

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série :

Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre
Département de Biologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Biologie

Spécialité : Biochimie

Thème

**Valorisation des déchets de dattes de la variété
KSEBA par la fabrication d'éthanol**

Par :

Mlle sara RECHOUM

Jury :

Mr HADJ SYED Abdelkader Maître Assistant A

Univ. Ghardaïa **Encadreur**

Mr AGOUN Mohammed Salah Maître Assistant B

Univ. Ghardaïa **Examineur**

Année universitaire 2012/2013



Dédicace

Je dédie ce modeste travail

À mes très chers parents

Pour leurs sacrifices, leur soutien, leur patience, leur confiance et leur amour

À Mes chères sœurs Zineb, Soumia et Souad

À Mes chères nièces

Meriem, Asma et Imane

À mon cher neveu

Souhaib

À toute ma famille

À mes amies

À tout mes collègues de troisième année biochimie, agronomie et écologie

Promotion de 2013

À Mr YAHYA Yahya de laboratoire de sidi Aabat

À ma chère Faiza

À tout qui aime Sara

Avant-propos

قال الله تعالى: ﴿وهو الله لا اله الا هو له الحمد في الأولى والآخرة وله الحكم واليه ترجعون﴾ سورة القصص
*Je tiens à remercier en premier lieu mon Dieu le tout puissant de m'avoir donné
la santé, la patience, le courage et la volonté pour accomplir ce travail.*

*Un grand merci à
Mes parents, qui sans eux je n'ai jamais pu arrivé à ce point*

*Je tiens à exprimer mes sincères récpets et ma profonde gratitude à monsieur
HADJ SEYD Abdelkader, chef de département de sciences et technologies d'avoir
accepté d'encadrer et dériger ce thème avec une grande sagesse, compétence et dévouement.*

*Mes remerciements vont aux
Mr Mohammed Saleh AGOUN, Pour avoir accepté d'examiner ce mémoire.*

*Mr Bachir. KHEN le chef de département d'agronomie et Mr Saïd. BELGHIT;
enseignant au département SNV
Pour tous leurs aides, orientations et générosité*

*Je veux remercie également
Mr BENBRAHIM.F le chef de département de biologie
Tout les enseignants de département de biologie surtout :
Mr S. BENKHERARA, Mr A. KEMASSI, Mlle TELLI .A, et Mme HAMID
OUDJANA.A.*

*Mr DJABRIT Khaled de la DSA.
À Mr NADJAR.M et SID ALLI. M de la DCW*

*Je tiens à remercie aussi
Les laborantins et les laborantines du laboratoire de chimie:
Mr MSITFA.N, Mr REZZAG.K, Mr MOLAI AMAR. A, Mlle HADJ AMAR.Z,
et Mlle BERTIMA.M*

*Et
Les employeurs de la bibliothèque centrale.
Et Sara de laboratoire de Berriane*

Liste des abréviations

1,3-BP : 1,3- biphosphate

3-P : triphosphate

ADN : acide désoxyribonucléique

ADP : adénosine di-phosphate

AMP : adénosine mono phosphate

ATP : adénosine triphosphate

DCW : la direction de commerce de la wilaya de Ghardaïa

DMSO : diméthylsulfoxyde

DSA : la direction des services agricoles.

ETBE : éthyl-tert-butyl-éther

F-1,6-BP : fructose 1,6- biphosphate

F-6-P : fructose 6-phosphate

G-6-P : glucose 6-phosphate

Ha : hectare

Kpa : kilopascal

L : Linné

MF : matière fraîche

MS : matière sèche

NAD⁺ : nicotinamide adénine Di-nucléotide (sous sa forme oxydé)

NADH, H⁺ : nicotinamide adénine Di-nucléotide (sous sa forme réduite)

pH : potentiel d'Hydrogène

Pi : phosphate inorganique

Ppm : partie par million

Qx : quintaux

TSS : taux du solide soluble

Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Rapport en poids : noyau/datte	03
2	minéraux et Vitamines pour 100 g de pulpe	04
3	composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes	05
4	Principales variétés de dattes algériennes et leur répartition	06
5	propriétés physiques d'éthanol	13
6	Comparaison de certaines caractéristiques de l'éthanol pur (E100) avec une essence sans plomb	16
7	Avantages et inconvénients d'éthanol carburant	17
8	Les principaux paramètres physicochimiques de l'éthanol selon la Pharmacopée Européenne	19
9	Les utilisations de l'éthanol comme excipient avec les concentrations	20
10	les Caractéristiques chimiques de KSEBA	24
11	Gram et forme des souches bactériennes utilisées	34
12	les mesures utilisées pour fabriquer l'éthanol	35
13	l'odeur et la couleur de moût, filtrat et l'alcool	36
14	le pH de moût, filtrat et alcool	37
15	le taux de sucres d'eau distillé, miel et alcool	39
16	l'effet d'alcool obtenu et l'alcool médical sur les souches bactériennes	40

Liste des figures

Figure	Titre	Page
1	palmier dattier, régime et fruit de datte	05
2	Superficies des palmiers en (Ha) dans quelques wilayas d'Algérie	06
3	Superficies de palmiers par variétés dans la wilaya de Ghardaïa par ha	07
4	Production des dattes par variétés dans la wilaya de Ghardaïa par Quintaux	07
5	Production en (Qx) des dattes dans les communes de Ghardaïa	07
6	Molécule d'éthanol	10
7	éthanol de 1 ^{ère} génération	11
8	éthanol de 2 ^{ème} génération	12
9	le cycle du CO ₂	18
10	de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en microscope électronique à balayage (x21000)	24
11	cycles cellulaire de la levure <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25
12	diagramme de fabrication de l'éthanol	27
13	les réactions de la glycolyse	29
14	les deux réactions de la fermentation alcoolique	30

Liste des photos

Photo	Titre	page
01	Flacons d'éthanol chirurgical	19
02	Le palmier dattier de variété KSEBA	23
03	Déchets de KSEBA	24
04	Dattes de KSEBA (fraiche)	24
05	Le réacteur de fermentation	26
06	Le bain marie	26
07	Dispositif de la fermentation	31
08	Le vin de datte	31
09	Dispositif de la distillation	32
10	Un alcoomètre	34
11	Ethanol avec une couleur transparent	36
12	Teste d'inflammabilité	37
13	le test à alcoomètre	38
14	réfractomètre de brix de (0-80 %)	39
15	La souche bactérienne <i>Bacillus subtullis</i> sans alcool	39
16	La souche bactérienne <i>Bacillus subtullis</i> avec alcool obtenu	39
17	La souche bactérienne <i>Bacillus subtullis</i> avec alcool médical	40
18	La souche bactérienne <i>Escherichia coli</i> avec alcool obtenu	40
19	La souche bactérienne <i>Escherichia coli</i> avec alcool médical	40
20	La souche bactérienne <i>Staphylococcus aureus</i> avec alcool médical	40
21	La souche bactérienne <i>Staphylococcus aureus</i> avec alcool obtenu	40

Table des matières

Introduction	01
---------------------	-----------

Partie bibliographique

Chapitre I : Le palmier dattier et les dattes

I.1. Généralités sur le palmier dattier	02
I.2. Position systématique	02
I.3. Constitution du fruit	02
I.4. Rapport noyau / datte entière	02
I.5. Classification des dattes	03
I.6. Composition biochimique de la datte	03
I.6.1. Composition biochimique de la pulpe	03
I.6.2. Composition biochimique du noyau	05
I.7. La culture des dattes	05
I.8.1. la production des dattes	06
I.8.1. Le palmier dattier et les dattes en Algérie	06
I.8.2. Le palmier dattier et les dattes en Ghardaïa	07
I.9. transformation des dattes	07

Chapitre II : L'éthanol

II.1. la production d'éthanol	09
II.2. Description de molécule	09
II.3. Les types de l'éthanol	11
II.3.1. Éthanol de première génération	11
II.3.2. Éthanol de deuxième génération	12
II.4. Les propriétés d'éthanol	13
II.4.1. propriétés physiques	13
II.4.2. propriétés chimiques	13
II.4.2.1. Oxydation des alcools	14
II.4.2.2. Formation d'alcoolates	14
II.4.2.3. Estérification	14
II.4.2.4. La déshydratation des alcools	15
II.4.3. Toxicocinétique et métabolisme	15

II.4.3.1. Mécanisme d'action	15
II.5. Domaines d'utilisations d'éthanol	16
II.5.1. Utilisation comme carburant pour véhicules	16
II.5.1.1. Avantages et inconvénients d'éthanol carburant	17
II.5.1.2. L'Ethanol carburant est-il écologique	18
II.5.2. Utilisation pharmaceutique	19
II.5.2.1. Éthanol, principe actif	20
II.5.2.2. Éthanol, excipient	20
II.5.3. Autres utilisations	21

Partie expérimentale

Chapitre III : matériels et méthodes

III.1. Matière végétale	22
III.1.1. choix de variété	22
III.1.2. Caractéristiques de cultivar	22
III.1.3. Caractéristiques morphologiques des organes végétatifs	22
III.1.4. Caractéristiques morphologiques des organes de fructification	23
III.1.5. Caractéristiques chimiques	24
III.2. Matériel biologique	24
III.3. Matériels utilisés	26
III.4. Méthodologie de travail	27
III.5. Préparation du moût de dattes	28
III.6. Procédé de la fermentation alcoolique	28
III.6.1. la glycolyse	28
III.6.2. La fermentation alcoolique	30
III.7. La distillation	31
III.8. méthodes d'analyses d'alcool	32
III.8.1. Observation de la couleur et l'odeur d'alcool	32
III.8.2. Détermination du pH	33
III.8.3. Teste à la flamme	33
III.8.4. Mesure de la densité	33
III.8.5. Détermination de degré d'alcool	33
III.8.6. Mesurer d'indice de brix ou taux des sucres	34

III.8.7. Test sur les bactéries	34
--	-----------

Chapitre IV : Résultats et Discussion

IV.1. la distillation alcoolique	35
IV.2. Le rendement d'alcool obtenu	35
IV.3. Observation de la couleur et l'odeur	36
VI.4. Détermination de pH	37
VI.5. Test d'inflammabilité	37
VI.6. Mesure de la densité	37
VI.7. Le degré d'alcool	38
VI.8. Taux des sucres	38
VI.9. Test sur les bactéries	39
Conclusion	42
Références bibliographiques	43
Annexe I	45
Annexe II	46
Annexe III	47

Introduction



Introduction

La phoeniculture (la culture des palmiers dattier) en Algérie constitue la base de l'agriculture saharienne, elle couvre environ 22 % de la superficie totale d'exploitation agricole, et représente 89% des plantations dans la wilaya de Ghardaïa, selon les estimations de la DSA.

Mais une grande partie de cette production se dégrade et se transforme en déchets (des dattes non comestibles par l'homme), surtout en cas de chute de pluies en période de maturité, ce qui rend sa conservation impossible, elles seront alors destinées essentiellement aux bétails.

Ces déchets ont une valeur marchande insignifiante environ 150 DA la caisse de 25 Kg. De cela nous devons réfléchir à valoriser ces déchets, en les transformant à des produits plus bénéfiques et avec des valeurs marchandes plus importantes. Parmi ces produits de transformation en Algérie nous pouvons citer : le sucre, la levure, le vinaigre et l'alcool etc...

L'alcool éthylique ou l'éthanol des dattes est destiné à divers domaines d'utilisation : énergétiques, thérapeutiques, cosmétiques et industriels ...etc.

Le coût d'éthanol dans le marché est très élevé, l'alcool chirurgical est environ 450 DA/l, et l'éthanol biocarburant E85 est d'environ 120DA /L.

Il y a plusieurs tentatives pour la production d'éthanol surtout dans les pays développés tels que l'Amérique, le Brésil et la France, ils ont utilisés des plantes comme le maïs, la betterave, et le blé comme substrats.

Dans notre travail nous avons essayé de valoriser les déchets issus d'une variété locale de dattes de la région de Ghardaïa : KSEBA.

Pour cela, nous avons divisé notre étude en trois parties essentielles, la première partie représente une synthèse bibliographique sur le palmier dattier, les dattes et l'éthanol. La deuxième partie concerne le travail expérimental réalisé au laboratoire de l'Université de Ghardaïa ayant pour but la fabrication de l'alcool à partir des déchets de dattes. La troisième partie englobe les résultats et les discussions suivie d'une conclusion et quelques recommandations clôturant notre travail.

*Synthèse
bibliographique*

*chapitre I
Le palmier dattier
et les dattes*

I. Le palmier dattier et les dattes

I.1. Généralités sur le palmier dattier

Le palmier dattier *Phoenix dactylifera* L. vient du nom grec "phoenix" qui signifie dattier, et *dactylifera* qui dérive du terme "dactulos" signifiant doigt chez les phéniciens, allusion faite à la forme du fruit.

Depuis plus de mille ans le palmier dattier est cultivé au Moyen-Orient et en Afrique du Nord d'où il est originaire. C'est un grand arbre dépassant 30 m de hauteur pour 6 m d'étalement. Son stipe est plus grêle que celui de *phoenix canariens*, C'est une espèce dioïque monocotylédone arborescente, appartenant à une grande famille des palmiers, arbres à palmes, et produisant des dattes [1,2].

I.2. Position systématique

La place du palmier dattier dans le règne végétal est citée comme suit :

Groupe : spadiciflore

Ordre : palmale

Famille : palmacées

Sous famille : coryphoïdées

Tribu : phoenicées

Genre : *Phoenix*

Espèce : *dactylifera* L [1].

I.3. Constitution du fruit

Les dattes sont composées d'un mésocarpe charnu protégé par un fin péricarpe. L'endocarpe se présente sous la forme d'une enveloppe très fine entourant la graine, appelée régulièrement le noyau.

