



République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procédés

Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies.

Filière : Génie des Procédés.

Spécialité : Génie Chimique.

Présenté par :

- Zabi Ahlam
- Messaoudi Abir

Thème :

Production de bioéthanol à partir des déchets de dattes variété Ghars

Soutenu publiquement le : 12/06/2022

Devant le jury composé de :

| | | | |
|-------------------------|------|-----------|--------------|
| Mr. Sekirifa Med Lamine | Prof | Président | UKM Ouargla. |
| Mr. Zighmi Souad | MCB | Examineur | UKM Ouargla. |
| Mr. Segni Ladjel | Prof | Encadreur | UKM Ouargla. |

Année universitaire : 2021/2022

Dédicaces

Je dédie cet humble travail à ceux à qui j'ai pensé. Cela a renforcé ma détermination à réussir dans mon travail. À qui j'espère que Dieu ne les décevra pas et que Dieu les rendra heureux avec plus de mes succès. A vous, mes chers parents, à vous mon père, qui resterez comme une lumière qui éclaire le chemin et cherche à nous rendre heureux et à nous éclairer par la connaissance et le secret de cette existence, au précieux bijou, ma chère mère et mon cher mari, qui m'a donné la force et la persévérance pour terminer mes études. Mes chers frères et à ma sœur, Et pour mon enfant qui a participé avec moi à cette recherche, O Seigneur, accorde-le-moi, sois sain et sauf, et fais-en l'un des conservateurs du Livre de Dieu. Et tous ceux qui m'ont aidé de loin ou de près, moralement ou matériellement, à accomplir cet humble travail, en particulier mes amis, et j'espère que Dieu Tout-Puissant me les préservera, ainsi que le professeur superviseur « LADJEL SEGNI » et ma gentille sœur, Meflah Siham, tous les employés et professeurs de l'Université Kasdi Merbah Ouargla, en particulier les professeurs du Département génie des procédés.

J'espère que Dieu Tout-Puissant me guidera vers ce qui est bon et durable, si Dieu le veut.

ZABI AHLAM

Je dédie cet humble travail à l'âme de mon père décédé, que Dieu lui fasse miséricorde, Muhammad, et à ma chère mère, à mon honorable famille, et à tous ceux que j'ai réunis avec mes compagnons d'étude, et à tous mes proches, et tous ceux qui m'ont apporté un soutien matériel ou moral ou même un mot qui m'encourage à atteindre l'objectif et à terminer mon parcours universitaire et à obtenir mon diplôme.

MESSAOUDI ABIR

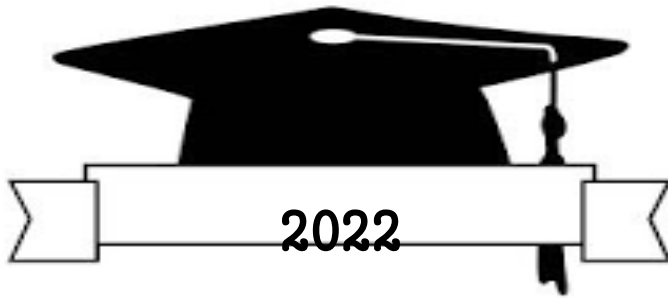


Remerciements

Nous tenons à remercier Dieu pour nous avoir donné le courage et la patience pour réaliser ce travail.

Nos remerciements Notre encadreur « LADJEL SEGNI » pour ses conseils dans cette recherche, son attention, sa patience, le suivi de toutes les informations qui y sont consignées, et son appréciation. Son respect pour nous.

Nos Remerciements aux employés et professeurs à l'Université de Ouargla, sans oublier tous ceux qu'ont aidés à la réussite de ce projet, qu'ils soient de près ou de loin...



RESUME

الملخص:

في المناطق الصحراوية، تعتبر نفايات نخيل التمر المحصول الزراعي الرئيسي في الجزائر نظرا لأهميته الاقتصادية. والهدف من هذا العمل هو إنتاج الإيثانول الحيوي من نفايات التمور المتنوعة الغرس، التي تحتوي على أملاح معدنية وفيتامينات وسكريات التي تعتبر ضروريا لأنها تحتوي على نسبة كبيرة من السكريات التي هي أساس عملية التخمير الكحولي في وسط لاهوائي باستخدام الخمائر الطبيعية لإنتاج الإيثانول الحيوي لأنه نستخدمه في عدة مجالات منها صناعة الأدوية الطبية والتجميلية والعطور ومعقمات.

الكلمات المفتاحية: الإيثانول الحيوي، نفايات التمر، التخمير الكحولي، الغرس.

Résumé :

Dans les régions désertiques, les palmiers dattiers sont la principale culture agricole de l'Algérie en raison de son importance économique. L'objectif de ce travail est de produire du bioéthanol à partir des différents déchets de dattes variété ghars , qui contiennent des sels minéraux, des vitamines et des sucres qui sont nécessaires car ils contiennent un grand pourcentage de sucres qui sont à la base du processus de fermentation de l'alcool dans le milieu anaérobie en utilisant des levures naturelles pour produire du bioéthanol parce que nous l'utilisons dans plusieurs domaines, y compris l'industrie pharmaceutique médicale et cosmétique, les parfums ..

Mots-clés : Bioéthanol, déchets de dattes, fermentation alcoolique, Ghars

Abstract:

In the desert regions, date palms are Algeria's main agricultural crop due to its economic importance. The aim of this work is to produce bioethanol from the various waste dates gharés, which contain mineral and salts, vitamins and sugars that are necessary because they contain a large percentage of sugars that are the basis of the alcohol fermentation process in the anaerobic medium using natural yeasts to produce bioethanol because we use it in several areas, including the medical and cosmetic pharmaceutical industry, perfumes .

Key words: Alcohol fermentation, Bioethanol, Date waste, Ghars.

Liste des tableaux

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau I-1 : Statistique de production par wilaya..... | 08 |
| Tableau II-2 : Taux de succès en C ₆ et en saccharose de la pulpe de dattes..... | 11 |
| Tableau III : Propriétés physiques de bioéthanol..... | 13 |
| Tableau III-1: Conditions optimales pour la préparation..... | 25 |
| Tableau III-2 : Effet de pH..... | 27 |
| Tableau III-3 Effet de température..... | 27 |
| Tableau III-4 : Effet de la quantité de levures..... | 28 |
| Tableau III-5 : Effet du temps de fermentation..... | 29 |
| Tableau III-6 : Caractéristiques de la solution mère (éthanoabsolue)..... | 31 |
| Tableau III-7 : Courbe d'étalonnage..... | 33 |
| Tableau III-8: Résultats..... | 34 |

Liste des figures et des schémas

Liste des figures:

| | |
|--|----|
| Figure I-1 : Le palmier dattier..... | 02 |
| Figure I- 2: Fruit et gaine du dattier..... | 06 |
| Figure I-3 : Dattes gharas | 06 |
| Figure I-4 : Statistique de produits..... | 08 |
| Figure II-1 : Réaction de conversion du sucre en bioéthanol..... | 19 |
| Figure III-1 : Papier pH..... | 21 |
| Figure III-2 : Agitateur magnétique..... | 21 |
| Figure III-3 : Bioréacteurs | 21 |
| Figure III-4 : Procède de distillation..... | 22 |
| Figure III-5 : Levures naturelle..... | 26 |
| Figure III-6 : Préparation de la courbe d'étalonnage | 33 |

Liste des figures et des schémas

Liste des schémas :

| | |
|---|----|
| Schéma I- 1: Production mondiale de dattes | 07 |
| Schéma I-2: Distribution de la production national de dattes..... | 09 |
| Schéma I-3: Évolution de la production des dattes en Algérie..... | 09 |
| Schéma II- 1 : Procédé technologique de fabrication de bioéthanol..... | 12 |
| Schéma II-3 : Les principales étapes de la production de bioéthanol..... | 14 |
| Schéma II-4 : Procède de la fermentation alcoolique | 17 |
| Schéma III-1 : Préparations le jeu du dettes de ghar..... | 22 |
| Schéma III-2 : Préparations du milieu de fermentation..... | 24 |
| Schéma III-3 : Fermentation du jeu de dattes..... | 24 |
| Schéma III-4 : Processus de mise en d exploitations | 25 |
| Schéma III-5 : Procède de distillation et de rectification..... | 26 |
| Schéma III-6 : Effet de pH sur le rendement en bioéthanol..... | 27 |
| Schéma III-7 : Effet de température sur le rendement en bioéthanol..... | 28 |
| Schéma III- 8 : Effet de quantité de levure sur le rendement en bioéthanol..... | 29 |
| Schéma III-9 : Effet de tempe sur le rendement en bioéthanol..... | 30 |
| Schéma III-10 : Spectre IR du Bioéthanol..... | 34 |

Liste des symboles

Liste des symboles :

Et OH : Ethanol

RON : Recherché d'octane Numéro

$C_6H_{12}O_6$: Glucose

pH : Potentiel d'hydrogène

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....I

Chapitre I / Généralités sur le palmier dattier

I-1/ le palmier dattier et dattes

| | |
|--|----|
| I -1-1 / Introduction..... | 01 |
| I -1-2 / Présentation du palmier dattier..... | 01 |
| I -1-3 / Palmier dattier en Algérie..... | 02 |
| I -1-4 / Classement du palmier dattier..... | 02 |
| I-1- 5 / Stades de croissance des palmiers | 03 |
| I -1-6 / Types de dattes | 04 |
| I-1 -7 / Les fruits de palmier dattier..... | 04 |
| I-2 -1/ Introduction | 05 |
| I -2-2/ Dattes ou Phoenix Dactylifera..... | 05 |
| I -2-3 / Types des dattes en Algérie..... | 06 |
| I-2-3-1/Dattes ghars..... | 06 |
| I -2-4/ Les zones de production de dattes dans le désert Algérien..... | 07 |
| I -2-5/ Importance des dattes | 07 |
| I-2-6/ Production mondiale de dattes | 07 |
| I-2-7/ Statistiques de production par wilaya | 08 |
| I-2-8/Distribution de la production nationale de dattes | 09 |
| I-2-9/Evolution de la production de dattes en Algérie | 09 |
| I-3- Conclusion | 10 |

Chapitre II/ Procédé de fermentation alcoolique

II-1/Le bioéthanol

| | |
|---|----|
| II-1-1\ : Introduction..... | 11 |
| II-1-2\ : Le bioéthanol..... | 11 |
| II-1-3/ Taux de Sucres en C ₆ et en saccharose de la pulpe de dattes | 11 |
| II-1-4 / Procèdes technologique de fabrication de bioéthanol | 12 |
| II-1-5/ Propriétés de bioéthanol | 13 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| II-1-5-1\ : Propriétés physiques de bioéthanol..... | 13 |
| II-1-5-2\ : Propriétés chimiques de bioéthanol..... | 13 |
| II-1-5-2-1\ : | |
| Combustion..... | 13 |
| II-1-5-2-2\ : Réaction d'oxydation..... | 13 |
| II-1-6\ : Procède de production de bioéthanol..... | 14 |
| II-1-7\ : L'utilisation de bioéthanol..... | 14 |

II-2\ : La fermentation alcoolique

| | |
|---|----|
| II-2-1/ La fermentation alcoolique | 15 |
| II-2-2/ Procède de fermentation alcoolique | 16 |
| II-2-3/ Procède de fermentation alcoolique | 17 |
| II-2-4 / Les étapes du La fermentation alcoolique | 18 |
| II-2-5/ La fermentation se déroule en trois étapes | 18 |
| II-2-6/ Réaction de conversion du sucre en bioéthanol | 19 |
| II-3- Conclusion | 19 |

PARTIE EXPERIMENTALE

| | |
|------------------------------|----|
| III-1- Introduction:..... | 20 |
|------------------------------|----|

III-2- Matériels et Méthodes

| | |
|--|----|
| III-2 -1/ Matériels utilisés : | 20 |
| III-2-2 / Méthodes utilisés :..... | 20 |
| III-2-2-1 / Papier pH :..... | 20 |
| III-2-2-2/ Agitateur magnétique | 21 |
| III-2-2-3/Bioréacteur :..... | 21 |
| III-2-2-4 /Procédé de distillation :..... | 22 |

III-3 /Protocole expérimental

| | |
|---|----|
| III-3-1/ Voie de production de bioéthanol par fermentation alcoolique..... | 22 |
|---|----|

