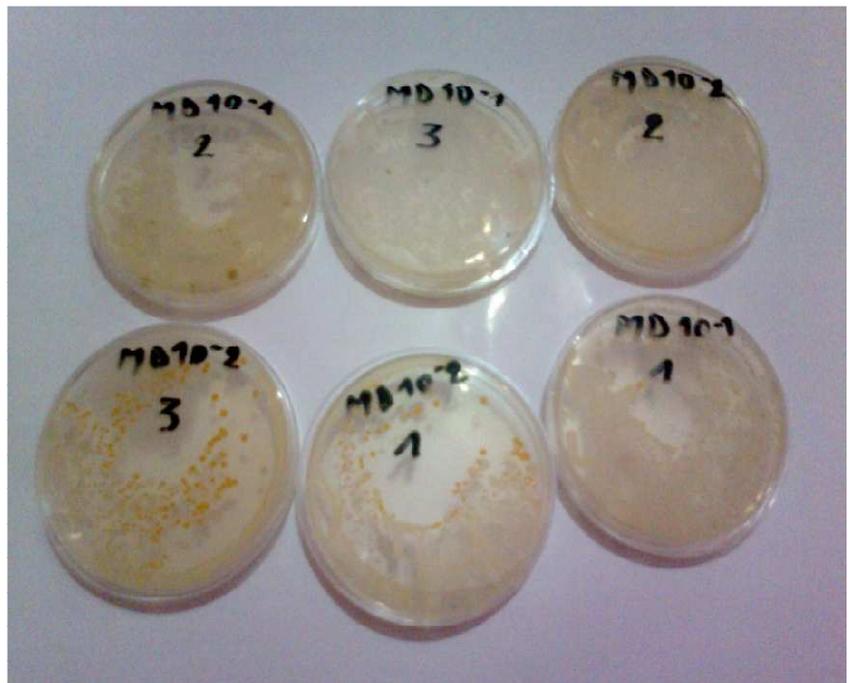
Balance

Dispositif de la
fermentation
alcoolique



ANNEXE 7

Les résultats
microbiologiques



ANNEXE 7

Table de correspondance entre les volumes de KMnO_4 mol / l et les masses de glucose

(Valeurs calculées d'après les tables originales de G. Bertrand)

Glucose mg	KMnO_4 ml	Glucosemg	KMnO_4 ml	Glucosemg	KMnO_4 ml
10	3,21	41	12,49	72	20,96
11	3,53	42	12,77	73	21,21
12	3,83	43	13,06	74	21,46
13	4,14	44	13,34	75	21,72
14	4,46	45	13,61	76	21,98
15	4,47	46	13,89	77	22,24
16	5,07	47	14,17	78	22,49
17	5,38	48	14,45	79	22,76
18	5,70	49	14,74	80	23,00
19	6,00	50	15,02	81	23,26
20	6,31	51	15,29	82	23,51
21	6,61	52	15,57	83	23,76
22	6,91	53	15,84	84	24,01
23	7,21	54	16,11	85	24,25
24	7,51	55	16,39	86	24,50
25	7,81	56	16,66	87	24,75
26	8,11	57	16,94	88	25,00
27	8,41	58	17,21	89	25,26
28	8,71	59	17,50	90	25,51
29	9,01	60	17,76	91	25,76
30	9,31	61	18,03	92	26,01
31	9,59	62	18,30	93	26,25
32	9,89	63	18,57	94	26,50
33	10,17	64	18,83	95	26,76
34	10,47	65	19,10	96	27,01
35	10,76	66	19,37	97	27,26
36	11,04	67	19,64	98	27,94
37	11,62	68	19,90		
38	11,62	69	20,17		
39	11,92	70	20,44		
40	12,20	71	20,69		

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	1
Chapitre 1 : Palmier dattier	
1. Généralités sur le palmier dattier	3
2. La classification botanique.....	3
3. Aspect botanique.....	4
4. Exigences écologique du palmier dattier.....	5
5. Production de datte.....	6
➤ En Algérie.....	6
➤ Dans le monde.....	7
Chapitre 2 : Les dattes	
1. Définition de la datte.....	9
2. Formation et maturation de la datte.....	10
➤ Hababouk.....	10
➤ Semaines.....	10
➤ Kimri.....	10
➤ Khalal.....	10
➤ Rutab.....	11
➤ Tamer.....	11
3. Les variétés de datte.....	11
▪ Deglet Nour.....	11
▪ Les variétés communes.....	12
4. Classification des dattes.....	12
5. Composition biochimique de la datte.....	12
5.1Composition biochimique de la pulpe comestible « Pulpe ».....	13
➤ L'eau.....	13
➤ Les sucres.....	14
➤ Les acides aminés	15
➤ Les acides gras.....	15
➤ Les éléments minéraux.....	16
➤ Les vitamines.....	17
➤ Les fibres.....	17
➤ Les composés phénoliques.....	17
5.2Composition biochimique de la partie non comestible « Noyau ».....	
la datte.....	19
7. Les altérations des dattes.....	19
7.1 Altérations physiques.....	19
7.2 Altérations microbiologiques.....	19
➤ Levures et moisissures.....	20
➤ Bactéries.....	20
7.3 Altérations chimiques.....	20
7.4 Altérations biochimiques.....	20
Chapitre 3 : Technologie de la datte	
1. Conditionnement de la datte.....	21
2. Transformation de la datte.....	21
2.1Confiserie à base de datte.....	21