La couleur de la datte change selon les variétés : jaune plus ou moins clair, jaune ambré, brun plus ou moins foncé, rouge ou noir [3].

I.4. Rapport noyau / datte entière

La proportion du noyau par rapport à la datte entière constitue une caractéristique qui dépend non seulement de l'espèce, mais aussi des facteurs chimiques et des paramètres de culture, par exemple *Deglet Nour* d'Algérie « de bonne valeur marchande » pèse environ 10 g

et comporte en poids : 10 % noyau, 90% chaire [3]. Le tableau n° 01 expose le rapport en poids noyau/datte de trois variétés.

Tableau 01 : Rapport en poids : noyau/datte [3]

Dattes	Rapport noyau/datte
Dattes Deglet Nour d'Algérie	8 à 12 %
Dattes Ghars d'Algérie	11 à 12 %
Dattes de Mauritanie	8 à 32 %
Dattes de Californie (U.S.A)	9 à 35 %

I.5. Classification des dattes

Les dattes se divisent généralement en trois catégories :

- **les molles :**

Possèdent un taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont à base sucre invertis (Fructose, glucose).

- **les sèches :**

Le taux d'humidité est moins de 20%, elles sont riches en saccharose. Degla-Beida tout particulièrement, Mech-Degla et Frezza, sont les plus répandus en Algérie.

- **les demi-molles :**

Ont un taux d'humidité entre 20 à 30%, elles occupent une position intermédiaire à l'exception de Deglet-Nour, datte à base de saccharose excellence [4].

I.6. Composition biochimique des dattes

Les dattes se composent de deux parties distinctes : une comestible « la pulpe » et une autre non comestible « noyau » qui révèlent des compositions très intéressantes.

I.6.1. Composition biochimique de la pulpe

Le sucre et l'eau sont les principaux composants de la pulpe. A partir de leurs proportions on détermine la consistance de la datte, en plus de ces composés, la pulpe contient d'autres éléments tels que les protéines, les lipides, les fibres, les éléments minéraux, les polyphénols et les vitamines[4].

a- L'eau :

Sa proportion est en fonction des variétés, du stade de maturation et du climat. En général, les limites de cette teneur varient de 8 à 40 % du poids frais [3].

b- Les glucides :

L'analyse des sucres de la datte a montré essentiellement l'existence de trois types de sucres le saccharose, le glucose et le fructose. Ceci n'exclut pas la présence d'autres sucres en faible concentration tels que le galactose.

c- Les protides :

Les composés protidiques présentent des teneurs faibles dans les dattes, en généralement moins de 3 % (MS).

d- Les lipides :

La teneur en matières grasses est pratiquement absente dans la pulpe en général est moins de 0.5 % de (MS).

e- Les minéraux :

Les minéraux et les oligoéléments sont particulièrement abondants dépassant nettement les autres fruits secs [4].

f- Les vitamines :

La pulpe contient des quantités non négligeables de vitamines A, B et d'autres sous forme de traces telle que la vitamine C [3]. Le tableau ci-dessous présente la quantité en mg de minéraux et vitamines.

Tableau 02 : minéraux et vitamines pour 100 g de pulpe [4]

Minéraux		Vitamines	
Potassium	670 à 570 mg	B3	1.7
Calcium	62 à 65 mg	B5	0.8
Magnésium	3 mg	B2	0.10
Fer	3 mg	B6	1.15
Phosphore	3 mg	Provitamine A	0.03
Cuivre	3 mg	Vitamine C	Présent en faible quantité dans la datte fraîche, a presque disparu dans la datte sèche
Manganèse	3 mg		
Sodium	1 à 3 mg		

I.6.2. Composition biochimique du noyau

Le noyau représente 7 à 30 % du poids de la datte, il est constitué d'un albumen blanc, dur et corné protégé par une enveloppe cellulosique [5]. Les compositions biochimiques des noyaux des dattes exemple de dattes irakiennes sont citées dans le tableau ci après.

Tableau 03 : composition biochimique des noyaux de dattes irakiennes [5]

Constitutions	Teneurs en %
Eau	6.46
Glucides	62.51
Protides	5.22
Lipides	8.49
Cellulose	16.20
Cendres	1.12

I.7. La culture des dattes

Le palmier dattier se reproduit par multiplication végétative grâce aux rejets, qui naissent à la base du tronc quand l'arbre a une quinzaine d'années. Ces rejets qui sont séparés du plant mère quand ils ont plus de 3 ou 4 ans. Ils sont alors mis en pépinière pendant plus d'un an, période durant laquelle ils acquièrent des racines. On les plante ensuite, à un emplacement définitif, à 9 ou 10 m les uns des autres.

Le dattier exige un fort ensoleillement et surtout énormément d'eau, c'est pourquoi on le rencontre généralement sur des terrains profonds, ou il existe une importante nappe phréatique (oasis). La floraison a lieu en mars et avril. On pratique la fécondation artificielle, en secouant des branches portant des fleurs mâles sur des fleurs femelles en floraison. La maturité des fruits survient de 4 à 5 mois après la floraison. Le rendement moyen se situe autour de 40 kg de fruits par arbre et par an [6].



Figure 01 : palmier dattier, régime et fruit de datte [6]

I.8. La production des dattes

La production mondiale tourne autour de 5 millions de tonnes. Les principaux pays producteurs de dattes sont en Afrique du nord (Algérie, Egypte), au Proche-Orient (Irak, Iran, et Arabie Saoudite) et en Asie (Pakistan) [6].

I.8.1. Le palmier dattier et les dattes en Algérie

La figure ci-dessous présente les surfaces de palmiers dattiers en Hectare dans les wilayas d'Algérie, au cours de l'année 2000.

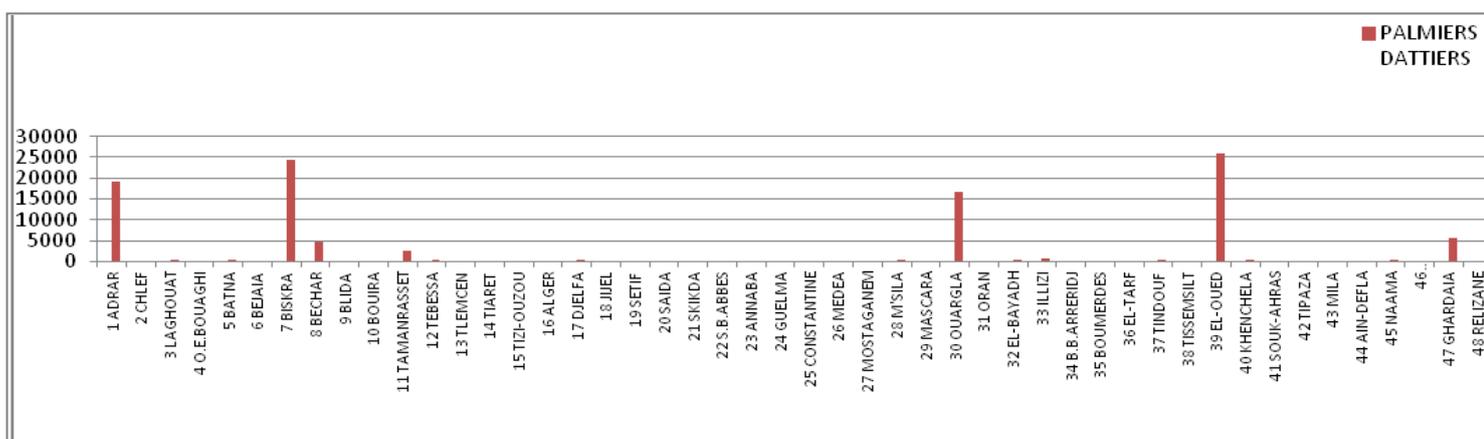


Figure 02: Superficies des palmiers en (Ha) dans quelques wilayas d'Algérie [7]

Le tableau ci-après montre les variétés de dattes célèbres dans les wilayas d'Algérie

Tableau 04: Principales variétés de dattes algériennes et leur répartition [8]

variétés	répartition
Ghars	El-oued, Souf, M'Zab, Ouargla, El-Goléa, Zibanes
Deglet-nour	El-oued, Souf, M'Zab, Ouargla, El-Goléa, Zibanes
Mech-deghla	El-oued, Souf, M'Zab
Tilemson	Tidikelt, Touate, El-Goléa,
Tin-nacer	Tidikelt, Touate, El-Goléa, Gheurara
Deghla-baida	El-oued, Zibanes, Souf
Tazerzzit	Tidikelt, M'Zab, Saoura
Tegaza	Tidikelt, Touate, El-Goléa, Hoggar
Temjouhart	El-Goléa, Gheurara
Takrboucht	Touate, Tidikelt
Tafezouine	El-oued, Souf, M'Zab

I.8.2. Le palmier dattier et les dattes à Ghardaïa

Les trois figures suivantes montrent la production et les superficies cultivées en palmiers dattiers dans la région de Ghardaïa et dans ses communes en 2012.

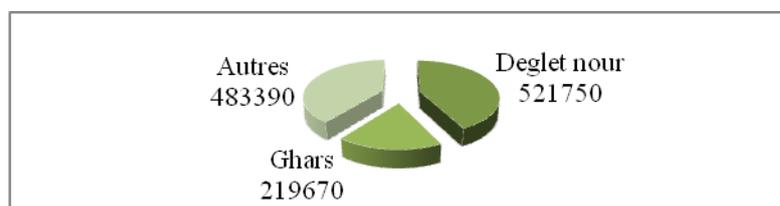


Figure : 03 Superficies de palmiers par variétés dans la wilaya de Ghardaïa par Ha [9]

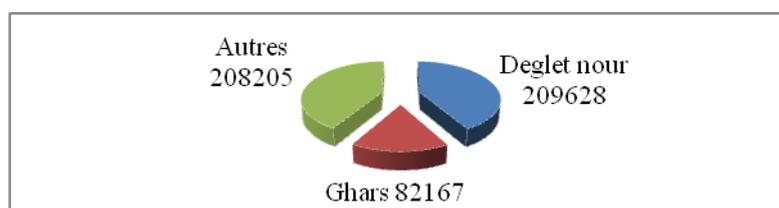


Figure 04: Production des dattes par variétés dans la wilaya de Ghardaïa par Quintaux [9]

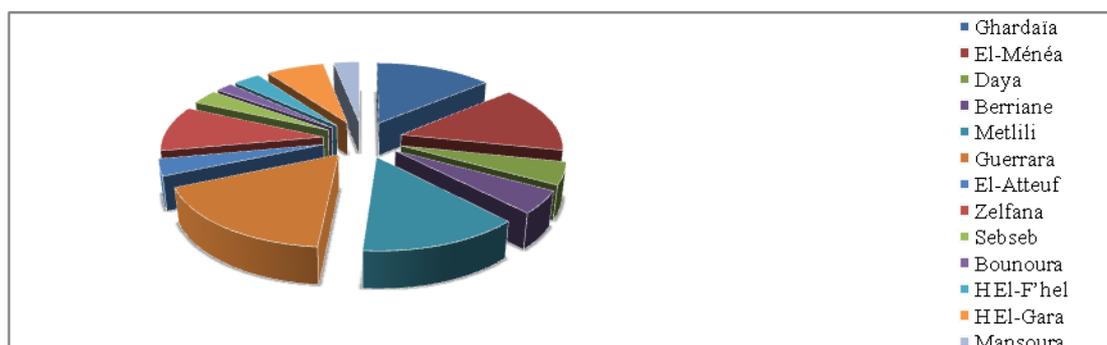


Figure 05: Production (Qx) des dattes dans les communes de Ghardaïa [9]

I.9. Transformation des dattes

Certaines variétés de dattes, notamment celles à valeur marchande faible, sont utilisés pour l'élaboration de produits à valeur ajoutée. Parmi ces produits nous citons le jus de dattes, le miel de dattes, le sucre de dattes, la farine de dattes, le sirop de dattes, la pâte de dattes, la confiture, le chocolat, le beurre, les biscuits.

Nous pouvons aussi obtenir des produits à base de dattes, mais après la fermentation, comme l'alcool de dattes, l'acide citrique, la vitamine B₁₂, la levure de boulangerie, le vin de dattes, la levure alimentaire et l'acide acétique ou le vinaigre de dattes.

D'autres produits peuvent être aussi générés des noyaux des dattes tel est le cas de l'huile et des additifs pour la poudre du café [10].

Dans la région de Ghardaïa l'activité de transformation des dattes date de l'antiquité et entre dans les traditions de la wilaya, parmi ces transformations nous citons Takerwaite et Rrob comme boissons, et Zériza sous forme d'une pâte ainsi que la farine, levure et vinaigre.

Les dattes entre aussi dans les préparations alimentaires comme Chakhchokha, sfoufe, Tazemmite, Tiftitine, etc.

*Synthèse
bibliographique*

***Chapitre II
L'éthanol***

II. L'éthanol

II.1. Production d'éthanol

A l'instar d'autres pays comme le Brésil, le Canada, les Etats Unis, qui ont suivi des programmes biotechnologiques orientés pour la production d'éthanol à partir des plantes sucrières tel que la canne à sucre, le blé, la betterave et le maïs. L'Algérie, qui possède un potentiel énorme en déchets et sous-produits de dattes, pourrait lancer un pareil programme pour valoriser ces déchets.

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

En outre, l'intérêt de produire de l'éthanol vient du fait que c'est une substance énergétique stratégique et son utilisation couvre un champ étendu d'activités industrielles.