Sommaire

| | |
|---|----|
| III-3-1-1/ Préparation du jus de dattes variété gharès..... | 22 |
| III-3-2/ Rendement en solides pour les dattes | 23 |
| III-3-2-1/ Calcul de la masse des dattes variété ghar sans noyaux..... | 23 |
| III-3-2-2/ Calcul du rendement en solides pour les dattes variété gharès | 23 |
| III-3-3/ Préparation du milieu de fermentation..... | 24 |
| III-3-4/ Fermentation du jus de dattes | 24 |
| III-3-5/ Conditions optimales pour la préparation | 25 |
| III-3-6/ Processus de mise en exploitation | 25 |
| III-3-7/ Procédé de distillation et de Rectification..... | 26 |

III-4/ Résultats et Discussions

| | |
|---|----|
| III-4-1/ Tableau 1- Effet de pH | 27 |
| III-4-1-1/ Analyse des résultats de l'effet du pH sur le rendement en bioéthanol..... | 27 |
| III-4-2- Tableau 2 : Effet de Température..... | 28 |
| III-4-2-1 : Analyse des résultats de l'effet de la température sur le rendement en bioéthanol..... | 28 |
| III-4-3/ Tableau 03 : Effet de la quantité de levures | 28 |
| III-4-3-1/ Analyse des résultats de l'effet de quantité de levures sur le rendement en bioéthanol..... | 29 |

Sommaire

| | |
|---|----|
| III-4-4/tableau 4 : Effet de Temps de fermentation..... | 29 |
| III-4-4-1/ : Analyse des résultats de l'effet de temps sur le rendement en bioéthanol | 30 |
| III-4-5/ Calcul de la densité du bioéthanol et de l'éthanol rectifié..... | 30 |
| III-4-5-1/ Calcul du poids du bioéthanol | 30 |
| III-4-5-2/ Calcul de la masse volumétrique du bioéthanol | 31 |
| III-4-5-3/ Calcul de la densité du bioéthanol..... | 31 |
| III-4-5-4/ Calcul du poids de l'éthanol | 31 |
| III-4-5-5 / Calculer la masse volumique de l'éthanol rectifié | 31 |
| III-4-5-6 / Calculer la densité de l'éthanol..... | 31 |
| III-4-6 / Caractéristiques de la solution mère (éthanol absolue)..... | 31 |
| III-4-7 /Calculer la masse molaire du bioéthanol | 32 |
| III-4-8 /Calcul des volumes d'échantillon | 32 |
| III- 4-8-1 / Préparation de la courbe d'étalonnage : 06 échantillons..... | 33 |
| III-4-8-3 /Courbe d'étalonnage | 34 |
| III-4-8-3-2/Analyse de la courbe de d'étalonnage | 34 |
| III-4-9 /Spectre IR du Bioéthanol..... | 34 |

Sommaire

III-4-9-1 /Interprétation spectre

IR34

III-5/

Conclusion3

5

Conclusion générale

Références bibliographiques

Annexes

Introduction générale

Introduction générale :

Le grand intérêt pour les biocarburants, qui sont l'une des sources d'énergie renouvelables les plus importantes, contrairement à d'autres ressources d'énergie fossile, Les biocarburants sont également obtenus à partir d'autres sources d'énergies. Tel que les cultures et déchets qui peuvent être réutilisés. [1]

Les dattes sont considérées comme l'une des cultures agricoles les plus importantes en Algérie pour leur grand intérêt dans la fabrication des biocarburants, En plus de la valeur alimentaire importante que les dattes présentent pour la population. Le palmier peut pousser dans Les terres désertiques arides et leur résistance au froid, à la sécheresse et à l'extrême salinité. [2]

Les statistiques Algériennes indiquent également que le nombre de palmiers représente environ 18 millions dans une superficie estimée à plus de 100 000 hectares d'oasis.

Il est passé d'environ 8 millions de palmiers en 1990 à environ 18 millions en 2011, soit une augmentation de 125%. Au cours de la même période, la production de dattes est passée de 200 000 tonnes à environ 750 000 tonnes, soit une augmentation de 275 % [3].

Cela démontre l'existence d'une grande variété de dattes. Étant donné que les dattes sont considérées comme des matières premières pour de nombreuses industries manufacturières, qui sont considérées comme des matières commerciales Ils ont leur place dans le marché, qui est du plus important : Sucre liquide - Jus - Vinaigre - Levure en plus de l'alcool.

Les dattes contiennent un pourcentage très élevé de sucres qui est la base de la fermentation, l'alcool produit à partir de la fermentation alcoolique des dattes a une importance majeure dans l'industrie est utilisé dans de nombreux domaines, [4] y compris la médecine, la chirurgie, Chimie industrielle, parfums et d'autres domaines. De nombreux pays développés dépendent de la canne à sucre et du maïs dans l'industrie de bioéthanol. Cependant, l'Algérie, grâce à ses grandes superficies de dattes, peut être exploitée en Production de bioéthanol. Suivre cette stratégie sera la solution parfaite pour se débarrasser des dattes endommagées et de mauvaises qualités, qui dans certains cas dépassent les 30% de la production national, équivalent annuel à 120 000 tonnes, que nous pouvons utiliser et transformer en bioéthanol et dans le développement de l'économie national et la réduction de la dépendance au pétrole.

Le sujet que nous étudions vise à produire le bioéthanol à partir des déchets de dattes variétés gharès et de donner une valeur ajoutée à nos dattes locales, ce qui encourage

Introduction générale

l'augmentation de création de nombre de post d'emplois dans notre pays et contribue au développement Des régions sahariennes.

- Le présent travail est divisé en trois chapitres :
 - Le premier chapitre présente des généralités sur le palmier dattier
 - Le deuxième chapitre est consacré à la fermentation alcoolique
 - Le troisième chapitre traite les travaux expérimentaux.
- *En fin une conclusion générale et quelques perspectives.

Chapitre I

Généralités sur le palmier dattier

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

I-1/ le palmier dattier :

I-1-1/Introduction :

Palmier dattier, *Dactylifera Phoenix* est un arbre béni connu depuis l'antiquité il se soucie de pouvoir cultiver et produire dans les versets désertiques et arides, même dans les versets les plus sombres. Et il a joué un grand rôle dans la province pour pouvoir faire face à ces environnements, où non On peut parler de dattes sans mentionner la datte, qui est une source vi- tale. [1]

Dans ce chapitre, nous mènerons une étude simplifiée de la théorie sur les dattes, dans laquelle nous aborderons l'habitat de Al-Nakhail et certaines parties du pays, la production de dattes et les oasis de production, en plus de certains types de dattes ses composants

Ainsi que ses bienfaits nutritionnels et thérapeutiques.

I-1-2/Présentation :

Le palmier dattier est un type de plante à fleurs de la famille Phoenix [1]. Il se compose d'une longue tige verte et mince. Lorsque le palmier est jeune, il devient gris avec l'âge ses feuilles sont appelées frondes et leur base est molle vert et la couleur de la structure de base se composé de feuilles courbes en forme d'aiguilles. Il a une pointe dure pointue et la paume contient 30 à 50 frondes. Deux de ses fleurs sont soit blanc crème, soit jaunes, le même palmier contient à la fois des fleurs mâles et femelles, les fleurs femelles sont de plus grande taille et se composent de trois pétales, trois coupes et centrées à la base du palmier, tandis que le mâle, petit de taille et s'étendant jusqu'aux extrémités, composé de trois pétales, coupe divisée à trois lobes, les palmiers mesurent généralement 10 à 15 mètres de haut, certains d'entre eux pouvant atteindre 30 mètres de hauteur. [2]

La figure suivante montre une présentation schématique du palmier dattes :

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

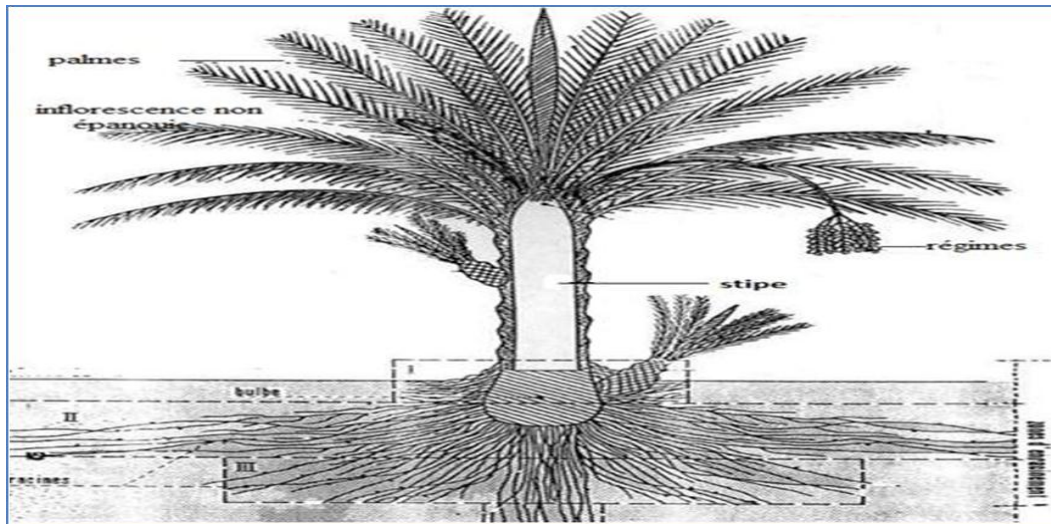


Figure I- 1 : Le palmier dattier.[4]

I-1-3/Le palmier dattier en Algérie :

La richesse des palmiers en Algérie est estimée à environ 18 millions de palmiers, et elle produit plus de 01 million de tonnes de dattes par an, une grande partie de cette production est de haute qualité internationale, ce qui fait L'Algérie est l'un des plus importants pays producteurs de dattes au monde, et le premier pays à produire des dattes de la marque DegletNour, [2].

I-1-4/ Classement du palmier dattier :

Le palmier dattier appartient au genre *Phoenix Dactylifera* selon la classification du monde végétal. L'origine suédoise est Linus, et il prend la division botanique suivante dans le règne végétal [5] :

- Type** : Végétarien
- Division** : Vasculaire
- **Sous-division** : Angiospermale
- **Classe** : Monocotylendoneae
- **Ordre** : Palma (A recaques)
- **Famille** : des Palmacées (Acéracée)
- **Genre** : Phénix
- Espèce** : *Dactylifera*

I-1-5/Stades de croissance des palmiers :

Le palmier passe par plusieurs étapes depuis le début de sa croissance, en passant par la production de fruits, jusqu'à sa mort, et les quelques lignes suivantes montrent le cycle de vie du palmier :

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

- **Stade de germination** : le stade de croissance des racines de la graine, l'aplatissement de la plante de la graine à la surface du sol et la croissance de la première feuille dessus.
- **Stade de croissance verticale** : La plante suit la lumière du soleil et grandit verticalement, de nouvelles feuilles apparaissent par le haut et de vieilles feuilles tombent le long du tronc.
- **Phase de croissance cylindrique** : La tige du palmier commence à s'élargir et à se dilater constamment à partir du bas et l'arbre se dresse par le haut, produisant une jambe cylindrique, divisée en plusieurs parties au niveau horizontal unique.
- **Stade de floraison** : Une fois que le palmier a grandi et grandit, il commence à fleurir pendant les saisons chaudes, et les fleurs de palmier semblent petites et regroupées les unes sur les autres, et ces arbres peuvent fleurir chaque année, ou une fois pendant tout leur cycle de vie.
- **Phase de fructification**: Les fleurs de palmier féminines doivent être pollinies avec le pollen des arbres masculins, afin que ces fleurs puissent être maintenues et transformées en fruits, et les abeilles ou les chauves-souris jouent généralement un rôle important dans le processus de transport du pollen, et les fruits (dattes) poussent sur les palmiers en grands groupes ou groupes, prêts à être récoltés après leur pleine maturité, et ce processus se répète tout au long du cycle de vie du palmier qui s'étend sur des années.
- **Stade de la cour** : La jambe de palmier par le bas commence à flétrir ou à sécher, les frondes et les feuilles cylindriques de sa jambe cessent de croître, ce qui indique que la paume commencera à mourir et peut également mourir de causes naturelles telles que des catastrophes et des vents violents.

I-1-6/Types de dattes palmier :

Il existe différents types de palmiers, dont le plus important est le palmier dattier, qui produit des fruits délicieux, nutritifs et très célèbres au Moyen-Orient, supportant des conditions environnementales difficiles, telles que la sécheresse, le manque d'eau; températures élevées, qui poussent sur environ 30 mètres et varient en longueur de 3 à 5 mètres.