2.1	pâte de datte.....	21
2.1.2	La farine de datte.....	22
2.1.3	Les sirops, les crèmes et les confitures de datte.....	22
2.2	La mise en valeurs des déchets.....	22
2.2.1	La biomasse et protéine unicellulaire.....	22
2.2.2	Les alcools	
	vinaigre.....	23
2.2.4	Les aliments de bétail.....	23
2.2.4	Autres produits.....	23
3.	Importances économique de la transformation de la datte.....	23

Chapitre 4 : Le vinaigre

1.	Définition et règlementation	25
2.	Les différents types du vinaigre et les matières premières utilisées	26
3.	La consommation du vinaigre.....	27
4.	Technologie du vinaigre.....	28
5	La fermentation alcoolique.....	30
5.1	La levure <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	31
5.2	Les technologies de fermentation.....	32
5.3	Les produits issus de la fermentation alcooliques.....	32
	➤ Ethanol.....	32
	➤ Polyalcools : Glycérol.....	32
	➤ Acide organique.....	32
5.4	Influence du pH sur la fermentation de quelque produit secondaire issu de la fermentation alcoolique	
	Fermentation acétique	34
6.1	Les bactéries acétiques.....	35
6.2	Les procède d'acétification	36
o	Les processus traditionnels « lents ».....	37
–	Le procède « d'Orleans » ou encore appelé de pasteur	38
–	Le procède dit rapide « Schuzenbach » le vin ruisselle dans des colonnes contenant.....	38
o	Les processus modernes « rapides ».....	39
	➤ Les cultures immergées « Submergée » ce procédé s'effectue dans des fermenteurs	40
	➤ Les réacteurs à haute densité cellulaire,	40
6.3	Développement récents des processus d'acidification.....	40
7.	La fermentation spontanée	41

8.	Composition	du
vin.....		41
9.	Les utilisations du vinaigre.....	
42		
10.	Les vertus	du
vinaigre.....		43
Matériels et Méthodes		
1.		Matériel
végétal.....		45
1.1	Description et choix	de
variétés.....		45
1.2	Conservation des dattes.....	46
1.3	Obtention	de
l'échantillon.....		46
2.		Méthodes
d'analyses.....		47
2.1	Caractérisation physique de la	datte
entière.....		48
2.2	Analyses microbiologiques de la	pulpe de
dattes.....		48
2.2.1	Préparation	des
échantillons.....		49
2.2.2	Recherche et dénombrement des	germes totaux
.....		49
2.2.3	Recherche et dénombrement de	levures et
moisissures.....		51
2.3	Caractérisation physicochimique de	la
datte.....		52
2.3.1	Détermination du	pH
.....		52
2.3.2	Détermination de la	teneur en eau
.....		52
2.3.3	Détermination de	l'acidité titrable
.....		53
2.3.4	Détermination de la	teneur en cendres totales
.....		54
2.3.5	Détermination du	degré de Brix
.....		54
2.3.6	Détermination de la	teneur en sucres
totaux.....		55
2.3.7	Détermination de la	teneur en sucre
réducteur.....		56
2.3.8	Détermination de	la teneur en
lipides.....		57
2.3.9	Détermination de	la teneur en
protéine.....		58
2.4	Essai d'obtention de	vinaigre de dattes
.....		59
2.4.1	Extraction d'un jus sucrés à partir de deux variétés Mech Deglaet Degla	Beida.....
.....		60

2.4.2	Mise en œuvre de la fermentation alcoolique	61
2.4.3	La mise en œuvre de la fermentation acétique	63

Résultats et discussions

1-	Caractéristiques de la matière première (Degla Beida, MechDegla)	67
1-4	Caractéristiques morphologiques des dattes	67
1-5	Caractérisation physicochimique de la pulpe des deux variétés de datte	69
1-6	Analyses microbiologiques	72
2.	Essai d'obtention du vinaigre à partir d'une double fermentation provoquée d'un jus de dattes de deux variétés	73
2-1	Extraction du jus de dattes	73
2-2	Résultats et interprétation des analyses physicochimique du jus extrait de dattes (DeglaBeide,Mech)	73
2-3	Cinétique de la fermentation alcoolique	74
▪	Suivi de l'évolution du pH durant la fermentation	74
▪	Suivi de l'évolution du taux d'alcool	75
▪	Suivi de l'évolution de Brix	76
▪	Suivi de l'évolution de la teneur en sucre réducteur durant la fermentation alcoolique	77
▪	Les caractéristiques physicochimiques du jus de datte fermentés	77
▪	Importance économique de la production d'éthanol à partir des dattes	78
2-4	Résultats de la fermentation acétique	79

Conclusion

Références Bibliographiques

Annex