Enfin, on doit signaler, selon la régie des Alcools, que notre pays importe entre 30.000 et 50.000 Hectolitres d'alcool éthylique par an afin de couvrir ses différents besoins. En considérant les conditions climatiques, la disponibilité de la matière première, la spécificité de l'activité, les exigences technologiques et la demande nationale en alcool, un programme expérimental au niveau du laboratoire et à l'échelle pilote a été entrepris et les résultats obtenus ont démontré la faisabilité de la production d'éthanol aussi bien sur le plan technique qu'économique [11].

II.2. Description de la molécule

L'éthanol est une molécule organique contenant un groupement -OH lié à un atome de carbone qui ne fait pas partie d'un groupement carbonyle ni d'un cycle aromatique. Les Alcools se divisent en trois classes primaires, secondaires et tertiaires selon le nombre d'atomes de carbones lié à l'atome C de C-OH.

Exemples : $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ (primaire), $(\text{CH}_3)_2\text{CHOH}$ (secondaire), $(\text{CH}_3)_3\text{COH}$ (tertiaire).

L'éthanol, l'alcool ou encore l'alcool éthylique sont toutes les trois des dénominations qui désignent la même molécule qui est composée de deux atomes de carbone (C), six atomes d'hydrogène (H) et d'un atome d'oxygène (O). Les formules brutes et semi développées de la molécule d'éthanol sont respectivement le $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$, le $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ et le $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$, l'éthanol est considéré aussi comme une molécule d'éthane dont un H a été remplacé par un groupement -OH [12,13]. La figure 06 ci-après représente la structure spatiale de la molécule d'éthanol.

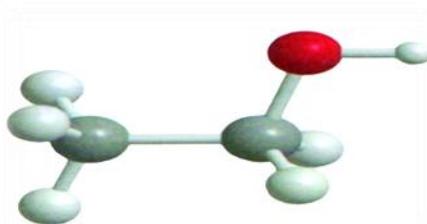


Figure 06 : Molécule d'éthanol

L'éthanol se trouve dans la nature à l'état libre et en combinaison dans de nombreuses essences de fleurs et dans les fruits. Il est produit industriellement par deux méthodes soit par fermentation ou par synthèse.

- **Production par fermentation**, on parle de résidus agricoles contenant de sucres on les transforme en éthanol, par fermentation suivant la réaction :



Qui est provoqué par plusieurs enzymes. Par distillation des produits de fermentation on obtient de l'éthanol contenant environ 5 % d'eau.

- **Production par synthèse**, la production synthétique d'éthanol par hydratation d'éthylène revêt aujourd'hui une grande importance industrielle elle peut être réalisée par une réaction à deux temps ou bien par hydratation directe.

Dans le premier cas, l'éthylène est absorbé dans des tours avec de l'acide sulfurique concentré introduit par le haut ; il se forme du sulfate d'éthyle qui est ensuite hydrolysé avec de l'eau à 60-70 °C , en donnant de l'éthanol et de l'acide sulfurique dilué qui est récupéré concentré et réintroduit dans le cycle. Suivant la réaction :



Dans le second cas, la réaction se déroule en phase gazeuse, sous pression, et avec un fort excédent de vapeur d'eau, sur des catalyseurs à base de phosphate métallique, à une température de 200-250°C, les deux méthodes ont des rendements de 90 à 95 %. suivant la réaction :



L'éthanol est un composé qui est chimiquement stable. Il possède toutes les propriétés qui caractérisent les alcools notamment une réaction d'oxydation lorsqu'il est maintenu à l'air libre

pour former de l'acide acétique. Par contre, dans des conditions d'oxydation extrême, il se transforme en dioxyde de carbone (CO_2) et en eau (H_2O) [13,14].

II.3. Les types de l'éthanol

L'éthanol est classé en deux générations selon les plantes utilisées comme substrat.

II.3.1. Éthanol de première génération

La production de l'éthanol dite de « première génération » est réalisée à partir de plantes sucrières comme le betterave, canne à sucre et les dattes ou de plantes amylacées comme la pomme de terre et manioc.

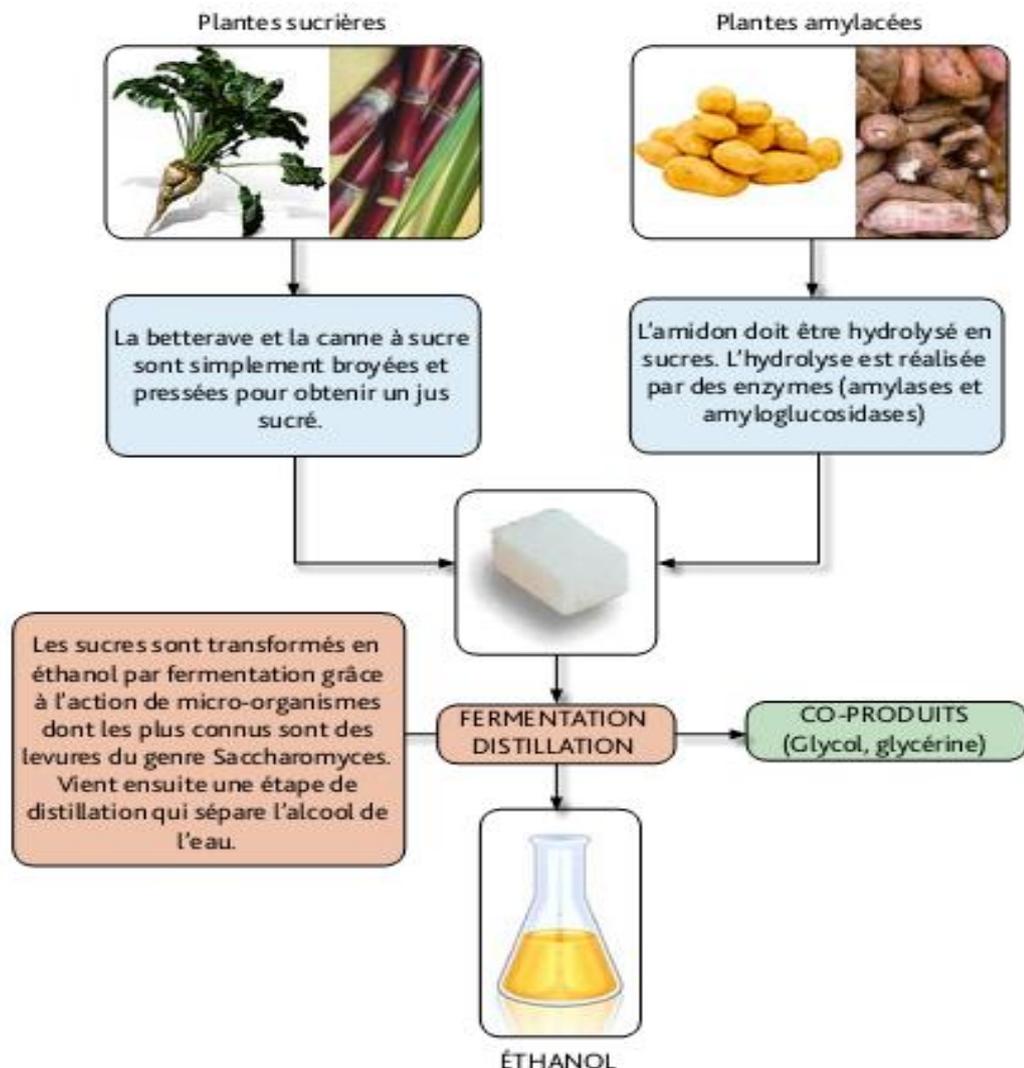


Figure 07 : Mode d'obtention de l'éthanol de 1^{ère} génération [15]

L'éthanol de première génération ne remplacera pas les besoins pétroliers. En effet, les volumes insuffisants de production et la concurrence directe avec les filières alimentaires restent des grandes problématiques. Cependant, son utilisation à petite échelle en mélange à l'essence

permet de réduire la teneur en carbone du carburant et permet ainsi de limiter les émissions de CO₂ [15].

II.3.2. Éthanol de deuxième génération

Ce procédé est déjà utilisé, mais il reste encore dans une phase de développement. À l'avenir, les biocarburants seront produits à partir de la biomasse cellulosique, c'est-à-dire de cellulose, d'hémicellulose et de lignine, provenant essentiellement :

- De cultures dédiées (peupliers, eucalyptus)
- De résidus agricoles (pailles de céréales, tiges de maïs)

La production d'éthanol de deuxième génération à partir de cette biomasse cellulosique s'effectue par voie biochimique [15].

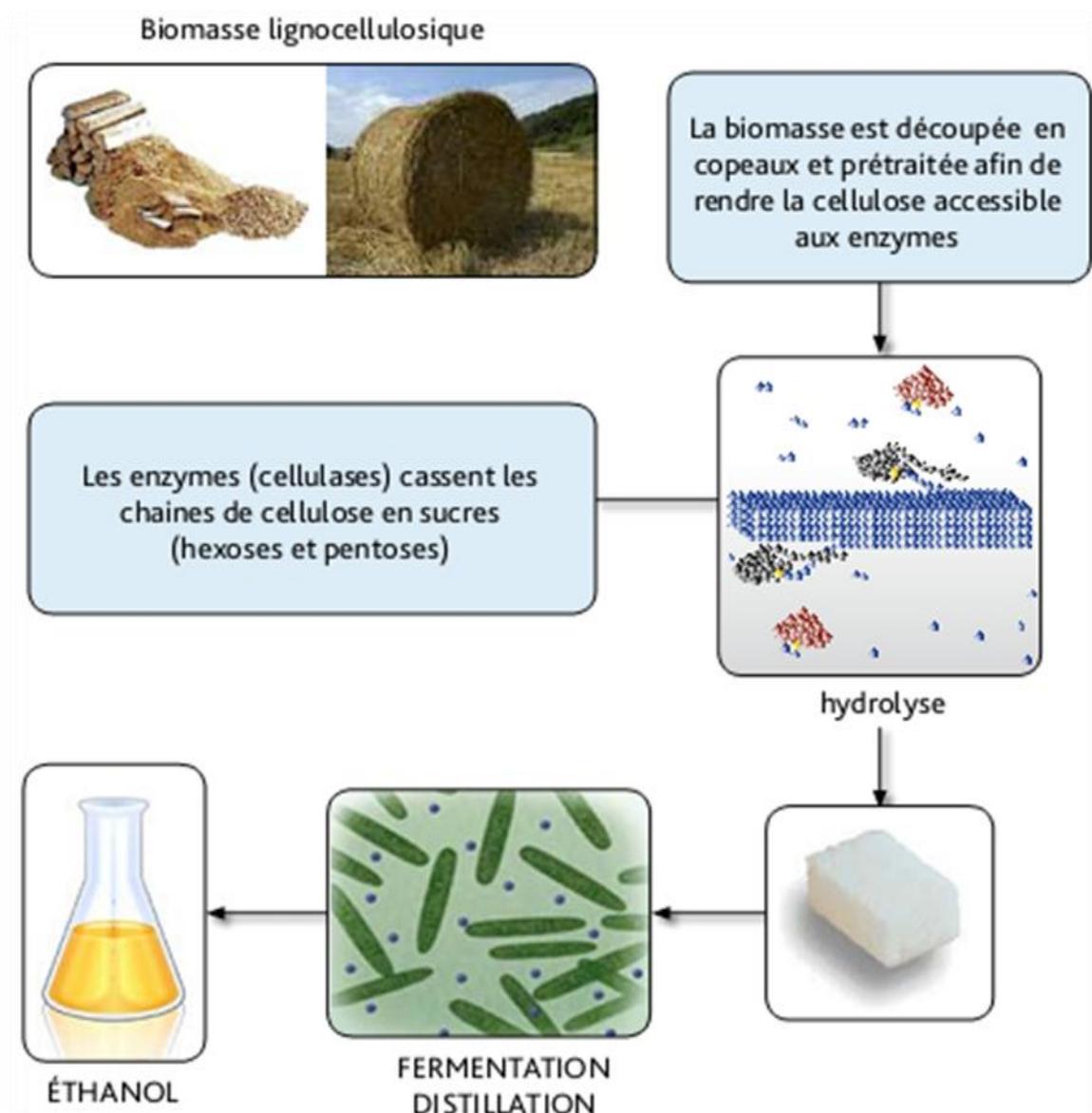


Figure 08 : Mode d'obtention de l'éthanol de 2^{ème} génération [15]**II.4. Les propriétés d'éthanol****II.4.1. Propriétés physiques**

L'éthanol $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{OH}$ est un liquide mobile, hygroscopique, incolore, volatil, d'odeur plutôt agréable.

Il brûle à l'air et forme avec l'air des mélanges explosifs lorsque sa proportion en volume est comprise entre 3.7 et 13.7 %.

L'éthanol est totalement miscible à l'eau le mélange se faisant avec dégagement de la chaleur et contraction du liquide : 1 vol. d'éthanol + 1 vol. d'eau = 1,92 vol de mélange. Par contre il y a expansion du liquide lorsque l'éthanol est mélangé à l'essence.

L'éthanol est également miscible à la plupart des solvants usuels. C'est un bon solvant des graisses et il dissout de nombreuses matières plastiques [14,16].

Ses principales caractéristiques physiques sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 05: propriétés physiques de l'éthanol [16]

Masse molaire	46,07
Point de fusion	-114°C
Point d'ébullition	78-78,5°C
Densité (d_{4}^{20})	0,789
Densité de vapeur (air =1)	1,59
Indice d'évaporation (oxyde de diéthyle =1) Indice d'évaporation (acétate de n-butyle =1)	8,3 2,4
Pression de vapeur	5.9 Kpa à 20 °C 10 Kpa à 30 °C 29.3 Kpa à 50 °C
Température d'auto-inflammation	423- 425°C ; 363 °C (selon les sucres)

II.4.2. Propriétés chimiques

Dans les conditions normales, l'éthanol est un produit stable .il possède les propriétés générales des alcools primaires (réaction d'oxydation, déshydrogénation, déshydratation, et estérification).