* Les palmiers zombies sont célèbres à Hispaniola, en particulier dans les zones de collines sèches, poussant à des altitudes relativement basses allant jusqu'à 3 mètres, faisant toujours pousser de plus petites branches à côté d'eux, produisant des fruits blancs circulaires et pouvant résister à la sécheresse.

* Wind Mill Palm, un palmier moulin à vent chinois, avec un nom scientifique (Trachycarpus) et le Japon, la Chine, le Myanmar et l'Inde sont son habitat naturel, une espèce à feuilles persistantes, d'environ 30 mètres de haut, 2 à 4 mètres de large, et le plus

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

caractéristique de ce type de palmier est qu'il Il résiste au froid extrême, contient des gènes résistants aux maladies et aux ravageurs agricoles, et ne nécessite pas beaucoup d'efforts pour en prendre soin.

* King Palm, nommé d'après son look élégant, ses feuilles vert vif frappantes, ses fleurs printanières attrayantes, ses torsos minces multicolores et ses feuilles enroulées les unes autour des autres, cultive ce type de palmier en Californie/ et se caractérise par le fait qu'elle n'a pas besoin de soins intensifs pour sa croissance.

*Triangle Palm pousse dans la forêt tropicale méditerranéenne, car il a besoin d'un environnement chaud et humide pour pousser, jusqu'à environ 15 mètres de haut, et peut être cultivé en Californie et à Hawaï.

I-1-7/Les fruits de palmier :

Les avantages du palmier ne se limitent pas aux aspects précédents, mais produisent des fruits aux avantages étonnants, appelés dattes, dattes ou humides, et ces fruits sont considérés comme un aliment intégré qui contient un pourcentage élevé de la plupart des nutriments, minéraux et vitamines dont le corps a besoin quotidiennement pour pouvoir effectuer ses processus vitaux et maintenir la santé de ses organes internes et externes, de sorte qu'il contient des protéines et du calcium qui aident à développer et à renforcer le corps, ainsi que l'élément fer qui protège contre la pauvreté Sang. Ses fruits sont utilisés pour traiter les problèmes digestifs, en particulier la constipation, et sont utiles pour les hémorroïdes et les irritations du côlon, et réduisent considérablement la probabilité d'intoxication alimentaire. Il est utile pour traiter les problèmes de peau, en particulier les allergies, et est utilisé pour traiter les problèmes de haute pression. Entrez dans la fabrication de saccharose et de mélasse. Il est très utile pour les femmes enceintes, en particulier dans les périodes récentes de la grossesse, car il facilite le processus d'accouchement, réduit les douleurs d'accompagnement et réduit le risque de fausse couche. Utile pour les personnes obèses et en excès de poids.

Les dattes:

I-2-1/ Introduction :

Les dattes sont un fruit béni, choisi par Dieu, le Béni et Exalté, comme nourriture Un aliment, un médicament et une boisson pour l'homme, et les dattes sont considérées comme l'un des aliments à haute valeur nutritionnelle. Contient les principaux nutriments tels que les sucres, les acides organiques et les graisses protéines, fibres alimentaires et autres, et il contient également une grande quantité d'antioxydants. A, et un groupe de vitamines B, et contient également de bonnes quantités de vitamines telles que la vitamine C Les dattes ont été qualifiées de mine pour leur richesse en minéraux et nutriments.[6].

I-2-2 / Les dattes Phoenix dactylifera :

Les dattes sont connues comme les fruits du palmier qui contient un noyau solide entouré d'un tissu appelé tissu mésenchymateux. La partie qui est mangée est la partie charnue, et elle se compose de :

- Une membrane cellulosique très fine.
 - **Pulpe** : C'est la texture changeante selon la quantité de sucre et la couleur du fruit.
 - **Membrane interne** : C'est un tissu fibreux qui entoure le noyau et qui a une couleur claire.
- Les dimensions du fruit sont très variables selon le type, allant en longueur de 2 à 8 cm. Et ça pèse aussi 2 à 8 g et suit ce changement de forme, de poids et de couleur du blanc jaunâtre au noir ou Rouge selon le type de dattes. [7]



Figure I-2 : Fruit et graine du dattier[8]

I-2-3/ Types de dattes en Algérie :

Les types de dattes diffèrent selon le lieu de plantation, et on les trouve dans les zones chaudes et zones arides du monde, leurs noms diffèrent d'une région à l'autre selon les traditions zone. Ce sont quelques-uns des noms d'espèces connues et diffusées en Algérie, où

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

on le trouve en Algérie 1- Al-ghars ; 2-Deglet Noura ; 3-Arshti ; 4-Daghla Blanche Environ 950 variétés de dattes dont les plus importantes sont : L'un des types de dattes dont nous avons parlé est la datte de la plante.

I-2-3-1 /Dattes ghars :

Elle est considérée comme l'un des types de dattes les plus répandus dans les basses zones désertiques. En Algérie, le rendement moyen du palmier est de 30 kg, et son palmier est résistant au sel et ses fruits sont mûrs Tôt.



Figure I-3 : Image Dattes ghars

I-2-4 / Les zones de production de dattes dans le désert algérien :

* OuedRiga : Ouargla, Touggourt. * Oasis : Vallée du M'Zab. * Toat : Adrar, Reggane.
 * Bouteille : Timmon. * Saura : Bachar. * Hoggar : Tamanrasset. *Tydilecte : Ain Saleh.
 *T'admis : imprenable. * Ziban : Biskra, Boussaâda, Tolka. * WaidSoufi : la vallée. [9]

I-2-5/ L'importance des dattes :

L'importance des dattes peut être résumée comme suit :

- 1 - Comme aliment qui contient d'excellentes protéines végétales simples et faciles à digérer.
- 2- Utile pour traiter l'anémie (anémie), car il contient du fer, du cuivre et de la vitamine B 2 Il contient tous les minéraux importants pour le corps, en particulier le système nerveux.
- 3 - Contient un bon pourcentage de fibres pour prévenir la constipation.
- 4 - Protège le gros intestin du cancer.
- 5- Réduit le taux de cholestérol dans le sang et prévient l'artériosclérose car il contient de la pectine.[10]

I-2-6/ Production mondiale de dattes :

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

Le tableau suivant représente la production mondiale de dattes dans certains pays arabes [11].

10³Tonne/an.

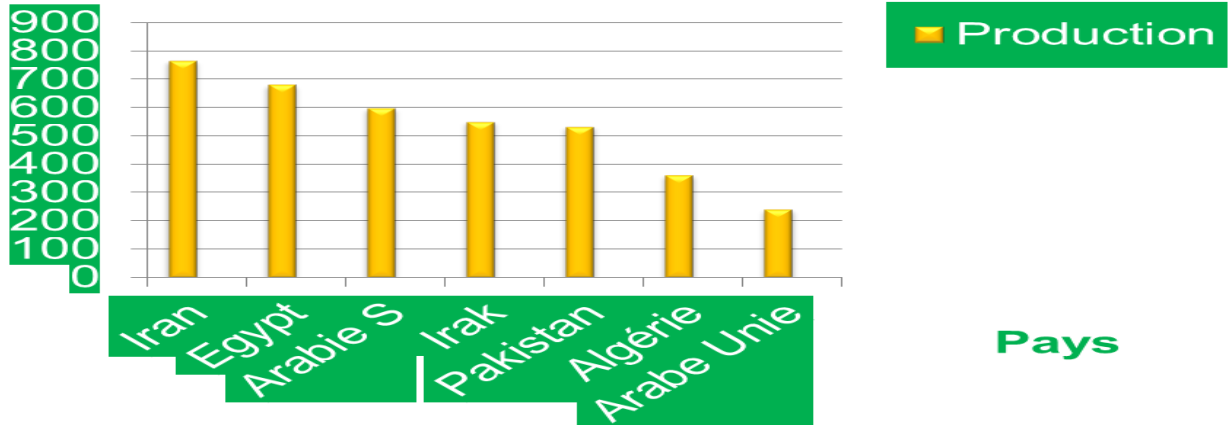


Schéma I- 1: Production mondiale de dattes

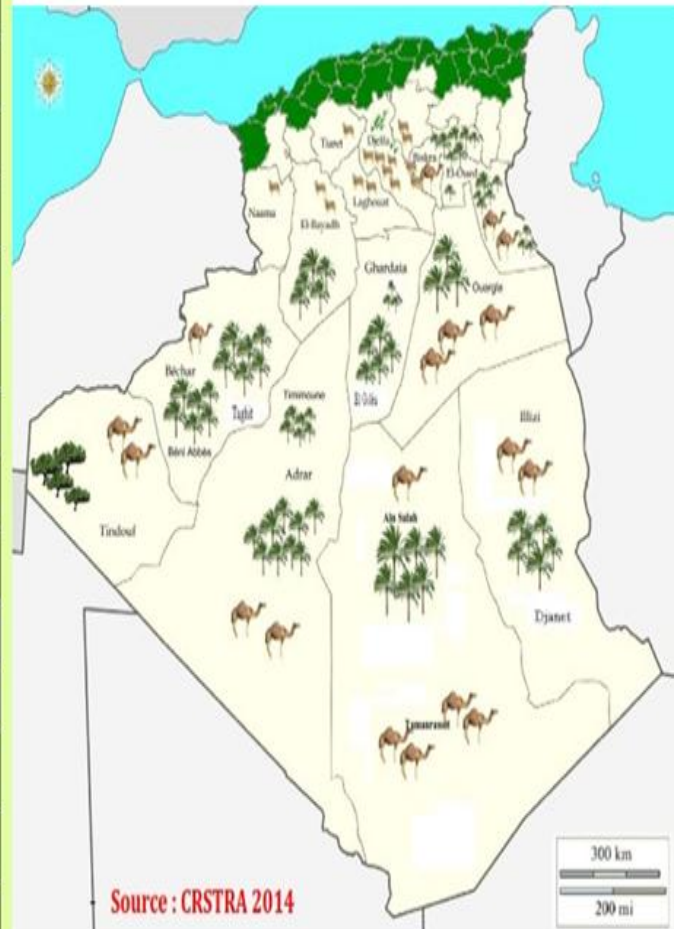
Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

I-2-7/ Statistique de production par wilaya :

Ce tableau et cette carte nous montrent les dates des statistiques de production dans certains états d'Algérie pour 2014. [11]

| Wilaya | Production (quintals) | Number of date-palms | Surface area (hectares) |
|----------------|-----------------------|----------------------|-------------------------|
| Biskra | 4.077.900 | 4.315.100 | 42.910 |
| El Oued | 2.474.000 | 3.788.500 | 36.680 |
| Ouargla | 1.296.300 | 2.576.600 | 21.980 |
| Adrar | 910.300 | 3.799.000 | 28.330 |
| Ghardaïa | 565.000 | 1.246.500 | 10.850 |
| Béchar | 300.500 | 1.639.800 | 14.120 |
| Tamanrasset | 109.400 | 688.900 | 7.000 |
| Khenchela | 68.200 | 124.400 | 770 |
| Tébessa | 20.500 | 61.800 | 820 |
| Laghouat | 16.200 | 37.300 | 320 |
| Illizi | 15.600 | 129.100 | 1.250 |
| Batna | 14.000 | 28.700 | 190 |
| El Bayadh | 10.300 | 63.900 | 640 |
| Naama | 10.200 | 50.600 | 510 |
| Tindouf | 8.400 | 45.200 | 430 |
| Djelfa | 6.800 | 10.100 | 100 |
| M'Sila | 0 | 0 | 0 |
| Total : | 9.903.600 | 18.605.100 | 166.900 |

Statistique de production par wilaya



Superficie totale : 2 381 741 km²

Tableau I-1 : Statistique de production par wilaya **Figure I-4 :** Statistique de production par wilaya

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

I-2-8/Distribution de la production nationale de dattes :

Ce schéma représente la répartition de la production de dattes dans notre patrie Algérie. [11]

Distribution de la production nationale de dattes

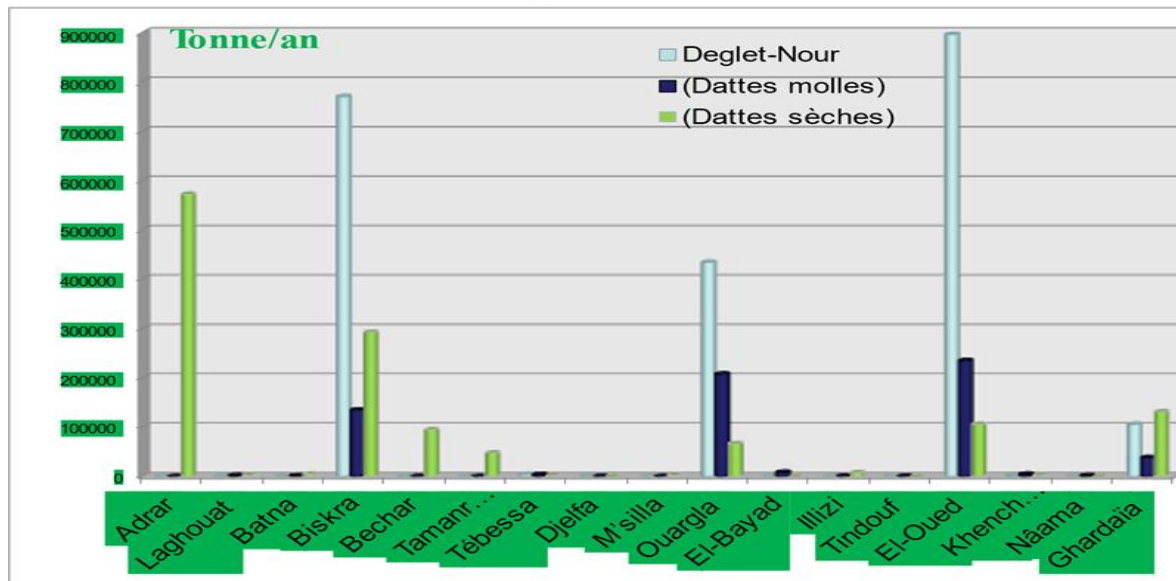


Schéma I- 2 : Distribution de la production national des dattes.