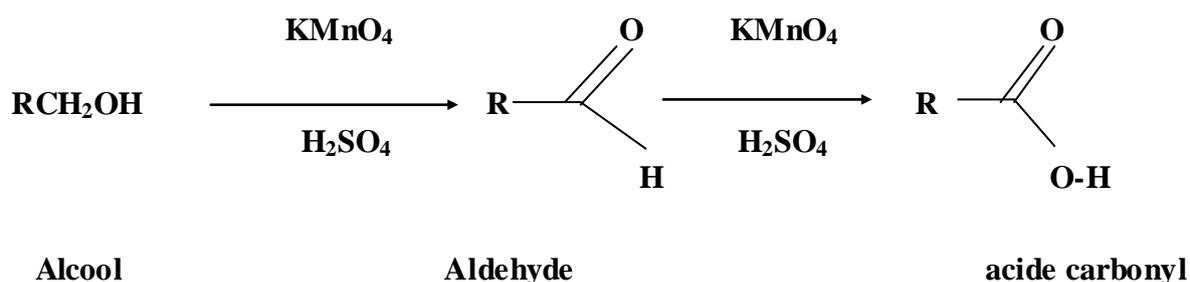
Il peut réagit vivement avec les oxydants puissants tel que l'acide nitrique, l'acide perchlorique, les peroxydes et les permanganates.

La réaction d'éthanol avec les métaux alcalins conduit à la formation d'éthylate et à un dégagement d'hydrogène, elle peut être brutale sauf si elle est réalisé en absence d'air pour éviter la formation de mélanges explosifs air-hydrogène.

Le magnésium et l'aluminium peuvent également former des éthylates, la plupart des autres métaux usuels étant insensibles à l'éthanol [16].

II.4.2.1. Oxydation des alcools

Les oxydants classiques, permanganate de potassium en milieu acide ou basique, dichromate de potassium en milieu acide, oxydent facilement les alcools primaires en aldéhydes. La réaction ayant lieu en milieu aqueux, ces derniers s'hydrolysent et les hydrates correspondants s'oxydent en acide. Le schéma suivant présente cette réaction :



II.4.2.2. Formation d'alcoolates

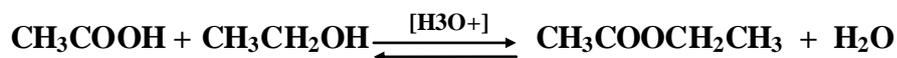
Du fait de la polarisation importante de la liaison O-H les alcools présentent un caractère acide, faible, mais négligeable ($\text{pK}_a \approx 16$). Ils ne s'ionisent pas en solution aqueuse, mais peuvent réagir avec des bases très fortes telles que l'ion hydrure H^- , l'ion amidure NH_2^- (pK_a de $\text{NH}_3/\text{NH}_2^- \approx 35$).² L'éthanol réagit également avec des métaux très électropositifs [17].



II.4.2.3. Estérification

Les acides carboxyliques ont la particularité de réagir avec les alcools pour donner une classe de composés que l'on l'appelle « les esters ». Ces composés sont très connues et répandus car ils sont à la base de la parfumerie et possèdent bien souvent une odeur très agréable. Bien sûr, il n'y a pas que les esters qui donnent des composés odorants.

Il existe deux types d'esters. Les esters acycliques que l'on nomme simplement «ester», et les esters cycliques qui étant des esters, sont appelés «lactones» [18].



II.4.2.4. La déshydratation des alcools

La déshydratation des alcools en milieu acide sulfurique peut nous donner deux réactions.

- soit une déshydratation intramoléculaire : on obtient un alcène
- soit une déshydratation intermoléculaire : on obtient un éther oxyde [17].

II.4.3. Toxicocinétique et métabolisme

L'éthanol est rapidement absorbé par voie orale, respiratoire, l'injection et inhalation, mais peu par contact cutané. Après une ingestion unique, l'alcoolémie est maximale après 1h si l'alcool a été ingéré sans nourriture. L'éthanol absorbé se diffuse très vite dans l'organisme en raison de sa grande solubilité, la distribution est brutale dans les organes vascularisés comme le cerveau, les poumons, le foie, et la concentration est maximale dans le liquide céphalo-rachidien.

La métabolisation d'éthanol comporte une oxydation en dioxyde de carbone et en eau qui se déroule en trois étapes : la première qui mène à l'aldéhyde acétique se fait dans le foie sous l'action de l'alcool-déshydrogénase. La deuxième menant à l'acide acétique, et sous la dépendance de l'aldéhyde-déshydrogénase présent dans le foie et dans le rein. L'acide acétique formé est libéré dans le sang, et la troisième a lieu principalement dans les tissus périphériques ou il est oxydé en dioxyde de carbone et eau.

Une faible partie de l'éthanol absorbé est éliminé sous forme inchangée dans l'air et dans l'urine, il peut être également excrété dans le lait maternel.

II.4.3.1. Mécanisme d'action

Les effets neuropsychiques aigus et subaigus de l'éthanol sont dus à l'action directe mais non spécifique de l'alcool sur le parenchyme cérébral : fixé dans les zones corticales, il inhibe le fonctionnement des transmissions synaptiques et déprime ainsi le système nerveux central avec une action principalement analgésique et anesthésique [16].

Le mécanisme des effets sur le métabolisme des lipides est plus complexe. L'accumulation des graisses dans le foie semble en effet résulter :

- D'une croissance de taux des triglycérides dans le foie.
- D'une augmentation de l'incorporation de glycérol dans la phosphatidylcholine avec déficience relatif de choline.
- D'une libération de catécholamine qui accélère la mobilisation des dépôts graisseux.
- D'une diminution de la vitesse d'oxydation des acides gras [16].

II.5. Domaines d'utilisations d'éthanol

II.5.1. Utilisation comme carburant pour véhicules

L'éthanol, est formé de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, alors que l'essence qu'il remplace est un hydrocarbure et est uniquement constitué de carbone et d'hydrogène. Bien que l'éthanol puisse être utilisé à l'état pur comme carburant substitut à l'essence dérivée du pétrole, il est généralement utilisé en mélange à des niveaux de concentration variables. Les mélanges d'éthanol et d'essence sont identifiés par l'abréviation « Exx », où « xx » indique le pourcentage d'éthanol inclus dans le mélange. Un carburant E100 correspond à l'éthanol pur. Plusieurs types de mélange sont commercialisés dont les plus fréquents sont le E5, le E10, le E85 et le E100. La plupart des véhicules à essence peuvent fonctionner avec un mélange contenant jusqu'à 10 % d'éthanol E10.

Comparé à l'essence, l'éthanol contient près de 40 % moins d'énergie sur base pondérale, mais affiche une masse volumique supérieure de 7 % .Utilisé dans un système d'injection volumétrique, l'éthanol générera donc moins de puissance qu'une essence, cette diminution étant proportionnelle au contenu en éthanol du carburant. Par ailleurs, l'éthanol présente un indice d'octane très élevé, Un fort indice d'octane indique une résistance élevée à la détonation provoquée par un allumage prématuré, ce qui assure une haute performance du moteur, notamment au niveau de la puissance développée. L'éthanol joue à ce titre le rôle des dérivés du plomb autrefois présents dans l'essence [19].

Les différences entre l'éthanol pur et l'essence sans plomb sont citées dans le tableau suivant

Tableau : 06 Comparaison entre l'éthanol pur E100 l'essence sans plomb [19]

Propriétés	Éthanol E100	Essence
Énergie disponible (MJ/kg)	26,7	43,5
Masse volumique (kg/m ³)	792	738
Indice d'octane	113	87 à 94 (selon grade)

II.5.1.1. Avantages et inconvénients d'éthanol carburant

Les principaux avantages et inconvénients de l'utilisation de l'éthanol comme carburant sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 07 : Avantages et inconvénients d'éthanol carburant [20]

Avantages	inconvénients
Moins d'émissions de dioxyde de carbone CO ₂ fossile que les carburants conventionnels	Son indice de cétane étant moins élevé que celui de diesel, le bioéthanol ne convient pas comme carburant propre pour les moteurs diesels conventionnels, à moins qu'un accélérateur d'ignition ne soit ajouté.
Haute indice d'octane permettant un fonctionnement plus efficace des moteurs à allumage par étincelle	Emissions très élevées d'hydrocarbures par évaporation, ce qui requiert un réglage de la pression de vapeur de l'essence de base à laquelle l'éthanol est ajouté.
Moins d'émission de particules	la pression de vapeur étant basse et la chaleur latente d'évaporation de l'éthanol est élevée, le démarrage à froid peut être plus difficile dans les climats plus froid, à moins l'éthanol ne soit mélangé à de l'essence ou qu'une autre aide au démarrage ne soit utilisée.
Moins d'émissions non réglementées de benzène et de butadiène ; les taux de benzène diminuent à mesure que la concentration d'éthanol dans l'essence augmente	Sa combustion entraîne une formation accrue d'acétaldehyde, mais les émissions de formaldéhyde formique sont moindres par rapport à l'essence.
Risque moins élevé de formation d'ozone que l'essence et le diesel Pas de teneur en soufre	Sa capacité lubrifiante peu élevée peut provoquer une corrosion du moteur. Problème de stabilité de phase dans le mélange d'essence en cas de présence d'eau.
biodégradable	La combustion de l'éthanol pur produit une flamme invisible qui peut provoquer des problèmes de sécurité
Moins toxique que le méthanol	Les véhicules E85 produisent des émissions non réglementées plus élevées (éthylène et acétaldéhyde) que les véhicules à essence.
Il a été démontré que les véhicules à un seul carburant et les véhicules tous carburants à moteur de démarrage par étincelle alimentés en bioéthanol représentaient un rendement énergétique plus élevé que les moteurs à essence	Lorsque l'éthanol non brûlé réagit sur la surface du catalyseur, il peut s'échapper une odeur de vinaigre, cette situation est améliorée avec la nouvelle génération des catalyseurs.
Rendement à indice d'octane élevé pour un relativement coût réduit	

II.5.1.2. L'éthanol carburant est-il écologique ?

Qu'un carburant soit écologique a de plus en plus d'importance de nos jours car nous devons faire face à la pollution due à un fort rejet de CO_2 dans l'atmosphère entraînant des réchauffements climatiques et la fonte des glaces. C'est pour quoi il faut agir rapidement.

L'éthanol est un carburant énormément écologique, grâce à son faible rejet de CO_2 . En effet si l'on remplaçait tout les carburants à base de pétrole par de l'éthanol, le rejet de CO_2 dans l'atmosphère serait réduit de 70%. Le plus étonnant encore vient du fait que les 30% restant dégagés par l'éthanol ne seraient pas rajoutés dans l'atmosphère.

Les carburants actuels, tel que le gasoil, sont des dérivés de pétrole qui est un hydrocarbure. Suite à leur combustion ils dégagent dans l'atmosphère du carbone sous forme de CO_2 . Quand à l'éthanol il est issue de plantes qui pour se développer, doivent consommer du CO_2 qui leur sert à la photosynthèse. Puis une fois l'éthanol extrait, on pourra alors l'utiliser comme carburant. C'est alors qu'il rejettera une quantité de CO_2 identique à celle que la plante a absorbé [21].

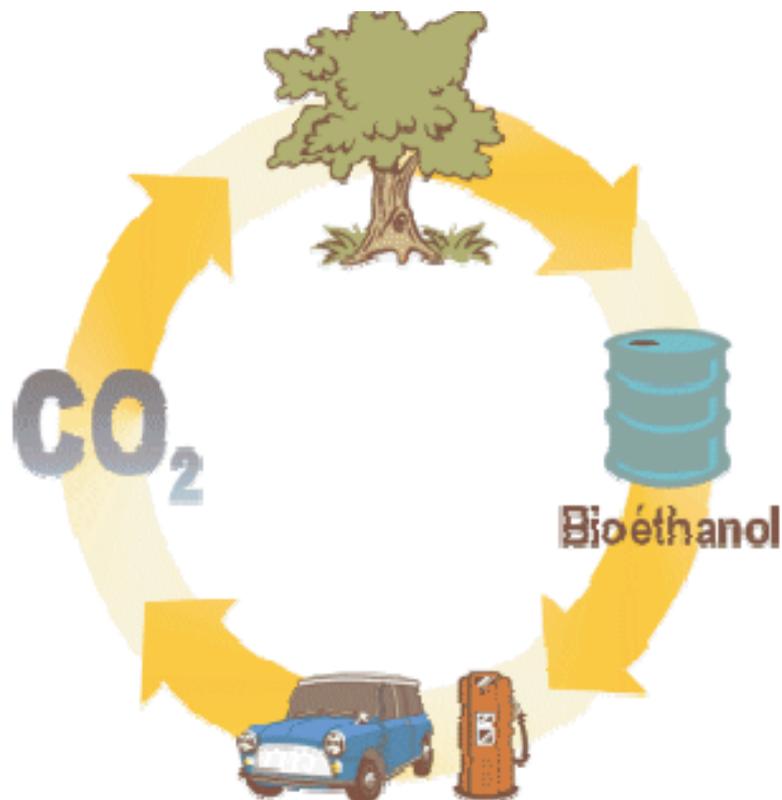


Figure 09 : le cycle du CO_2 [21]

II.5.2. Utilisation pharmaceutique

L'éthanol est très largement utilisé dans la pharmacie, en tant que principe actif ou en qualité d'excipient. La caractéristique principale d'un mélange d'eau et d'éthanol est son titre alcoométrique volumique, qui s'exprime par le nombre de volumes d'éthanol à la température de 20°C contenus dans 100 volumes de ce mélange à la même température. Il est utilisé sous différents degrés, de 30 à 96% [22].



Photo 01 : flacons d'éthanol chirurgical [22]

Le tableau ci-après cite les principaux paramètres de l'éthanol selon la pharmacopée européenne de 2011.

Tableau 08 : Les principaux paramètres de l'éthanol selon la pharmacopée européenne

Tests	Spécifications
Acidité ou alcalinité	≤ 30 ppm exprimé en acide acétique
Résidu à l'évaporation	≤ 25 ppm
Impuretés volatiles :	
- Benzène	≤ 2 ppm
- Méthanol	≤ 200 ppm
- Acétaldéhyde + acétal	≤ 150 ppm
- Total des impuretés	≤ 300 ppm
Absorbance à :	
- 240 nm	≤ 0.40%
- 250 - 260 nm	≤ 0.30%
- 270 - 340 nm	≤ 0.10%
Titre en éthanol	95,1-96,9%

II.5.2.1. Éthanol, principe actif

Trois préparations officinales, contenant de l'éthanol en tant que principe actif ayant des effets antiseptiques et désinfectants, sont utilisées en dermatologie :

L'alcool iodé à 1%, l'éosine alcoolique à 2% et l'éthanol à 70%.

Nous signalons que l'éthanol a une activité désinfectante à celle de la Chlohexidine, très efficace contre les bactéries GRAM⁺ et GRAM⁻. En revanche, son action désinfectante est faible contre les virus et les champignons et sans activité désinfectante contre les bactéries sous forme sporulée. Cet effet désinfectant est obtenu à des concentrations entre 60% et 95% v/v.

Pour une désinfection, on doit appliquer l'éthanol sur une peau saine et ne pas l'utiliser sur les muqueuses et les plaies. Il est également d'un usage contre-indiqué chez les nourrissons de moins de 30 mois en raison de risques d'intoxication alcoolique [22].

II.5.2.2. Éthanol, excipient

L'éthanol entre dans presque toutes les formes galéniques, dans les injectables, les formes sèches et liquides orales, les formes liquides locales et dans les transdermes. Il est utilisé principalement comme solvant ou comme conservateur antimicrobien. Il améliore la pénétration trans-muqueuse des principes actifs, c'est pour cette raison qu'il est souvent utilisé dans les préparations topiques : gels, crèmes, pommades solutions dermiques.

Dans les formes sèches orales, il est particulièrement employé comme agent de mouillage ou comme agent d'enrobage des comprimés [22].

Le tableau ci-après résume les utilisations d'éthanol en pharmacie comme excipient et les doses en (% v/v).

Tableau 09 : Utilisations de l'éthanol comme excipient à différentes concentrations [22]

Utilisation	Concentration (% v/v)
Conservateur antimicrobien	5-10
Solvant pour pelliculage	Variable
Solvant dans les solutions injectables	Variable
Solvant dans les formes liquides à administration par voie orale	Variable
Solvant dans les formes topiques	60 - 90

II.5.3. Autres utilisations

Aujourd'hui, les applications industrielles utilisant l'éthanol sont nombreuses. Au-delà du fait que l'éthanol serve à l'éclairage et au chauffage, il constitue le principe actif de base des boissons alcoolisées, il entre dans la synthèse de produits chimiques tels que les peintures, les vernis, les encres, les matières plastiques, les adhésifs et les produits cosmétiques tels que les parfums.

Il est également utilisé dans l'industrie du nettoyage contre les graisses et les matières plastiques. L'éthanol est également utilisé comme matière première pour la synthèse de solutions d'insecticides.

L'éthanol peut être aussi la matière première pour la production de nombreux composés : acide acétique, acrylate d'éthyle, acétate d'éthyle, éthers de glycol, éthylamine, éthylène, éthers-oxydes notamment l'ETBE (éthyl-tert-butyl-éther) [13,16].

*Partie
expérimentale*

***Chapitre III
Matériels et
méthodes***

III. Matériels et méthodes

III.1. Matière végétale

La matière végétale que nous avons utilisé est constituée de déchets de dattes, ils sont considérés comme plantes sucrières, donc l'éthanol que nous avons produit appartient à la première génération.

III.1.1. Choix de la variété

Le substrat que nous avons choisi est les déchets de la variété KSEBA, c'est une variété peu fréquente dans les palmeraies de la région de Ghardaïa, avec une commercialisation peu importante. C'est une qualité de 2^{ème} ou 3^{ème} choix, ce n'est pas comme Deglet Nour, elle est sensible à la sécheresse et aux changements climatiques.

Nous devons signaler que les déchets des dattes sont destinés essentiellement aux bétails. Ils ont une valeur commerciale très faible.

III.1.2. Caractéristiques du cultivar

Nom vernaculaire : KSEBA

Période de maturité : septembre

Moi de récolte : septembre et octobre

Utilisation de la datte : fraîche et conservée

Mode de conservation : bien entassées dans sacs ou des bidons

III.1.3. Caractéristiques morphologiques des organes végétatifs

- Le stipe

Port élancé, de forme cylindrique et portant peu de tif.

- Les palmes

Elles sont peu nombreuses, seulement 80 en moyenne et atteignent une longueur de 300 cm environ. Les folioles sont nombreuses 187 unités et réparties par groupe de deux.

Ce sont de longues folioles dont les dimensions de la base à l'extrémité de la palme sont respectivement de l'ordre de 30/1.5 cm ,33/1.5 cm et 50/1.1 cm [23].

La photo suivante présente le palmier dattier de KSEBA, celle-ci a été prise d'une palmeraie de la commune de Berriane.



Photo : 02 le palmier dattier de variété KSEBA

III.1.4. Caractéristiques morphologiques des organes de fructification

- La datte

Elle est de forme ovoïdale, aplatie à la base ou elle présente une légère obliquité. Ses dimensions sont réduites 3.8/2 cm en moyenne, son poids est de l'ordre de 12 g. Au stade Baser sa couleur est d'un jaune pâle, changé à un brun légèrement accentué au stade Rotab et à une couleur brune rougeâtre au stade Tamar.

Son épicarpe est mince lisse à strié et brillant le mésocarpe et moyennement charnu, de consistance demi-molle et de texture fibreuse. Le périlanthe est de couleur jaune claire aplatie et peu collante.

- Le noyau

Il est légèrement allongé, traversé par une rainure ventrale profonde, en forme de U. Les dimensions sont 2/1 cm en moyenne et son poids est 1.2 g, sa partie dorsale est lisse, peu brillante de couleur marron à beige, le pore germinatif est en position centrale [23].

III.1.5. Caractéristiques chimiques

Les caractéristiques chimiques de KSEBA sont regroupées dans le tableau suivant

Tableau 10 : Caractéristiques chimiques de KSEBA [23]

Teneur en eau (%)	pH	Acidité g/kg MF	Pectine (%) Ms	TSS (%)	Sucres réducteurs (%) Ms	Saccharose (%) Ms	Sucres Totaux (%) Ms	Sucres Eau
12	1.55	4.87	3.50	81	45.50	13.50	59.70	5



Photo 03: déchets de KSEBA



Photo 04: dattes de KSEBA (fraiche) [23]

III.2. Matériel biologique

Pour faire accélérer la fermentation nous avons utilisé la levure de boulangerie sèche, de très nombreux travaux sont consacrés à la description et à l'écologie des levures du vin, Ils montrent bien que *Saccharomyces cerevisiae* est l'agent principal de la fermentation alcoolique [24].



Figure 11: levure de *Saccharomyces cerevisiae* en microscope électronique à balayage (x21000) [25].

La levure *S. cerevisiae* est un champignon à un cycle cellulaire haplodiplobiontique, c'est-à-dire qu'il peut se maintenir aussi bien sous forme haploïde que diploïde grâce à sa multiplication végétative, en condition défavorable, les cellules diploïdes vont sporuler et donner naissance à des asques contenant quatre spores non ordonnées. Lorsque ces spores sont en conditions plus favorables elles vont germer et donner deux cellules de signe **a** et de signe **α**, deux cellules de signes opposées peuvent ensuite fusionner pour donner une cellule diploïde [26].

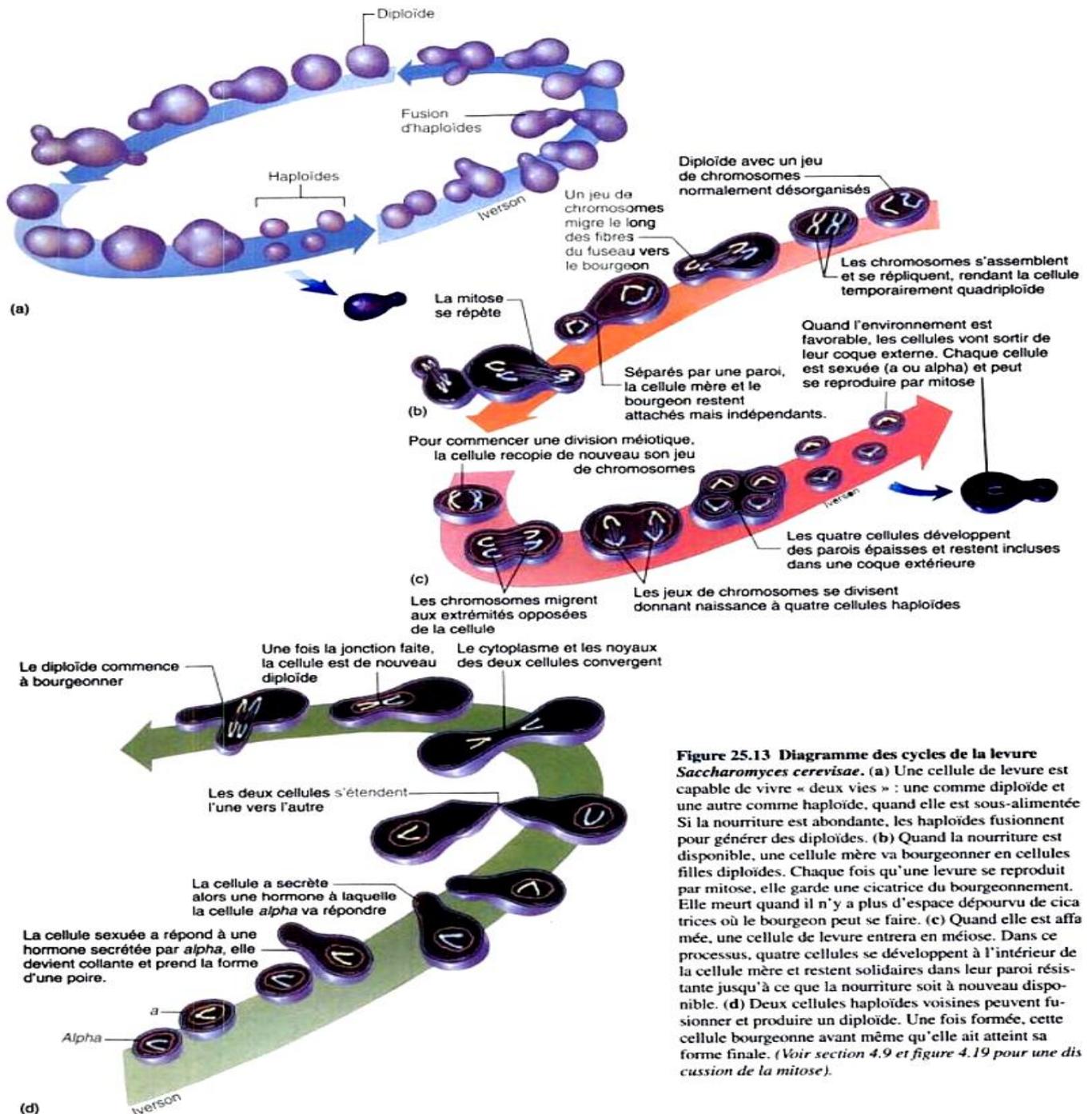


Figure 25.13 Diagramme des cycles de la levure *Saccharomyces cerevisiae*. (a) Une cellule de levure est capable de vivre « deux vies » : une comme diploïde et une autre comme haploïde. Si la nourriture est abondante, les haploïdes fusionnent pour générer des diploïdes. (b) Quand la nourriture est disponible, une cellule mère va bourgeonner en cellules filles diploïdes. Chaque fois qu'une levure se reproduit par mitose, elle garde une cicatrice du bourgeonnement. Elle meurt quand il n'y a plus d'espace dépourvu de cicatrices où le bourgeon peut se faire. (c) Quand elle est affamée, une cellule de levure entrera en méiose. Dans ce processus, quatre cellules se développent à l'intérieur de la cellule mère et restent solidaires dans leur paroi résistante jusqu'à ce que la nourriture soit à nouveau disponible. (d) Deux cellules haploïdes voisines peuvent fusionner et produire un diploïde. Une fois formée, cette cellule bourgeonne avant même qu'elle ait atteint sa forme finale. (Voir section 4.9 et figure 4.19 pour une discussion de la mitose).

Figure 11 : cycles cellulaire de la levure *Saccharomyces cerevisiae* [25].

III.3. Matériels utilisés

A fin de fermenter le moût de dattes, nous avons confectionné un réacteur spécial à cet effet, celui-ci est sous forme d'un récipient hermétique en plastique de capacité 3.5 litres, munie en haut d'un couvercle permettant l'introduction du mout et de deux orifices l'un permet l'évacuation du CO₂ dégagé de la fermentation, le deuxième permet l'introduction du thermomètre pour le contrôle et le suivi de la température (figure 05). Le bain marie (figure 06) permet de maintenir la température de fermentation à l'intérieur du réacteur durant toute la période de fermentation alcoolique.