I-2-9/Evolution de la production de dattes en Algérie :

Ce graphique montre l'évolution de la production de dattes en Algérie à partir de 2012/2017.

[11]

Evolution de la production de dattes en Algérie

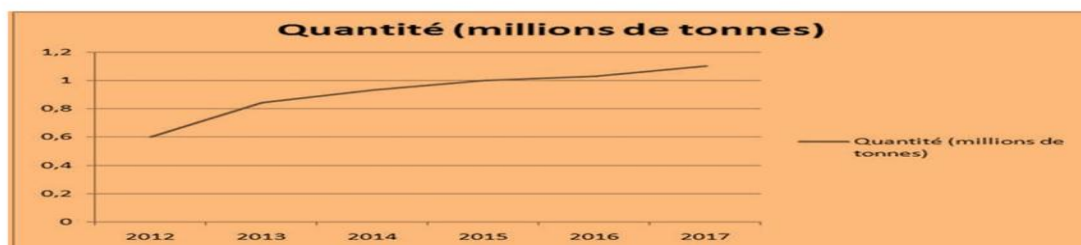


Schéma I- 3 : Evolution de la production de dattes en Algérie.

Chapitre I Généralités sur le palmier dattier

I-3- Conclusion :

Il ressort clairement de notre étude dans ce chapitre que les dattes sont considérées comme l'un des aliments complets les plus importants. Il contient de nombreux nutriments importants. Il est également considéré comme une matière première dans de nombreuses industries transformatrices en raison du grand nombre de ses dérivés et de son importance nutritionnelle et thérapeutique.

CHAPITRE II
PROCEDE DE FERMENTATION
ALCOOLIQUE

II- 1 / Le bioéthanol

II-1-1 / Introduction :

Le bioéthanol ou L'éthanol biologique est extrait des plantes telles que : la canne à sucre, ou les céréales : telles que le maïs et le blé. En grande quantité par des processus de fermentation et de distillation, l'éthanol est considéré comme une alternative à l'essence il est utilisé Comme carburant pour les voitures après l'avoir mélangé avec de l'essence dans des proportions variables, sans plomb, et cela se fait dans les usines . L'éthanol est spécialisé et les types les plus largement utilisés sont :

- 10% éthanol et 90% benzène.
- 85 % d'éthanol et 15 % de benzène.

II-1-2/ Le bioéthanol :

Bioéthanol sont l'alcool éthylique, l'alcool de grain, le C_2H_5OH ou l'EtOH. C'est un liquide incolore et inflammable avec une belle odeur distinctive. Dans une solution aqueuse diluée, il a une saveur assez sucrée, mais dans les solutions plus concentrées, il donne une sensation de brûlure au goût. Le bioéthanol est produit par fermentation alcoolique.[12]

II-1-3/ Taux de Sucres en C_6 et en saccharose de la pulpe de dattes :

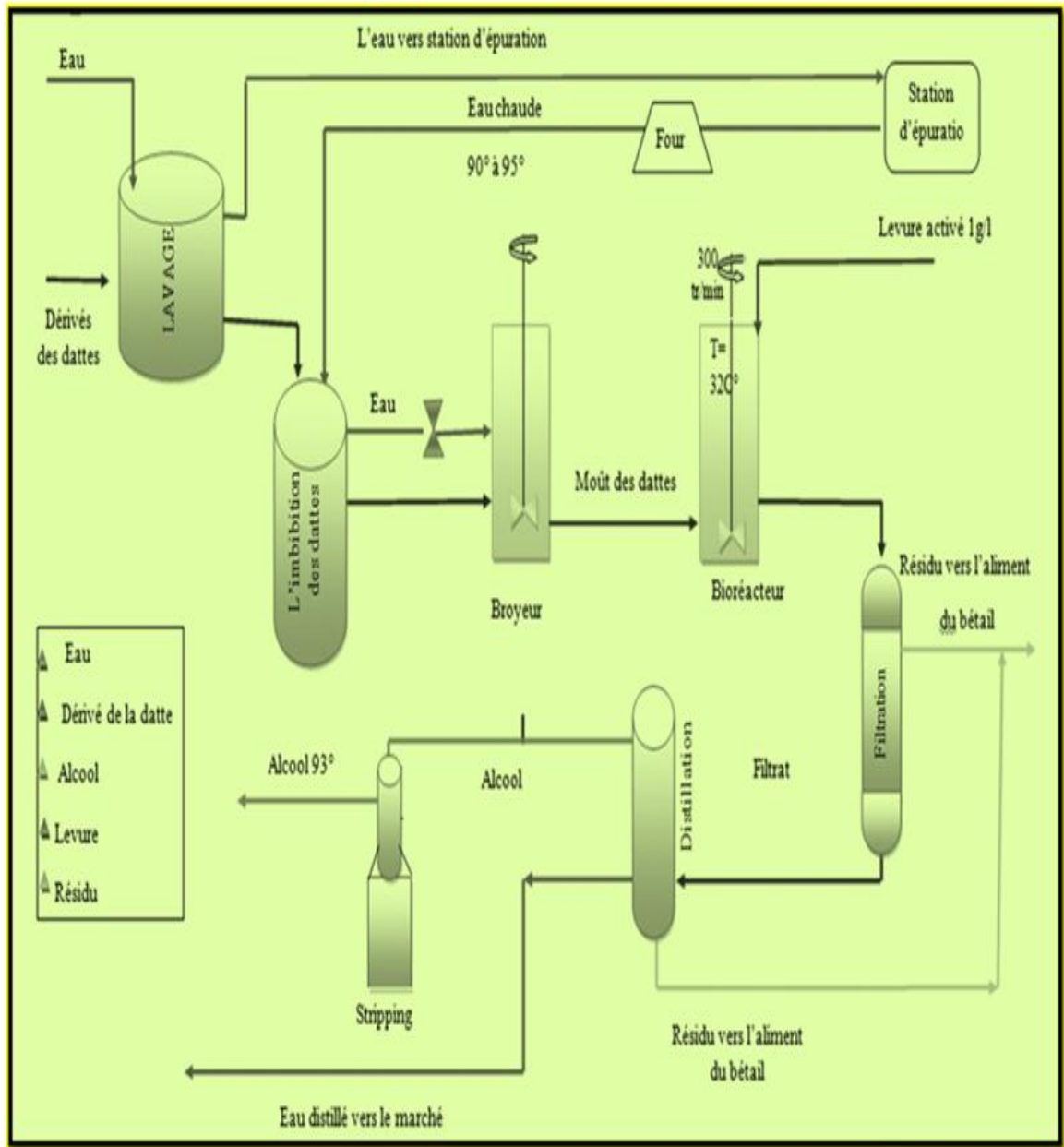
Ce tableau nous montre la teneur en sucre de C_6 et de saccharose de la pulpe des dattes. [11]

| Variété de Dattes | Sucre en C_6 % | Saccharose % | Sucre totaux % |
|--------------------|---------------------|-----------------|----------------|
| <i>Deglet-Nour</i> | 80.00 | 5.00 | 85.00 |
| <i>Gharès</i> | 78.80 | 0.90 | 79.70 |
| <i>Degla-Beida</i> | 20.00 | 52.00 | 75.10 |

Tableau II-1 : Taux de Sucres en C_6 et en saccharose de la pulpe de dattes.

II-1-4 / Procèdes technologique de fabrication de bioéthanol :

Procédés technologiques de fabrication de Bioéthanol



Schema II-1: Procèdes technologique de fabrication de bioéthanol. [11]

II-1-5/ Propriétés de bioéthanol :**II-1-5-1/ Propriétés physiques de bioéthanol :**

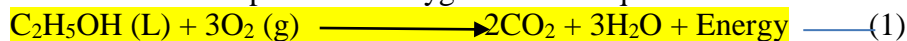
Ce tableau nous montre les propriétés physiques du bioéthanol.

| | |
|-----------------------------------|---|
| Valeur calorifique | 27.3 M/Kg |
| Viscosité dynamique | 1,2 Pa.s |
| Densité | 794 kg/m ³ |
| Degré d'évaporation | 78,5 °C |
| 15,5 °C gravité spécifique | 0,79 |
| Solubilité | Il se mélange avec de l'eau et du benzène |
| Température de congélation | - 114,3 |
| Indice d'octane RON | 98,0 |

Tableau II-2 : Propriétés physiques de bioéthanol. [13]

II-1-5-2/ Propriétés chimiques de bioéthanol :**II-1-5-2-1/ Combustion :**

L'éthanol brûle en présence d'oxygène selon l'équation suivante :

**II-1-5-2-2/ Réactions d'oxydation :**

L'éthanol réagit en présence d'un agent oxydant et d'un milieu acide de la manière suivante :



Les moteurs de voiture doivent apporter des modifications et des ajouts pour pouvoir utiliser L'éthanol, et les constructeurs automobiles, menés par l'américain Ford et le Suédois Volvo, travaillent sur l'éthanol Produire des modèles spéciaux de voitures adaptées à l'utilisation de biocarburants en les dotant de moteurs capables de Reconnaître le type de carburant.[13]

II-1-6/ Procédés de production de bioéthanol :

Quel que soit le substrat transformé, tout procédé de production de bioéthanol passe par 3 étapes : conversion de la biomasse en sucres, fermentation et récupération de l'éthanol par Distillation (Schéma II-3).

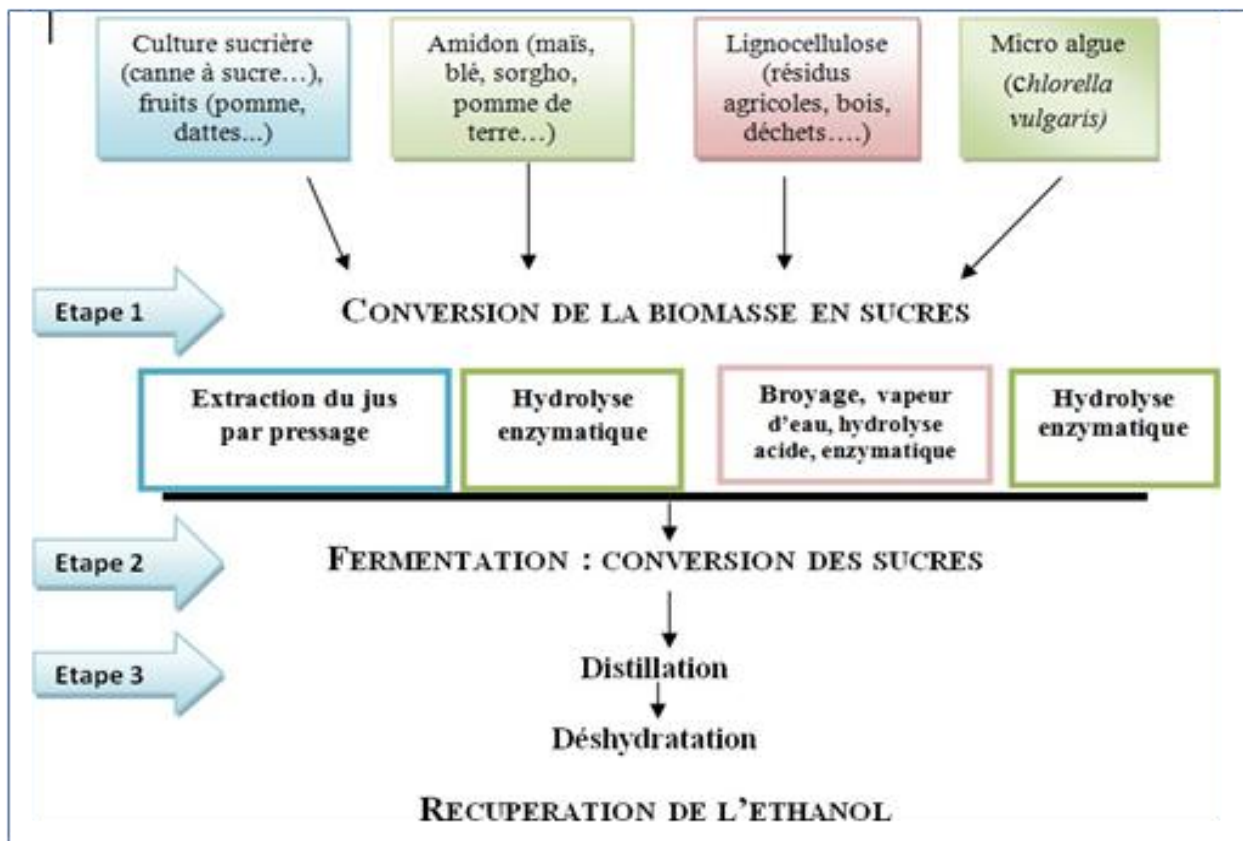


Schéma II-3 : Les principales étapes de la production d'éthanol. [14]

II-1-8/ L'utilisation du bioéthanol :

Le bioéthanol contient 35% d'oxygène, ce qui permet une réduction d'émission de Matière particulaire. L'utilisation de bioéthanol réduit de 7% la quantité de CO₂ émise par Rapport à l'essence (Demirbaset al. 2010). Par ailleurs, le bioéthanol se caractérise par un indice d'octane très élevé. Un fort indice d'octane indique une résistance élevée à la détonation provoquée par un allumage prématuré assurant une haute performance du moteur, notamment sur le plan de la puissance développée. L'éthanol joue à ce titre le rôle des dérivés du plomb autrefois présents dans l'essence (CRAAQ,2008).[15]

L'éthanol peut remplacer partiellement ou totalement l'essence. Il existe plusieurs types de carburants contenant de l'éthanol la plupart sont des mélanges d'essence et d'éthanol à différentes proportions.

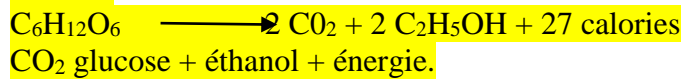
II-2 / La fermentation alcoolique :

II-2-1/ La fermentation alcoolique :

La fermentation de l'alcool est un processus effectué par de nombreux micro-organismes. Pour eux, l'éthanol n'est qu'un sous-produit de la production d'énergie, cette dernière étant principalement dédiée à sa reproduction.

Le saccharose (sucre à 12 atomes de carbone) est dissous dans le glucose (sucre à 6 atomes de carbone) grâce aux enzymes de levure. En l'absence d'air (anaérobie), la levure effectue un métabolisme de fermentation qui conduit à la formation de dioxyde de carbone, d'éthanol et d'énergie:

Levures



La fermentation alcoolique consiste à transformer les sucres fermentescibles en anaérobiose par des levures en alcool et gaz carbonique avec dégagement de calories selon la réaction suivante :



Les souches de *Saccharomyces* tolèrent généralement de fortes concentrations en éthanol mais par contre sont sensibles à l'effet glucose. Il faut noter également que ces souches ont la particularité de sédimenter dans le milieu en fin de fermentation. Ce phénomène de floculation est un élément favorable pour la séparation des levures. [10] Lors de la fermentation alcoolique, on peut observer :

- Un dégagement de gaz carbonique.
- Une augmentation de la température, du milieu.
- Une accentuation de la couleur.
- Un changement d'odeur et de saveur, au début le liquide est sucré et à mesure de la fermentation, il devient de plus en plus alcoolisé et acide ;
- Une diminution de la densité due à la transformation des sucres en alcool ;
- Une augmentation du volume, due à l'augmentation de la température et au gaz carbonique qui s'échappe.

II-2-2/ procédé de fermentation alcoolique :

L'éthanol est produit principalement par trois grands types de procédés de fermentation alcoolique :

- **Fermentation type batch** : ce sont des procédés discontinus. Ces cultures constituent des systèmes clos pour la phase liquide. Il n'y a pas d'addition d'éléments au milieu et la culture se développe jusqu'à ce qu'il y ait carence d'au moins un nutriment essentiel ou jusqu'à ce qu'une modification importante de l'environnement (pH, accumulation de produits toxiques) bloque la croissance. Ces types de cultures n'ont pas des

rendements constants, car la composition du milieu évolue au cours de la fermentation. Pour augmenter la productivité, les levures peuvent être récupérées d'un batch sur l'autre (batch recyclé) (Cot,2006).[14]

- **Fermentation type Fed-batch** : Ces cultures sont alimentées de façon séquentielle ou continue en éléments nutritifs et substrats. La conduite en mode Fed-batch permet d'atteindre de plus hautes concentrations en biomasse et produits que le mode batch en évitant l'inhibition par la concentration en substrat, la limitation en éléments nutritifs et en réduisant les effets toxiques des produits par dilution lors des apports (Roukas,1994).[16]
- **Fermentation type continu** : le réacteur en mode continu est un système ouvert, dans lequel le milieu de culture est continuellement additionné, et le milieu de fermentation qui contient les métabolites produits est continuellement extrait, avec un volume réactionnel constant (Sanchez,2008)[1°]

II-2-3/ procédé de fermentation alcoolique :

Ce graphique nous montre le procédés de fermentation alcoolique.

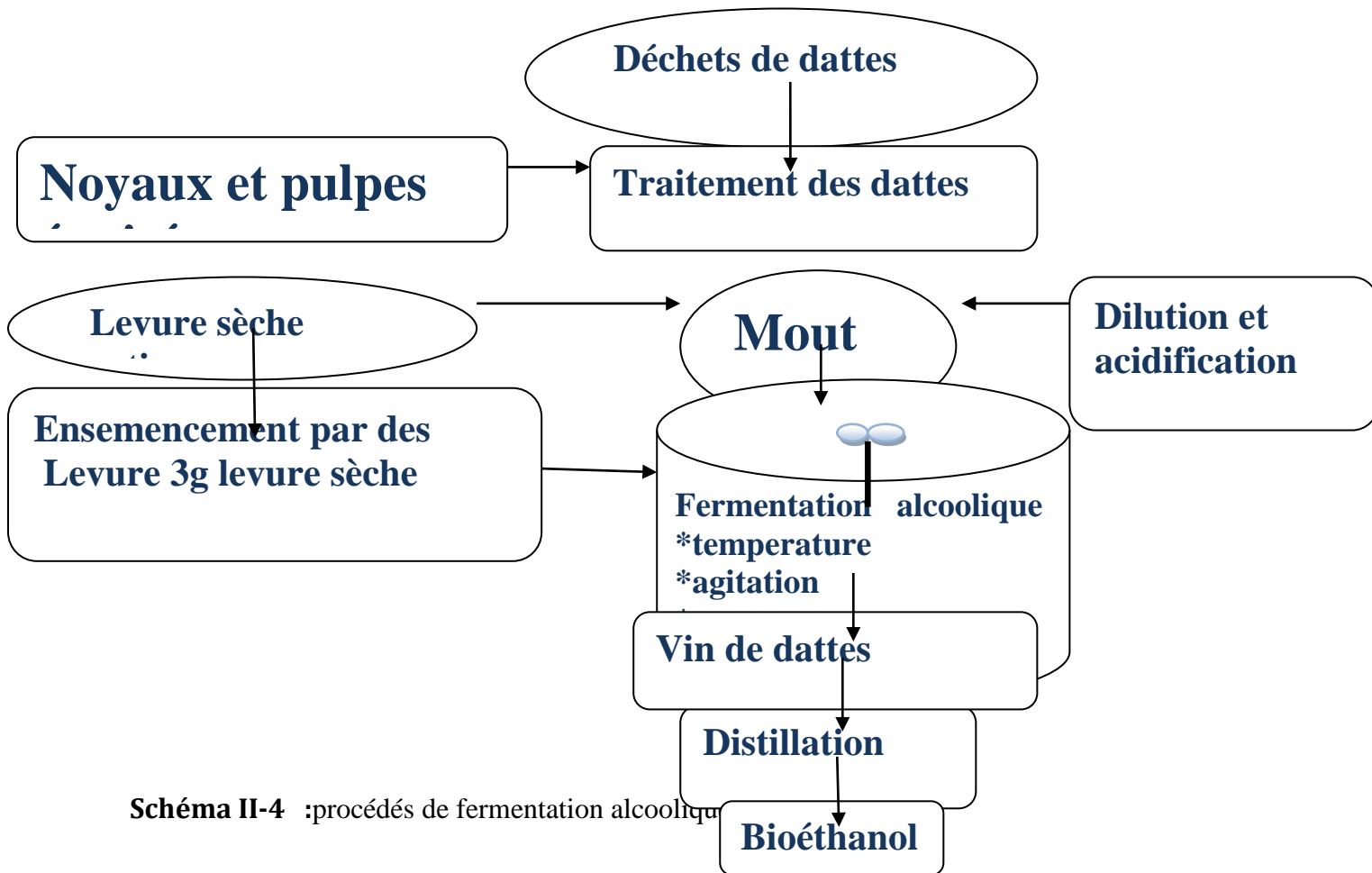


Schéma II-4 : procédés de fermentation alcoolique

II-2-4 /Les étapes dula fermentation alcoolique :

La production d'éthanol à partir des déchets de dattes est incluse. Dans les étapes suivantes :

- Laver les dattes de plantation,
- Mettre en eau chaude (extrait 32°C)
- Dénoyauté Les noyaux
- Mesurer les pulpes de dattes dans l'eau chaude (32 °C)
- Filtrer le jus
- Vérifier son indice de Brix
- Ajouter de l'eau diluée, de tampon pH 5 et de la levure.
- Fermer le réacteur et maintenir à 32 °C en anaérobie pendant 72 heures
- Distillation du vin de dattes, on obtient du bioéthanol.

II-2-5/ La fermentation se déroule en trois étapes :

Avec la première phase de latence, au cours de laquelle les micro-organismes s'habituent à leur nouvel environnement. Elle peut être plus ou moins longue selon le stress causé par cet

environnement. Vient ensuite la phase de développement exponentiel, qui se termine par une phase fixe qui commence lorsque les nutriments commencent enfin. La concentration d'éthanol atteint alors le maximum et peut commencer à diminuer.

- * La fermentation de l'alcool se fait dans un milieu riche en sucre.
- * Une déchet de dattes variété ghars est insérée dans le fermenteur, puis inoculée avec un milieu de pré-fermentation.
- * La fermentation dure de 48 à 72 heures et la température est réglée à 32°C.

II-2-6/ Réaction de conversion du sucre en bioéthanol :

La conversion de ces sucres est soumise à la voie du phosphate de pentose, à la décomposition du sucre, à la voie Entner-Doudorof, etc. Étant donné que certaines enzymes sont spécifiques aux micro-organismes, il convient de noter que le processus de conversion des sucres en éthanol varie en fonction des micro-organismes utilisés dans la fermentation. L'équation générale pour la production de bioéthanol à partir de mono sacchariques est la suivante :

Réaction de conversion du sucre en Bioéthanol :



Figure II-2 : Réaction de conversion du sucre en bioéthanol.(Bou noua, 2017)

II-3-Conclusion :

Notre étude dans ce chapitre s'est concentrée sur la façon dont l'éthanol est produit et le processus de fermentation alcoolique Aux propriétés et productions les plus importantes au niveau mondial.