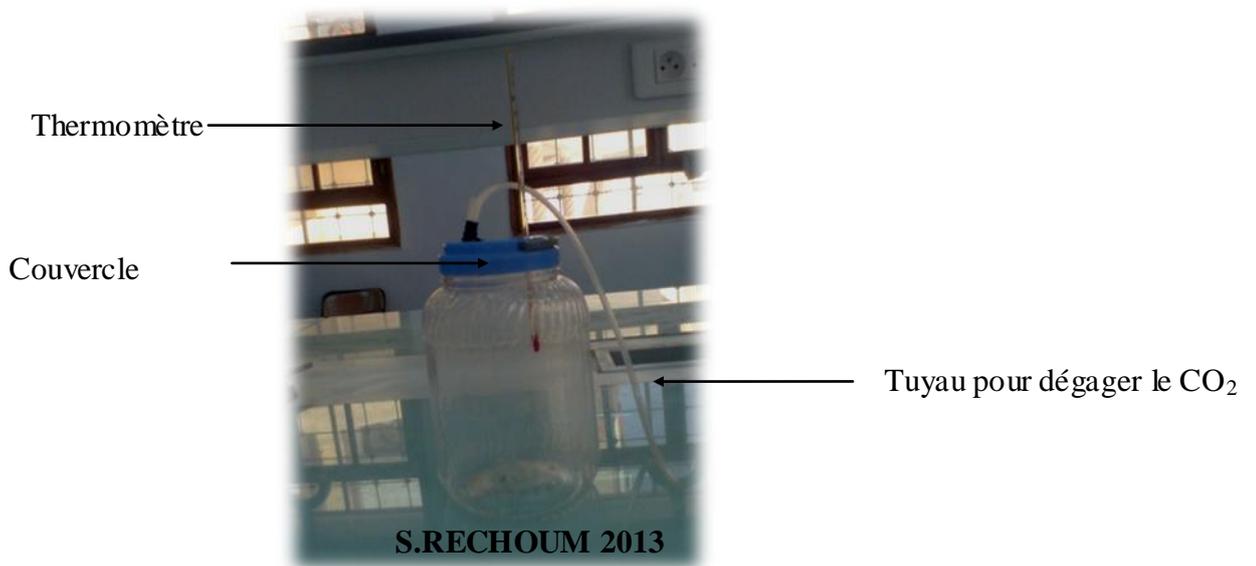


Photo 05 : le réacteur de fermentation



Photo 06 : bain marie (de type Jisico, de volume = 5L)

III.4. Méthodologie de travail

Notre étude est fondée sur la valorisation des déchets des dattes de la variété locale KSEBBA par la préparation de l'alcool éthylique (éthanol), les principales démarches du travail expérimental sont les suivantes :

- ✓ Préparation de la matière végétale.
- ✓ Fermentation du moût de dattes.
- ✓ Filtration du mout après 3 jours de fermentation
- ✓ Distillation du filtrat pour extraire l'éthanol.
- ✓ Control de la qualité de l'éthanol obtenu.

Le diagramme représenté dans la figure 13, expose les différentes étapes suivies pendant la préparation de l'éthanol.

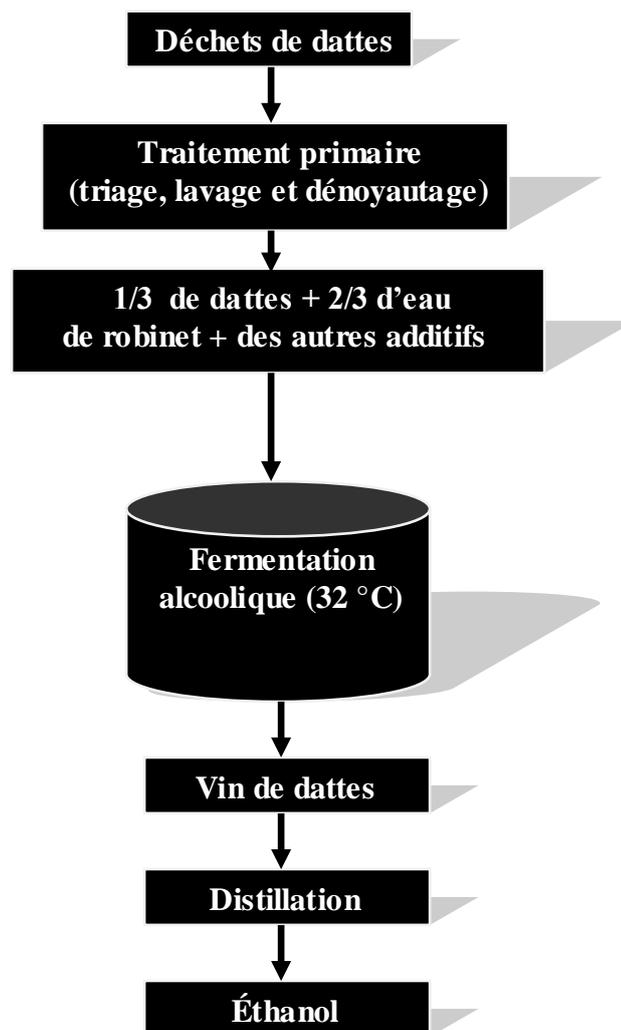


Figure 13 : diagramme de fabrication de l'éthanol

III.5. Préparation du moût de dattes

Après le triage manuel des déchets de dattes, pour écarter les particules, tels que les petits cailloux, les débris végétaux, etc. Ils sont lavés à l'eau du robinet afin d'éliminer la poussière. Après un égouttage et un dénoyautage, les pulpes ont été découpées puis imbibées à l'eau chaude, afin de les broyer en vue de faciliter la fermentation [27].

III.6. Procédé de la fermentation alcoolique

La fermentation alcoolique et la distillation ont été effectuées dans le laboratoire de chimie de l'université de Ghardaïa.

III.6.1. la glycolyse

L'étape commune entre les deux voies de fermentation est la conversion du glucose en pyruvate ou glycolyse, c'est une suite de 10 réactions catalysées par des enzymes, dont 3 essentiellement la rendent irréversible [28].

La première étape est la phosphorylation du glucose grâce à la glucokinase en G-6-P qui sera par la suite isomérisé en F-6-P par l'intermédiaire de la fructose isomérase. Le F-6-P est par la suite phosphorylé en F-1,6-BP grâce à la phosphofructokinase. Il y a donc jusqu'à présent consommation de deux molécules d'ATP.

Ensuite le F-1,6-BP se dissocie en deux molécules de triose qui se trouvent en équilibre entre elles, la dihydroxyacétone-P et le glycéraldéhyde-3-P. Cette étape est assurée par une aldolase. Tout au long de la glycolyse, le dihydroxy-acétone-P est converti en glycéraldéhyde-3-P grâce à la triose phosphate isomérase. Le glycéraldéhyde-3-P sera converti en 1,3-BP-glycérate par le glycéraldéhyde 3-phosphate déshydrogénase.

A ce niveau, il y a réduction d'une molécule de NAD^+ en NADH , H^+ et formation de 3-P-glycérte ainsi que d'une molécule d'ATP par intervention de la phosphoglycérate kinase. Puis il y a formation de 2-P-glycérate grâce à la phosphoglycérate mutase. Ensuite l'énolase par élimination d'une molécule d'eau, nous donne la phosphoénolpyruvate qui comporte une liaison riche en énergie qui permet par réaction avec une molécule d'ADP et en présence de la pyruvate kinase la formation d'une molécule d'ATP et de pyruvate. Si le pyruvate est directement réduit en acide lactique on parlera alors de fermentation homolactique et si la réduction est précédée d'une décarboxylation en acétaldéhyde on aura alors une fermentation alcoolique [24]. La figure ci après présente les dix réactions de la glycolyse avec les enzymes catalyseuses.

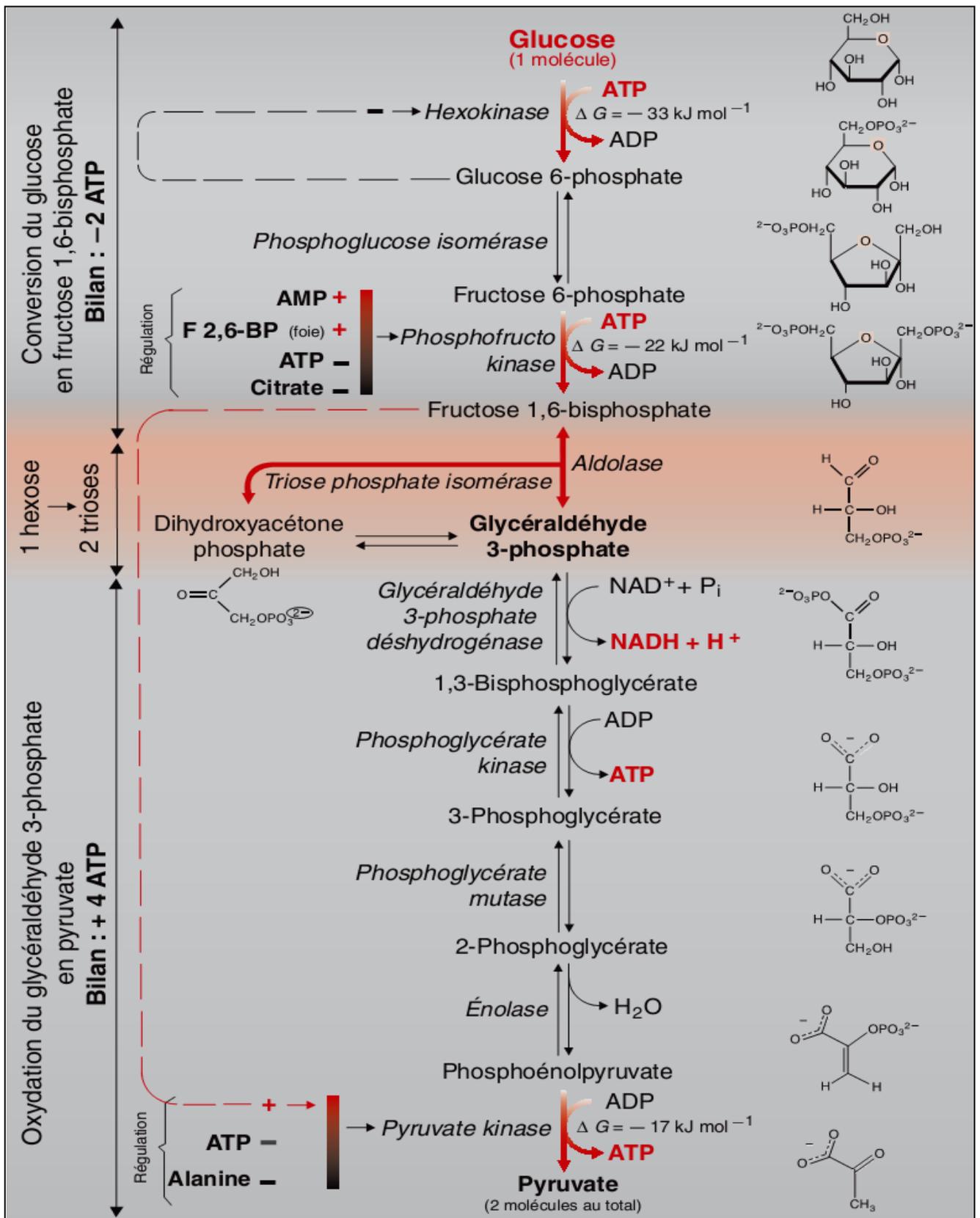


Figure 14 : les réactions de la glycolyse [29].

III.6.2. La fermentation alcoolique

Le pyruvate est décarboxylé en acétaldéhyde et CO_2 par le pyruvate décarboxylase. L'acétaldéhyde est réduit en éthanol par l'alcool déshydrogénase. NAD^+ est le second produit de la réaction et pourra être recyclé dans la glycolyse [30].

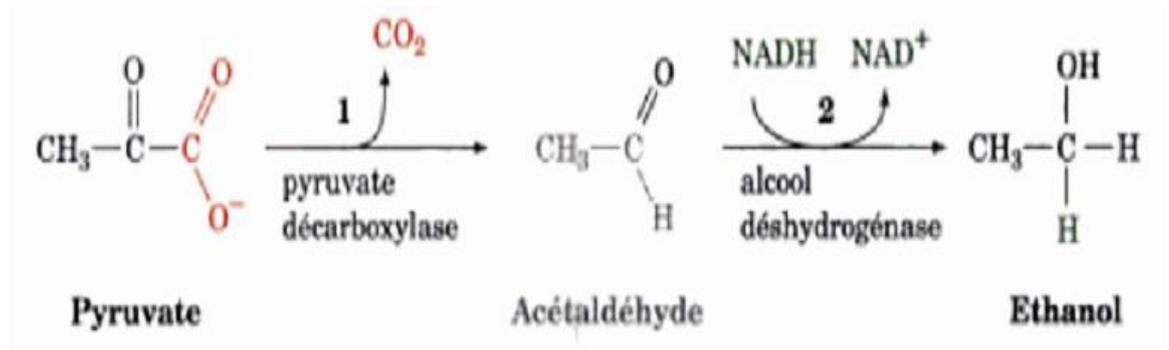


Figure 15 : Les deux réactions de la fermentation alcoolique. **1** décarboxylation de pyruvate pour donner de l'acétaldéhyde, suivi de **2** réduction de l'acétaldéhyde en éthanol par le NADH [31].

Après le broyage des dattes, à l'aide d'un mortier, nous avons utilisé l'eau de l'imbibition riche en sucre pour diluer les pulpes à raison de 2/3 d'eau pour 1/3 de pulpes. Nous avons ajouté la levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae* (1 g/l), et puis nous avons fixé le pH du moût à 4 d'environ, en ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique concentré 96-98 % (H_2SO_4). Ce pH acide est désavantageux au développement des bactéries s'avère propice à la prolifération des levures, de peur de provoquer toute sorte de compétition entre les deux [32].