PARTIE EXPERIMENTALE

PARTIE EXPERIMENTALE

III-1/ Introduction :

Les sucres présents dans les dattes variété ghars sont utilisés pour produire du bioéthanol afin que la fermentation alcoolique anaérobie se déroule pour produire du bioéthanol.

Nos expériences en laboratoire nous ont montré que les composants des dattes d'implantation sont idéaux pour la production de bioéthanol ; la forte concentration des substances sucrées dans les dattes et la présence de nutriment Pour que la levure favorisent la formation de bioéthanol.

III- 2/ Matériels et Méthodes :

Ce travail a été mis en œuvre au laboratoire de génie des procédés Centre de Recherche Scientifique de l'Université de Kasdi Merbah Ouargla pole n° 03 .

III-2-1/ Matériels utilisés :



1-Dattes ghars.



2- levures



3- Milieu Tampon pH=(4 – 5)

III-2-2/ Méthodes utilisés sont :

II-2-2-1/ Papier pH :

Le papier pH En d'autres termes, l'indicateur de pH est un détecteur chimique d'ions hydrogène. La substance modifie généralement la couleur de la solution en fonction de son pH. Les indicateurs de pH sont généralement constitués d'acides ou de bases faibles qui, lorsqu'ils sont ajoutés à une solution, lient les ions hydrogène ou les ions hydroxyde. Le changement de couleur résulte des différents profils dans lesquels l'indicateur peut être associé à ces ions. Étant donné que le résultat de l'examen des solutions à l'aide de cet indicateur dépend de la détermination de la couleur résultant de l'addition, le résultat n'est pas d'une grande précision.



Figure III-1 : Papier

pH

PARTIE EXPERIMENTALE

III-2-2-2/ Agitateur magnétique :

**Figure III-2
magnétique.**



:Agitateur

III-2-2-3/ Bioréacteur :

Un bioréacteur est une cuve dans laquelle sont mis en œuvre un ou des procédés chimiques impliquant des organismes vivants ou des substances actives biochimiques provenant de divers organismes. Ce sont des processus anaérobies.

Figure III-3 :



Bioréacteur.

III-2-2-4/ Procédé de distillation :

Dispositif de distillation et de rectification, Il est constitué de chauffe ballon Qui, à son tour, est relié à un thermomètre pour surveiller la température du flux de vapeur libéré pendant le chauffage relia à condensateur de vapeur , d'un ballon pour recueillir le produit du processus de distillation.



Figure III-4 : Procédé de distillation

III-3 /Protocole expérimental :

III-3-1/ Voie de production de bioéthanol par fermentation alcoolique :

III-3-1-1/ Préparation le jus de la datte de gharès :

Afin de préparer le jus de dattes, on a pesée 1000 grammes de dattes variétés gharès, laver à l'eau froide puis le chauffer dans 3 litres d'eau distillée à une température de 90 °C

PARTIE EXPERIMENTALE

avec agitation continue toutes les 5 minutes pendant environ deux heures pour faciliter le processus de fusion du sucre dans l'eau après En filtrant le jus avec un dispositif de filtration on obtient le jus .



Schéma III-1 : Préparation le jus du dattes de ghars .

III-3-2/ Rendement en solides pour les dattes de ghars :

III-3-2-1/ Calcul de la masse les dattes de gharès sans de noyaux :

m_n : Masse des noyaux.

m_g : Masse des dattes gharès.

m : Masse des dattes gharès sans noyaux.



$m_n=120.77g$

$m_g=1000g$

$$m = m_g - m_n$$

$$m = 1000 - 120.77 = 879.23$$

$$m = 879.23$$

III-3-2-2/ Calcul du rendement en solides pour les dattes variété g

La masse sans de noyaux \longrightarrow 100 %

La masse de noyaux \longrightarrow X %

879.23 g \longrightarrow 100 %

120.77 g \longrightarrow X %

PARTIE EXPERIMENTALE

$$X \% = 120.77 * 100 \% / 879.23$$

$$X \% = 13.7358 \% \approx 14 \%$$

III-3-3/ Préparation du milieu de fermentation:

Nous pesons 3 grammes de levure biologique on ajoute 100 millilitres d'eau distillée, plaçons quelques gouttes de solution tampon pH 04 et mesurons avec pH mètre le milieu de fermentation pH entre 4 et 5.



Schéma III-2 : Préparation du milieu de

fermentation.

III-3-4/ Fermentation du jus de dattes :

Dans ce processus, le jus de dattes est converti en bioéthanol à l'aide d'un dispositif de bioréacteur qui contient un thermomètre pour mesurer la température et un dispositif de récupération du CO_2 dans lequel nous plaçons un ballon pour former le gaz puis mettre le réacteur dans un bain-marie et ajuster la température à 32°C

Laisser ce processus pendant 72 heures.



PARTIE EXPERIMENTALE

Schéma III -3 : Fermentation du jus de dattes

***Remarque :**

Notez que le processus de fermentation a duré 72 heures, cette opération a duré 3 jours - le 6 février 2022 à 14h00 au 8 février 2022 à 14h00.

III-3-5/ Conditions optimales pour la préparation :

| Eléments | Quantité |
|-------------------------|----------------------|
| Dattes ghars | 1000g |
| Eau distillée | 3L |
| Levures | 3g |
| Solution tampon de pH 4 | Goutte |
| pH | Acide Faible (4 – 5) |
| Température | T= 32 °C |
| Temps | t = 72 h |

Tableau III-1 : Conditions optimales pour la préparation.

III-3-6/ Processus de mise d'exploitation :

Après la fermentation du jus pendant 72 heures, on passe à l'étape de filtration, le filtrat obtenu est distillé afin d'augmenter son degré d'alcool.

*** Remarque1 :**

La levure obtenue va servir pour la fermentation d'autres quantités de jus alors que les déchets sont utilisés comme aliments de bétails.



Schéma III-4 : Processus de mise d'exploitation.

***Remarque2 :**

PARTIE EXPERIMENTALE

Au moment du processus de filtration, nous avons conclu qu'il existe une quantité de levure naturelle que nous pouvons utiliser à nouveau dans une expérience au lieu de celle que nous avons utilisée.

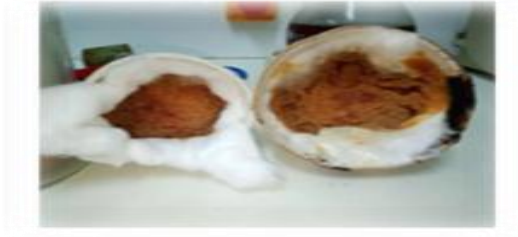


Figure III-5 : levure naturelle.

III-3-7/ Procédé de distillation et de Rectification:

Le filtrat obtenu est distillé par un appareil de distillation afin d'augmenter son degré d'alcool.

***On obtient en fin le Bioéthanol à 96°.**



Schéma III-5 : Procédé de distillation et de Rectification.

III-4- Résultats et Discussions :

Les résultats obtenus dans cette étude sont présentés sous forme de tableaux et de graphes. Une comparaison avec des résultats obtenus est établie.

III-4-1 Tableau 1-Effet de pH :

PARTIE EXPERIMENTALE

| | | | | | |
|----------|----|-----|----|-----|----|
| pH | 4 | 4.5 | 5 | 5.5 | 6 |
| Bioéth % | 16 | 22 | 37 | 24 | 17 |

Tableau III-2 :Effet de pH

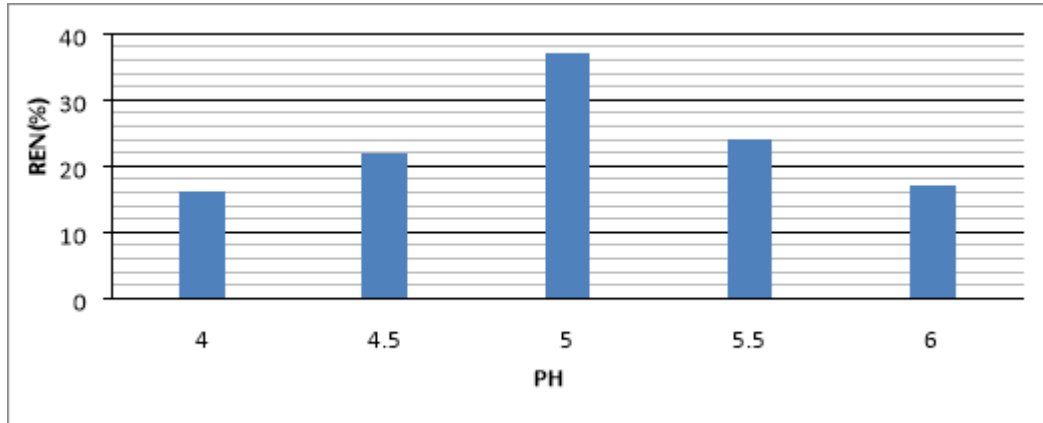


Schéma III-6 : Effet de pH sur le rendement en bioéthanol

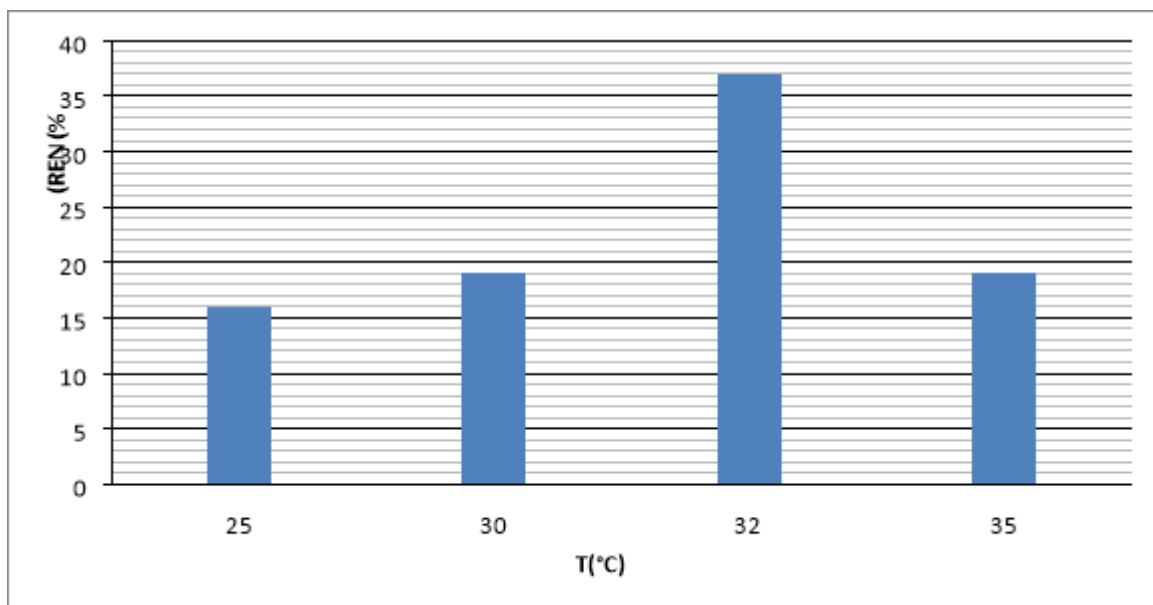
III-4-1-1/Analyse des résultats de l'effet du pH sur le rendement en bioéthanol

Nous notons que le rendement en bioéthanol à pH= 4 et 4,5 est relativement faible par rapport au pH= 5 pour être élevé puis diminue progressivement à pH=5,5 et 6 et cette diminution du pH peut être le résultat d'une grande quantité d'eau dans le bioéthanol et à partir de laquelle nous concluons que le pH optimal pour produire une bonne quantité de bioéthanol est de 5.

III-4-2- Tableau 2 : Effet de Température :

| | | | | |
|----------|----|----|----|----|
| T(C) | 25 | 30 | 32 | 35 |
| Bioéth % | 16 | 19 | 37 | 19 |

Tableau III-3 :Effet de Température



PARTIE EXPERIMENTALE

Schéma III-7 : Effet de la température sur le rendement en bioéthanol

III-4-2-1 : Analyse des résultats de l'effet de la température sur le rendement en bioéthanol :

On note que le pourcentage de bioéthanol est faible à $T=30^{\circ}\text{C}$ et $T=25^{\circ}\text{C}$. Cela est dû au changement d'atmosphère, car il n'est pas modéré. On note une augmentation du pourcentage de bioéthanol à $T= 32^{\circ}\text{C}$. Cela est dû à la stabilité la bonne atmosphère pour produire une grande quantité d'alcool, puis une diminution du pourcentage de bioéthanol à une température de $T = 35^{\circ}\text{C}$, et nous en concluons que la meilleure température pour la fermentation du bioéthanol est de $T= 32^{\circ}\text{C}$.

III-4-3/Tableau 03 : Effet de la quantité de levures :

| | | | | | |
|----------|------|-----|----|------|-----|
| Ferm (g) | 0.25 | 0.5 | 1 | 1.25 | 1.5 |
| Bioéth% | 9 | 12 | 36 | 18 | 15 |

Tableau III-4 :Effet de la quantité de levures.

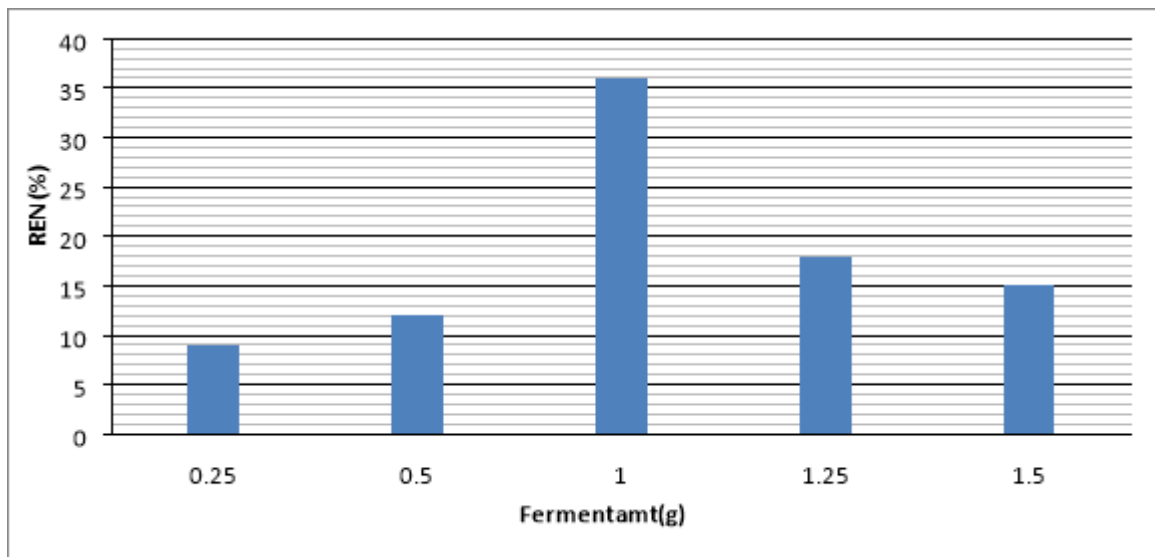


Schéma III-8 : Effet de la quantité de levure sur le rendement en bioéthanol.

III-4-3-1/Analyse des résultats de l'effete quantité de levures sur le rendement en bioéthanol :

Nous notons que lorsque la quantité de levure est de 0,5 et 0,25 gramme diminue dans la proportion de bioéthanol, cela est dû à la diminution de la quantité de levures, car il ne suffit pas de produire suffisamment de bioéthanol, nous remarquons une augmentation de la quantité de levures à 1 gramme, est suffisante pour produire un grand pourcentage d'alcool, puis la quantité de levure est réduite de 1,25 à 1,5 grammes, à la suite de la conversion du rapport de l'alcool produit au glucose et de la perte de masse à dioxyde de carbone, à partir

PARTIE EXPERIMENTALE

duquel nous concluons que la quantité appropriée à la production de bioéthanol est de 1 gramme.

III-4-4/tableau 4 : Effet de Temps Fermentation :

| | | | |
|----------|----|----|----|
| Temps(h) | 24 | 48 | 72 |
| Bioeth % | 18 | 36 | 20 |

Tableau III-5 : Effet de Temps Fermentation

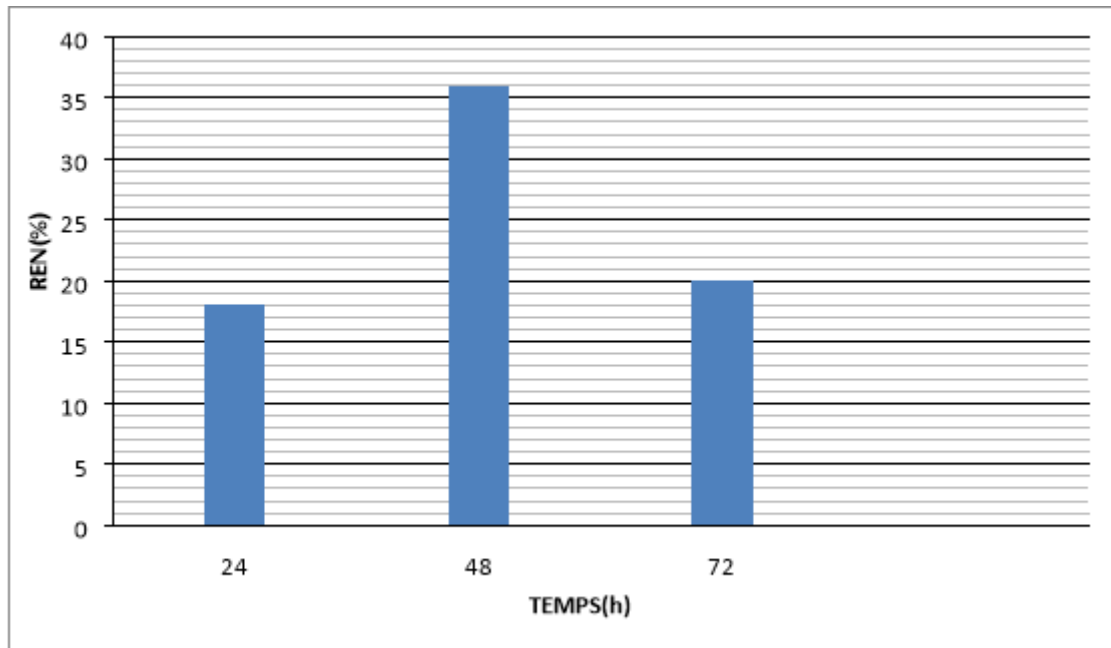


Schéma III-9 : Effet de Temps sur le rendement en bioéthanol.

III-4-4-1/ : Analyse des résultats de l'effet de temps sur le rendement en bioéthanol :

On constate qu'après 24h de fermentation le pourcentage de bioéthanol est faible, et c'est une conséquence que la levure n'a pas totalement consommé les sucres, et à 48h de fermentation on constate une augmentation significative du pourcentage de bioéthanol et c'est la, conséquence d'une consommation importante de sucres par la levure, due à l'extraction d'une grande quantité d'alcool, puis à une diminution relative du rendement en bioéthanol à 72 heures. Nous concluons que la meilleure période pour la fermentation alcoolique est de 48 heures.

III-4-5/ Calcul de la densité du bioéthanol et de l'éthanol rectifié :

1 kg de dattes ghares \longrightarrow 1 L + 100 ml de bioéthanol

III-4-5-1/ Calcul du poids du bioéthanol :

T=20°C , V=50ml

$m_j=36,2539g$

$m=85,7151g$

PARTIE EXPERIMENTALE

$$m_{\text{bioéthanol}} = m - m_j = 85,7151 - 36,2539 = 49,4612 \text{ g}$$

III-4-5-2/ Calcul de la masse volumétrique du bioéthanol :

$$\text{Masse volumique} = m/v = 49,4612/50 = \mathbf{0,9892 \text{ g/l}}$$

III-4-5-3/ Calcul de la densité du bioéthanol :

$$d = \text{masse volumique du bioéthanol} / \text{masse volumique de l'eau} = 0,9892/1 = \mathbf{0,9892}$$

III-4-5-4/ Calcul du poids de l'éthanol :

$$m_{e_r} + m_j = 82,3336 \text{ g}$$

$$m_{\text{éthanol réactif}} = 82,3336 - 36,2539 = 46,0797 \text{ g}$$



$$m = 36,2539 \text{ g}$$



III-4-5-5 / Calculer la masse volumique de l'éthanol rectifié :

$$\text{Masse volumique} = m/v = 46,0797/50 = \mathbf{0,9215 \text{ g/l}}$$

$$m = 82,3336 \text{ g}$$

III-4-5-6 / Calculer la densité de l'éthanol :

$$d = 0,9215/1 = \mathbf{0,9215}$$

III-4-6 / Caractéristiques de la solution mère (éthanol absolue) :

| | |
|------------------------|----------------------------------|
| P(%) | 99% |
| Masse volumique | 0.79 kg/l |
| Masse | 46.07 g/mol |
| Volume | 100 ml |
| Formule | C ₂ H ₅ OH |
| Densité | 0.79 |

Tableau III- 6 : Caractéristiques de la solution mère (éthanol absolue)

III-4-7 / Calculer la masse molaire du bioéthanol :

$$M_{C_2H_5OH} = 46,07 \text{ g/mol} \longrightarrow 100\%$$

$$M_{\text{Bioethanol}} = X \text{ g/mol} \longrightarrow 99\%$$

$$M = 46,07 * 99 / 100 = 45,60 \text{ g/mol}$$

III-4-8 / Calcul des volumes d'échantillon :

Nous avons 6 échantillons à prélever de la solution mère qui contient de l'éthanol absolu

PARTIE EXPERIMENTALE

* Le volume d'échantillons est calculé sur la base du rapport de solution mère connu, et il est dilué avec de l'eau distillée

Partant de la loi suivante :

$$P(\%)1 * V2 = P(\%)2$$

$$99\% \longrightarrow 100 \text{ ml}$$

$$95\% \longrightarrow V \text{ (ml)}$$

$$V2=100 \text{ ml} \quad P\%1=99\% \quad P\%2=95\%$$

$$V1 = P\%2 * V2 / P\%1 \longrightarrow V1=95 * 100 / 99 = 95.95 \text{ ml}$$

$$V1= 95.95 \text{ ml de } 95\%$$

$$P\%2=95\% \quad P\%3=90\% \quad V2=100 \text{ ml}$$

$$V2 = P\%3 * V2 / P\%2 \longrightarrow V1=90 * 100 / 95 = 94.73 \text{ ml}$$

$$V2= 94.73 \text{ ml } 90\%$$

$$P\%3=90\% \quad P\%4=85\% \quad V2=100 \text{ ml}$$

$$V3 = P\%4 * V2 / P\%3 \longrightarrow V1=85 * 100 / 90 = 94.44 \text{ ml}$$

$$V3= 94.44 \text{ ml de } 85\%$$

$$P\%5=80\% \quad P\%4=85\% \quad V2=100 \text{ ml}$$

$$V4 = P\%5 * V2 / P\%4 \longrightarrow V1=80 * 100 / 85 = 94.11 \text{ ml}$$

$$V4= 94.11 \text{ ml de } 80\%$$

$$P\%5=80\% \quad P\%6=75\% \quad V2=100 \text{ ml}$$

$$V5 = P\%6 * V2 / P\%5 \longrightarrow V1=75 * 100 / 80 = 93.75 \text{ ml}$$

$$V5= 93.75 \text{ ml de } 75\%$$

$$P\%6=75\% \quad P\%7=70\% \quad V2=100 \text{ ml}$$

$$V6 = P\%7 * V2 / P\%6 \longrightarrow V1=70 * 100 / 75 = 93.33 \text{ ml}$$

$$V6= 93.33 \text{ ml de } 70\%$$

III- 4-8-1 /Préparation de la courbe d'étalonnage : 06 échantillons

La préparation de la courbe d'étalonnage est réalisée par un réfractomètre on variant à chaque fois la concentration.

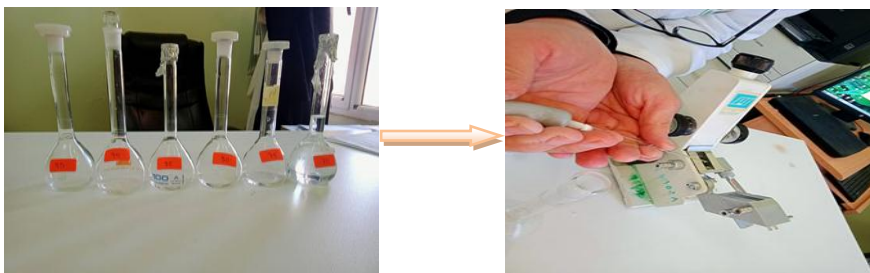


Figure III- 6 : Préparation de la courbe d'étalonnage

PARTIE EXPERIMENTALE

Remarque1: Entre chaque échantillon et échantillon, la zone où chaque dépôt de gouttes d'échantillon doit être nettoyée avec de l'acétone et séchée avec un chiffon propre.