Le réacteur de fermentation est plongé dans un bain-marie où la température est fixée à 32 °C. La fermentation est conduite en anaérobie, pendant trois jours. Le moût doit être agité à chaque fois afin de dégager les bulles du CO_2 , à partir d'un tuyau prolongé dans le bain marie, notons que le CO_2 est soluble dans l'eau. Après 03 jours, la fermentation est arrêtée, le vin de dattes et recueilli, puis filtré et son volume est mesuré, le pH est contrôlé, il doit être neutre, notons qu'au départ le pH été très acide de l'ordre de 4.

D'autres paramètres ont aussi été contrôlés pendant la fermentation alcoolique qui sont :

- Un dégagement de gaz carbonique CO_2 .
- Une augmentation de la température du moût.
- Une accentuation de la couleur.
- Un changement d'odeur, elle devient piquante.

Les photos suivantes présentent le dispositif de la fermentation alcoolique et le vin de dattes obtenu.



S.RECHOUM 2013

Photo 07 : dispositif de la fermentation



S.RECHOUM 2013

Photo 08 : le vin de dattes

III.7. La distillation

La distillation est un procédé au cours duquel une solution formée de deux ou de plusieurs liquides est chauffée jusqu'à l'ébullition. Chaque liquide se transforme en vapeur. Cette vapeur est ensuite emprisonnée et refroidie jusqu'à ce qu'elle reprenne sa forme liquide.

Pour séparer l'éthanol, le vin de dattes est filtré plusieurs fois et mis dans un ballon de distillation de 1000 ml, il est chauffé à l'aide d'une chauffe ballon à une température d'environ 78 °C qui représente le point d'ébullition de l'éthanol. Celui-ci s'évapore rapidement et se rend jusqu'au condenseur, où il est refroidi par de l'eau froide. Il est recueilli sous sa forme liquide dans un ballon de capacité 250 ml. Le dispositif de distillation est représenté dans la photo ci après.



Photo 09 : dispositif de la distillation

III.8. méthodes d'analyses d'alcool

Après l'extraction de l'alcool, nous avons utilisé les méthodes de contrôle ci-après afin de l'identifier et de contrôler la qualité de l'alcool recueilli.

- ✓ Observation de la couleur et l'odeur
- ✓ Détermination du pH
- ✓ Test à la flamme
- ✓ Mesure de la densité
- ✓ Détermination du degré d'alcool
- ✓ Mesure de l'indice de brix (taux des sucres)
- ✓ Test de l'activité biologique sur quelques bactéries.

III.8.1. Observation de la couleur et l'odeur de l'alcool

La couleur et l'odeur sont deux caractères organoleptiques principaux, elles permettent de distinguer l'alcool des autres produits, mais cette observation reste insuffisante.

III.8.2. Détermination du pH

Le control du pH initial du moût est essentiel pour assurer le bon fonctionnement des levures et éviter la compétition avec d'autres bactéries existantes dans le milieu. La valeur du pH de vin de dattes et d'alcool, est importante pour classer notre produit. Nous avons effectué cette analyse à l'aide d'un pH-mètre de type *JENWAY*.

III.8.3. Test à la flamme

Il est évident que les alcools brûlent rapidement sous l'effet d'une flamme avec l'air, le test d'inflammabilité est une méthode très simple qui permet d'identifier rapidement que le produit issu de la distillation est un alcool. Nous avons pris quelques gouttes de distillat, que nous avons versé dans un verre de montre, et mis en contact à une flamme.

III.8.4. Mesure de la densité

Nous avons effectué cette analyse avec une fiole jaugée, de volume égal à 25 ml. La masse de la fiole vide a été pesée (m_1), et puis nous avons pesé la masse de la fiole remplie d'un volume d'alcool de 25 ml (m_2). La masse de l'alcool représente la différence entre (m_1) et (m_2).

$$(m_1) - (m_2) = (m \text{ d'alcool}).$$

La densité est obtenue par le rapport de la masse d'alcool sur le volume de celui-ci.

III.8.5. Détermination du degré d'alcool

Le degré alcoolique est mesuré à l'aide d'un alcoomètre en verre gradué en % d'alcool, on met notre produit dans une éprouvette graduée, et on laisse l'alcoomètre flotté, et puis on fait la lecture sur les graduations de l'alcoomètre.

La photo ci après présente un alcoomètre.



Photo 10 : un alcoomètre

III.8.6. Mesure de l'indice de brix ou taux des sucres

L'indice de brix nous permet de déterminer le taux de sucres totaux dans une solution sucrée, le test est effectué à l'aide d'un refractomètre gradué en degré brix de 0 à 80 %. L'étalonnage de l'appareil est d'abord effectué en utilisant de l'eau distillée qui a un degré brix nul.

III.8.7. Test de l'activité biologique sur les bactéries

Pour tester l'aspect désinfectant de notre alcool, nous l'avons ajouté à des milieux bactériens de type ISP2 (ses compositions sont citées dans l'annexe n° III), en comparant avec l'alcool médical comme témoin.

Les souches bactériennes que nous avons utilisés sont :

Bacillus subtullis, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*.

Après 24 heures nous avons noté les observations.

Dans le tableau ci après nous avons fait une simple identification de ces trois souches bactériennes selon la forme et le Gram.

Tableau 11 : Gram et forme des souches bactériennes utilisées [33].

Souche bactérienne	<i>Bacillus subtullis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>
forme	bacille	bacille	cocci
Gram	+	-	+

*Partie
expérimentale*

*Chapitre IV
résultats
et discussion*

Résultats et Discussion

IV.1. la distillation alcoolique

Après la fermentation alcoolique qui a duré trois jours, sous une température constante égale à 32°, nous avons recueilli 600 ml de filtrat, et puis nous avons distillé ce filtrat pour extraire l'alcool, la distillation a duré environ cinq heures, nous avons fixé la température d'ébullition dans l'intervalle (78°-84°) qui represent la température d'ébullition d'éthanol, nous avons observé que l'alcool commence à s'évaporer, il est condensé et recueilli sous forme liquide dans un ballon de 250 ml.

A la fin de la distillation, nous avons mesuré notre produit à l'aide d'une éprouvette graduée, le volume recueilli est égal à 50 ml.

Le tableau ci-dessous récapitule les quantités en volume et en poids lors de la fabrication de l'alcool.

Récapitulatif des quantités mesurées		
Volume de réacteur		3500 ml
Volume de moût (eau +déchets des dattes)		1400 ml
volume restant		2100 ml
volume d'eau utilisée		1400 ml
Quantité des déchets de dattes		700 g
Les aditifs	La levure	2.1 g
	L'acide sulfurique 96-98 %	Quelques gouttes
volume de filtrat (vin de datte)		600 ml
volume d'alcool		50 ml

IV.2.Le rendement d'alcool obtenu

Afin de connaitre le rendement de la quantité d'alcool, on a divisé le volume de filtrat sur le volume d'alcool obtenue après distillation.

$$\text{Volume de filtrat} / \text{volume d'alcool} = 600/50 = 12\%.$$

Nous considérons que ce rendement est suffisant, en comparant avec la quantité initiale des déchets des dattes, et nous signalons que ces derniers, sont pauvres de sucres par rapport aux dattes fraîches.

IV.3.Observation de la couleur et l'odeur

Les caractéristiques remarquées sur le moût de dattes, le filtrat et l'alcool sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau 13: l'odeur et la couleur de moût, filtrat et l'alcool

Caractéristiques observées			
	Le moût	Le filtrat	L'alcool
L'odeur	piquante	piquante	Caractéristique
La couleur	trouble	Marron jaunâtre	Incolore (transparent)

A partir de ce tableau nous déduisons que l'alcool obtenu se défère des autres produits d'après sa couleur transparente et son odeur agréable qui sont les caractéristiques de l'éthanol commercial.

La photo suivante présente notre alcool transparent dans une fiole jaugée de 25 ml.



Photo 11 : éthanol avec une couleur transparente

VI.4. Détermination de pH

Le pH du moût de dattes, de filtrat et d'alcool sont cités dans le tableau suivant :

Tableau 14: le pH de moût, filtrat et alcool

Détermination du pH		
moût de dattes	filtrat	alcool
4	6	6

Le pH du moût est acide à fin d'assurer un milieu favorable pour la multiplication des levures, le pH devient neutre dans le filtrat ce qui signale que les sucres de moût transforme en alcool qui a un pH neutre de l'ordre de 6.

VI.5. Test d'inflammabilité

Le test à la flamme était positif, notre alcool brûle rapidement avec l'air, avec une flamme bleu. La photo ci après montre comment l'alcool réagit avec la flamme.



Photo 12 : test d'inflammabilité

VI.6. Mesure de la densité

Le volume de la fiole jaugée égal à 25 ml.

La masse vide de fiole jaugée (m_1) = 21.80 g

La masse de fiole remplie d'alcool (m_2) = 43.19 g

(m d'alcool) = 43.19 - 21.80 = 21.39 g

La densité est égale à (masse des alcools / volume de la fiole) = 21.39/25 = 0.855 g/ml

Cette valeur est proche de la densité indiquée dans la littérature, (0,789 g/ml)

VI.7. Le degré d'alcool

Malheureusement nous n'avons pas pu mesurer le degré d'alcool avec l'alcoomètre, car la quantité obtenue était insuffisante. La photo ci-dessous présente le test effectué à l'alcoomètre.



Photo 13: le test à alcoomètre

VI.8. Taux des sucres

Cette analyse est effectuée dans la direction de commerce de la wilaya de Ghardaïa (DCW). A l'aide d'un réfractomètre brix (0-80 %), premièrement nous avons fait un étalonnage avec l'eau distillée et un produit sucré (le miel), et puis nous avons mesuré le taux de sucres dans notre alcool.

Notons que cet appareil donne le taux d'extrait sec dans les substances liquides, et le taux en sucre pour les produits sucrés. Le tableau ci-dessous cite les valeurs du taux de sucres.

Tableau 15 : le taux de sucres d'eau distillé, miel et alcool

Taux des sucres		
Eau distillé	miel	alcool
0 %	80 %	17 %

Le Taux des sucres dans l'alcool est égal à 17 %, qui devrait être nulle, cela est dû à la présence de certaines impuretés dans notre alcool, qui ont été mesuré sous forme de matière sèche. Pour éviter de tel problème il devrait être utile de redistiller le produit obtenu.

La photo ci après présent un réfractomètre brix de (0-80 %).

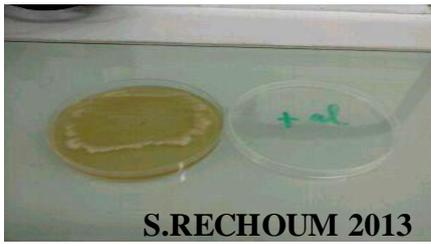
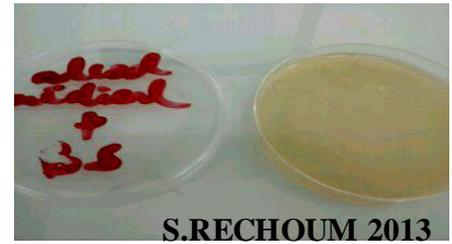
**Photo 14** : réfractomètre de brix de (0-80 %)

VI.9. Test sur les bactéries

Pour voir l'efficacité de notre alcool sur quelques bactéries, nous avons essayé celui ci sur des souches bactériennes (*Bacillus subtullis*, *Escherichia coli* et *Staphylococcus aureus*) ensemencées en comparaison avec un témoin (alcool médical de 95%).

Les phots ci après présentent les résultats obtenus après 24 heures.

**Photo 15:** *Bacillus subtullis* sans alcool

Photo 16: *Bacillus subtullis* avec l'éthanolPhoto 17: *Bacillus subtullis* avec l'alcool médicalPhoto 18: *Escherichia coli* avec l'éthanolPhoto 19: *Escherichia coli* avec l'alcool médicalPhoto 20: *Staphylococcus. a* avec l'éthanolPhoto 21: *Staphylococcus.a* avec l'alcool médical

Le tableau suivant résume les observations notées.

Tableau 16 : l'effet d'alcool obtenu et l'alcool médical sur les bactéries

	Alcool obtenu	Alcool médical 95%	Sans alcool
<i>Bacillus subtullis</i>	+++++	++++	+++++++
<i>Escherichia coli</i>	++++	+++++	+++++++
<i>Staphylococcus aureus</i>	+++++	+++	+++++++

+++ : Taux de multiplication des bactéries.

A partir de ce tableau nous avons observé que

Les *Bacillus subtullis* ont décru d'une façon légère dans le milieu contenant l'alcool obtenu

moins que le milieu contenant l'alcool témoin.

- ✓ Pour la souche *E.coli* nous avons remarqué que la décroissance bactérienne est notable sous l'influence de l'alcool obtenu par rapport à l'alcool médical.
- ✓ Dans le cas des *Staphylococcus aureus* nous avons noté que la décroissance est plus lente dans le milieu contenant notre alcool que le milieu contenant l'alcool témoin.

Sur la base de ces observations nous concluons que l'alcool obtenu ne manque pas d'effet par rapport à l'alcool chirurgical, utilisé comme témoin, en effet, les deux alcools n'ont pas tué totalement les bactéries, mais ils ont ralenti leur croissance, de cela nous pouvons dire que ces deux alcools ont un effet bactériostatique et non bactéricide.

Nous déduisons également que notre alcool possède un effet bactériostatique plus fort avec les souches bactériennes de Gram – que les bactéries de Gram +.