III-4-8-3 / Courbe d'étalonnage :

| | | | | | | | |
|----------|--------|--------|---------|--------|--------|----------|--------|
| X(%) | 99 | 95 | 90 | 85 | 80 | 75 | 70 |
| V(ml) | 100 | 95.95 | 94.73 | 94.44 | 94.11 | 93.75 | 93.33 |
| Lundi ce | 1.3619 | 1.3622 | 1.36225 | 1.3623 | 1.3621 | 1.362005 | 1.3620 |

Tableau III-7: Courbe d'étalonnage

*En projetant, on trouve la proportion de bioéthanol et d'éthanol:

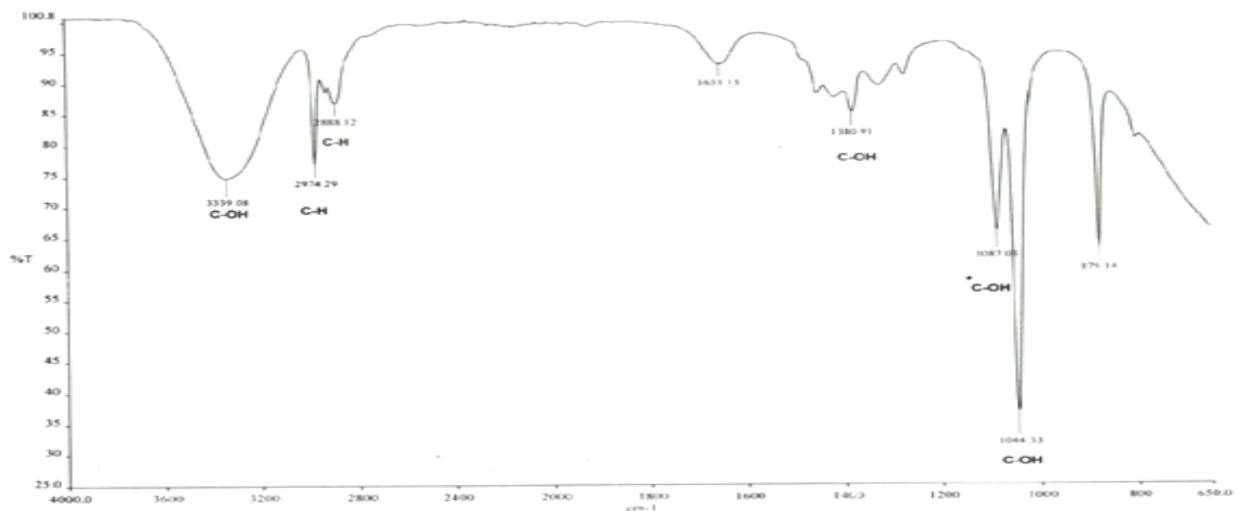
| | Bioéthanol | Bioéthanol rectifié |
|----------------------|------------|---------------------|
| X(%) | 73 | 90 |
| Indice de réfraction | 1.3400 | 1.36195 |

Tableau III-8 : Résultats

III-4-8-3-2/Analyse de la courbe de d'étalonnage :

Nous notons qu'il y a convergence de la valeur de l'indice de réfraction dans chaque échantillon au taux de 85 %, en prenant la valeur la plus élevée pour valeur de l'indice de réfraction et la valeur la plus faible pour la solution de bioéthanol. En conséquence, nous concluons à partir de cette courbe que la proportion de bioéthanol et de bioéthanol rectifié lors de la projection de la valeur de valeur de l'indice de réfraction nous avons constaté que la proportion de bioéthanol est de 73 % et la proportion de éthanol rectifiées de 90 %.

III-4-9 / Spectre IR du Bioéthanol :



PARTIE EXPERIMENTALE

Schéma III-10 : Spectre IR du Bioéthanol

III-4-9-1 /Interprétation spectre IR :

3339.04cm⁻¹ : Vibration de valence symétrique d'un groupement O-H.

2974cm⁻¹ : Vibration de valence symétrique d'un groupement C-H.

2888.12 cm⁻¹ : Vibration de valence symétrique d'un groupement C-H.

[1087.08/1044.55]cm⁻¹, Vibration de valence symétrique d'un groupement C-ce C-O respectivement.

III-5/ Conclusion :

la partie pratique à travers laquelle nous avons exposé et mentionner les étapes de travail que nous avons suivie lors de nos travaux de laboratoire pour préparer le bioéthanol par la technologie de fermentation alcoolique , dans laquelle nous avons préparé du jus de dattes pour obtenir le plus grand pourcentage de bioéthanol .Nous avons trouvé que le meilleure rapport a été obtenu à partir d'un kilogramme de dattes et de 3 litres d'eau. Il se situe entre 60% et 75%.

Conclusion générale

Conclusion générale :

En Algérie, les déchets de dattes représentent plus de 30% de la production nationale. Il est riche en sucres et peut être utilisé comme matière première pour la production de bioéthanol.

Des matières organiques qui permettent la transformation et l'exploitation dans de nombreuses industries importantes et précieuses.

Dans ce modeste travail, nous avons utilisé une variété de ghars contenant une grande quantité de sucres, et le but de cette étude est de produire du bioéthanol à partir de déchets de dattes par fermentation anaérobie dans un bioréacteur et en présence de levures isolées de dattes. Sur la base des résultats de notre étude, nous avons constaté ce qui suit :

Un kg de dattes, donne le meilleur pourcentage de bioéthanol entre 60% et 75.

Les conditions de fermentations optimales sont : pH 5, Température 32°C ; Temps de fermentation 48 heures quantité de levures Un g par kg de dattes.

Plus les sous-produits tels que les levures.

Les perspectives sont :

- Modification de la quantité de dattes.
- Modification des conditions expérimentales (Ph, le Temps, Température, le Quantité de levures).

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

- [1]- Dr . Abdul Basit Odeh Ibrahim, (Palm Tree Desert), 2011.Pp-04
- [2] -Bachir bin Aichi, les obstacles à la production et à l'exportation des dattes et comment les affronter dans Algérie, Université Mohamed Khider de Biskra, octobre 2002.pp-05
- [3] - Benziouche SE. and CherietF.. Structure and constraints of the date chain in Algeria. New Mediat. A Mediterranean Journal of Economics, Agriculture and Environment ,2012, N 4, Q 17, F 14, 49-51.
- [4] - Munier, P. Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris.2015 ; 217 p.
- [5]-Hossam Hassan Ali Ghaleb, Variétés de palmiers dattiers aux Émirats arabes unis..ZayedHeritage Center, Emirats Arabes Unis, 2008.pp -05
- [6] - Al-Siddiq Qammouli, une étude électrochimique des phénols de certains noyaux de dattes locales, memoire de fin d'études de Master à l'Université de Ouargla 2010.pp-04-06
- [7] -Al-Siddiq Qamoli, Etude électrochimique des phénols de quelques amandes de dattes locales, note de fin d'études Master chez Université de Ouargla 2010.pp-09
- [8] Kortebi M, Iaiche A M E A.,. Contribution à la valorisation de la farine des dattes «mechdegla» en vue de don incorporation dans un « biscuit sec ». Mémoire du master, soutenir le 22 septembre 2013. Université Saad Dahlab Blida, p73.
- [9] - Dr Hassan Khaled Hassan Al-Akidi, Le palmier , édition et la distribution le Royaume hachémite de Jordanie 2010.pp-06
- [10] - Al-Siddiq Qammouli, une étude électrochimique des phénols de certains noyaux de dattes locales, note de fin d'études Master à l'Université de Ouargla 2010.pp-07
- [11] –Med –Tayeb.Oucif Khaled .optimisation des paramètres de la fermentation des dates pour les transformer en bioéthanol .ISTSID.24.25.2019.P 123.
- [12] - The Royal Society, Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges janvier 2008., pp:18-19
- [13]- Chemical and Physical Characteristics of Ethanol and Hydrocarbon fuels.2011pp-35
- [14] - Cot, M.,. Etudes physiologiques de l'adaptation et de la résistance de la levure *Saccharomyces cerevisiae* au cours de la production intensive d'éthanol. Thèse de doctorat. (INP Toulouse).Option Microbiologie et Biocatalyse industrielles. 2006, p265.
- [15] -Craaq La production d'éthanol à partir de grains de maïs et de céréales. Canada. Publication 2008, n° EVC 029, p11.
- [16] -Roukas, T.,. Ethanol production from non sterilized carbon pod extract by free and immobilized *Saccharomyces cerevisiae* cells using fed-batch culture. Biotech. bioeng. 1994; 43 (3): 189 – 194.
- [17] - Sanchez, Y. G.,. Etude de l'adaptation et de la gestion de l'activité cellulaire dans un bioréacteur bi étagé: intensification de la production d'éthanol. Thèse de doctorat INP Toulouse. Option Ingénieries Microbienne et Enzymatique2008.p213 .

ANNEXE 1

Annexe 1

| liaison | nature | nombre d'onde (cm ⁻¹) | intensité |
|--|-------------|---|--------------------------|
| O-H alcool libre | valence | 3 580 - 3 670 | F ; fine |
| O-H alcool lié | valence | 3 200 - 3 400 | F ; large |
| N-H amine imine | valence | 3 100 - 3 500 | m |
| N-H amide | valence | 3 100 - 3 500 | F |
| C _{alk} -H | valence | 3 300 - 3 310 | m ou f |
| C _{alk} -H | valence | 3 000 - 3 100 | m |
| C _{ar} -H aromatique | valence | 3 030 - 3 080 | m |
| C _{alk} -H | valence | 2 800 - 3 000 | F |
| C _{ar} -H aldéhyde | valence | 2 750 - 2 900 | m |
| O-H acide carboxylique | valence | 2 500 - 3 200 | F à m ; large |
| C=C | valence | 2 100 - 2 250 | f |
| C=N | valence | 2 120 - 2 260 | F ou m |
| C=O anhydride | valence | 1 700 - 1 840 | F ; 2 bandes |
| C=O chlorure d'acyle | valence | 1 770 - 1 820 | F |
| C=O ester | valence | 1 700 - 1 740 | F |
| C=O aldéhyde et cétone | valence | 1 650 - 1 730 | F |
| | | abaissement de 20 à 30 cm ⁻¹ si conjugaison | |
| C=O acide | valence | 1 680 - 1 710 | F |
| C=C | valence | 1 625 - 1 685 | m |
| C=C aromatique | valence | 1 450 - 1 600 | variable ; 3 ou 4 bandes |
| N=O | valence | 1 510 - 1 580 | F ; 2 bandes |
| C=N | valence | 1 325 - 1 365 | F |
| N-H aminé ou amide | déformation | 1 600 - 1 680 | F ou m |
| C _{alk} -H | déformation | 1 560 - 1 640 | F |
| C _{alk} -H (CH ₃) | déformation | 1 415 - 1 470 | F ; 2 bandes |
| C-O | valence | 1 365 - 1 385 | F |
| C-C | valence | 1 050 - 1 450 | F |
| C-F | valence | 1 000 - 1 250 | F |
| C _{ar} -H aromatique monosubstitué | déformation | 1 000 - 1 040 | F |
| C _{ar} -H aromatique <i>o</i> -disubstitué | déformation | 730 - 770 690 - 770 | F ; 2 bandes |
| C _{ar} -H aromatique <i>m</i> -disubstitué | déformation | 735 - 770 750 - 810 | F |
| C _{ar} -H aromatique <i>p</i> -disubstitué | déformation | 680 - 725 800 - 860 | F et m ; 2 bandes |
| C _{ar} -H aromatique trisubstitué | déformation | 770 - 800 685 - 720 | F |
| 1,2,3 | déformation | 860 - 900 | F et m ; 2 bandes |
| 1,2,4 | déformation | 300 - 860 | F ; 2 bandes |
| 1,3,5 | déformation | 810 - 865 675 - 730 | F ; 2 bandes |
| C-Cl | valence | 700 - 800 | F |
| C-Br | valence | 600 - 750 | F |
| C-I | valence | 500 - 600 | F |

F : fort ; m : moyen ; f : faible

Spectroscopie infrarouge (Annexe 1)