Conclusion



Conclusion

La production annuelle de dattes dans les régions foncicoles est toujours accompagnée de grandes quantités de déchets surtout en cas de sécheresse ou de chutes d'averses de pluies en période de maturité, ceux-ci sont délaissés et abandonnés sur les palmiers ou sur les sols sans être utilisé ou valorisé.

Dans notre travail, on a proposé un procédé de valorisation des déchets de dattes de la variété KSEBA pour la production d'éthanol qui est utilisé énormément dans différents secteurs industriels ; sanitaires ; énergétiques et cosmétiques.

En partant d'une quantité de 700 g de déchets de datte, qui a subit une fermentation pendant 3 jours, suivie de quelques traitement physiques, nous avons recueilli 50 ml d'alcool avec un rendement de 12%.

La qualité du produit final a été contrôlée au sein du laboratoire de l'Université Ghardaïa, les tests effectués consistent à la vérification du point d'ébullition, mesure de la densité, test d'inflammabilité, mesure du pH, taux de sucres et en fin l'effet biologiques sur quelques souches bactériennes, en comparaison avec l'alcool chirurgical, comme témoin ;

Les différents tests effectués ont révélés à une qualité du produit obtenu semblable à celle d'un alcool industriel.

Ce travail a pour but de propager l'idée de valorisation les déchets de culture de dattes dans les régions foncicoles qui ne concerne pas uniquement les dattes, mais aussi leurs sous produits tels que les palmes, les stipes et les noyaux, tous riches en cellulose, dans le but d'atteindre l'autosuffisance économique nationale.

Nous recommandons aussi de réaliser une installation semi-pilote à l'échelle de laboratoire pour la fabrication d'éthanol de première et de deuxième génération, qui sera un noyau d'un grand projet de valorisation des déchets des cultures dans le proche avenir.

*Références
bibliographiques*



1. **DJOUAB. A., 2007.** mémoire de magister, préparation et incorporation dans la margarine d'un extrait de dattes de variétés sèches, université M'HAMED BOUGARA BOUMERDES, p 31.
2. **BURINIE.G et all., 2011.** Encyclopédie de botanique et d'horticulture botanica, édition h.f.ullmann, p 664.
3. **MIMOUNI . Y., 2009.** mémoire de magister, mise au point d'une technique d'extraction de sirops de dattes, comparaison avec les sirops à haute teneur en fructose (HFCS) issus de l'amidonnerie, université KASDSI MERBAH OUARGLA, p 5 .
4. **BOUKHAIR. A., 2009.** mémoire de magister analyse de processus traditionnel d'obtention du vinaigre de dattes tel qu'appliqué au sud algérien : essai d'optimisation université KASDSI MERBAH OUARGLA, pp. 8-9.
5. **AMELLAL née CHIBANE. H., 2008.** thèse de doctorat aptitude technologiques de quelques variété communes de dattes : formulation d'un yaourt naturellement sucré et aromatisé, université M'HAMED BOUGARA BOUMERDES, p 17.
6. **AUBINEAU.M et all., 2002.** La rousse agricole le monde agricole au XXI^e siècle, édition Mathide Majorel assistée de nora schott, thierry olivaux : dossiers « institutions et organismes et données économiques » (Montréal, Québec) p 224.
7. Document de statistiques, la direction des services agricoles, Ghardaïa ,2000.
8. **BENAHEF Djilali .A., 2007.** mémoire de magister, étude d'optimisation d'un procédé de fabrication traditionnel du vinaigre à partir de deux variétés de dattes communes cultivées dans le sud algérien, université M'HAMED BOUGARA BOUMERDES, p7.
9. Atlas agriculture 2012 de la wilaya de Ghardaïa.
10. **BOUAZIZ.S., 2008.** mémoire de magister, caractérisation physico-chimique et biochimique de quelques variétés de vinaigres traditionnels des dattes issus de cultivars de la région d'Ouargla, université KASDSI MERBAH OUARGLA, pp. 19-20.
11. **KAIDI. F ., TOUZLI.A., 2001.** Production de Bioalcool à Partir des Déchets de Dattes, Rev. Energ. Ren, Production et Valorisation – Biomasse, Vol 3, pp. 75-78.
12. **ATKINS, JONES., 2011.** Principes de chimie, 2^{ème} édition de Boeck, p 443, F35, B1, B2.
13. **KACIMLM .M., 2008.** Essai présenté au Centre Universitaire de Formation en Environnement, Analyse du secteur de l'éthanol selon les principes du développement durable, Canada, pp. 03- 05.
14. **LFCOURT .D.** Le livre de poche, Encyclopédies d'aujourd'hui, encyclopédies des sciences, la pochothèque, GARZANTI p 552.
15. **NUNES DA SILVA .C., 2009.** Dossier technique La filière bioéthanol, ANFA. pp. 16- 18.
16. **BONNARD. N et all., 2011.** fiche établie par les services techniques et médicaux de l'institut national de recherche et de sécurité. pp.1 - 5.

17. **LASSALE. A, ROBBERT .D., 2010.** Comprendre la chimie organique, Nomenclature, hydrocarbures, dérivés halogènes, alcools. Résumé de cours et exercices corrigés, ellipses édition Marketing S.A, Paris, pp.188 - 200.
18. **RABASSO.N., 2011.** édition de Boeck Chimie organique généralités, études des grandes fonctions et méthodes spectroscopiques, cours et exercices corrigés, Bruxelles, p 440.
19. **BRODEUR.C et all., 2008.** Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec, La production d'éthanol à partir de matière lignocellulosique. pp.2-3.
20. **BEN CHAABANE .M.F., 2006.**Toulouse, thèse du doctorat, intensification de la production d'éthanol carburant dans le bioréacteur bi-étage avec recyclage cellulaire modélisation et stratégie de conduite. p 32.
21. **MUSSARD. A et all., 2008.** L'Ethanol Pour quoi le bioéthanol a-t-il un avenir, p 12.
22. **M. YOUSSEF KHAYATI., 2011.** spécialités sous la loupe l'éthanol, sa qualité et ses utilisations en pharmacie, pp. 30 - 32.
23. Caractéristiques des cultivars de dattiers dans les palmeraies du Sud-Est algérien.Dossier ressources génétiques du palmier dattier. Revue 3D (Dossiers – Documents – Débats) N° 01/2002.INRA (Institut national de la recherche agronomique d'Algérie)Alger. pp. 266 - 267.
24. **NEHME. N., 2008.** Toulouse, thèse de doctorat, Etude des interactions entre *Saccharomyces cerevisiae* et *Oenococcus oeni* : impact sur la réalisation de la fermentation malolactique en cultures séquentielles et mixtes, pp. 4 -11.
25. **PRESCOTT. HARLEY. KLEIN.,2003.** Microbiologie 2ème édition français de boeck , p552, 563.
26. **JUNG. P., 2010.** Strasbourg, thèse de doctorat, réarrangement chromosomique et génomique fonctionnel chez la levure *Saccharomyces cerevisiae*. Génomique comparative des génomes mitochondriaux des levures hémiascomycètes, pp. 41- 42,35.
27. **OULD EL HADJ .M. D et all., 2006.**étude de la production de levure boulangere (*saccharomyces cerevisiae*) cultivée sur mout de rebuts de dattes, Courrier du Savoir, N°07, pp.13-18.
28. **BARATTI.C.E, LE MARECHAL. P., 2008.** Biochimie en 23 fiches, édition DUNOD, Paris, p 108.
29. **WEINMAN.S, MEHUL. P .,2004.** Toute la biochimie, DUNOD Paris, p 165.
30. **HENNEN.G., 2006.** Biochimie approche bioénergétique et médicale , 4^e édition , p 217.
31. **D.VOET , J.G VOET., 2007.** Biochimie , 2ème édition de boeck bruxel . p 604.
32. **BOULAL. A et all., 2010.** Transformation des déchets de dattes de la région d'Adrar en bioéthanol, Revue des Energies Renouvelables Vol. 13 N°3, pp. 455-463
33. **HART.T, SHEARS.P., 1999.** Atlas de poche de microbiologie, 2^{ème} tirage médecine-sciences Flammarion, Paris, pp.77-76.

Annexes



Phoeniciculture structure et production par commune dans la wilaya de Ghardaïa par Quintaux

Commune	Nombre total de palmiers				Nombre de palmiers en rapport				Production (Qx)			
	Deglet nour	Ghars	Autres	Total	Deglet nour	Ghars	Autres	Total	Deglet nour	Ghars	Autres	Total
Ghardaïa	25340	21101	107971	154412	21721	11645	112241	145607	10525	6019	52668	69212
El-Ménéa	68880	15544	70975	155399	59290	16702	67701	143693	31675	9440	31363	72478
Daya	32810	20497	27293	80600	20294	5748	26462	52504	9129	3138	11235	23502
Berriane	18128	12418	29206	59752	16054	7062	28498	51614	7332	3856	12682	23870
Metlili	41005	15953	69860	126818	40532	17075	69264	126871	24797	9275	33570	67642
Guerrara	90805	45033	55000	190838	82775	39731	46212	168718	43130	21982	20859	85971
El-Atteuf	18795	17948	15764	52507	10638	10340	15155	36133	4970	5615	7014	17599
Zelfana	79235	19691	2627	101553	72352	18050	1670	92072	37668	10415	727	48810
Sebseb	15665	5090	26664	47419	11820	3770	18602	34192	5404	2054	8080	15538
Bounoura	17790	18237	14679	50706	5828	2789	13371	21988	2605	1520	5808	9933
H El-F'hel	50628	10216	8406	69250	22942	5415	5720	34077	10706	2892	2296	15894
H El-Gara	33809	8795	44780	87384	26122	6010	44350	76482	11685	3276	19296	34257
Mansoura	28860	9147	10165	48172	19412	4925	6007	30344	10002	2685	2607	15294
Total	521750	219670	483390	1224810	411360	149480	453455	1014295	209628	82167	208205	500000

Précaution de stockage d'éthanol

- ✓ Stocker l'éthanol à l'air libre ou dans des locaux frais, bien ventilés, à l'abri de toute source d'ignition ou de chaleur (flammes, étincelles, rayons solaires...) et l'écart des produits oxydants. Le sol de ses locaux sera incombustible, imperméable et formera cuvette de rétention afin qu'en cas d'écoulement accidentel, le liquide ne puisse se répandre au dehors.
- ✓ Mettre la matière électrique en conformité avec la réglementation en vigueur.
- ✓ Interdire de fumer.
- ✓ Prendre toutes dispositions pour éviter l'accumulation d'électricité statique.
- ✓ Conserver à l'abri de l'air dans des récipients soigneusement fermés et correctement étiquetés.
- ✓ Reproduire l'étiquetage en cas de fractionnement des emballages.

Les compositions du milieu de culture utilisé (ISP2)

Extrait de levure	4 g
Extrait de Malt	10 g
D-Glucose	4 g
Agar	20 g
Eau distillé	1000 ml
pH	7.3

Résumé

Notre travail consiste en la valorisation des déchets d'une variété locale de dattes « **KSEBA** » en les transformant en éthanol. Nous avons utilisé un réacteur de 3.5 l, plongé dans un bain marie pour fixer la température de la fermentation en anaérobie à 32°, après trois jours de fermentation alcoolique et cinq heures de distillation, nous avons obtenu 50 ml d'alcool inflammable à l'air, de pH neutre d'ordre de 6, de densité égale 0.855 g/ml, nous avons aussi testé l'activité biologique de notre alcool sur quelques bactéries (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* et *Bacillus subtilis*), et nous avons remarqué que l'alcool obtenu ne manque pas d'effet par rapport à l'alcool médical concentré 95% utilisé comme témoin ,

Les différents tests effectués ont révélés de bonnes caractéristiques physicochimiques de l'alcool obtenu comparativement à l'alcool chirurgical.

Mots clés : valorisation – KSEBA – éthanol – fermentation alcoolique – distillation.

Abstract

The aim of this work, is the valorization of wasting dates named « **KSEBA** » by making ethanol, we have use reactor which size's 3,5 l and we put it in a water bath to fix temperatur at 32°C. After three days of the alcoholic fermentation and five hours of distillation we have got 50 ml of alcohol inflammabl in the air, with pH = 6 and density = 0.855 g/l. We have also tested the biologic activity in some bacteria (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Bacillus subtullis*), and we have observed that our alcohol have a similar impact as medical alcohol 95%, as reference. The laboratory results show that our alcohol which has a similar physicochimic characteristics in comparison with medical alcohol.

Keys words: valorization – KSEBA – ethanol – alcoholic fermentation – distillation.

ملخص

عملنا يتركز حول تجميع بقايا صنف محلي من التمور « كسبا » ، بتحويلها الى اثنول، قمنا باستعمال مفاعل سعته 3.5ل، موضوع في حمام مائي لتثبيت درجة حرارة التخمر اللاهوائي في 32° ، بعد ثلاثة أيام من التخمر الكحولي و خمس ساعات من التقطير، تحصلنا على 50 مل من الكحول، سريع الانتهاب في الهواء، متعادل بقيمة pH تساوي 6 ، كثافته تقدر ب 0.855 غ/ل، قمنا أيضا باختبار التأثير البيولوجي للكحول على بعض البكتيريا (*Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* و *Bacillus subtullis*) ، ولاحظنا أن الكحول المتحصل عليه كان له تأثيرا على البكتيريا بالمقارنة مع الكحول الطبي المركز 95% المستعمل كشاهد . بينت النتائج المخبرية بأن الكحول المتحصل ذو خصائص فيزيوكيميائية مشابهة مقارنة بالكحول الطبي.

الكلمات المفتاحية : تجميع - كسبا - اثنول - التخمر الكحولي - التقطير.