

Université Mohamed Khider de Biskra



Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences de la nature et de la vie

Filière : Sciences biologiques

Référence / 2022

MÉMOIRE DE MASTER

Spécialité : Microbiologie Appliquée

Présenté et soutenu par :

MABROUKIA Chadia et MELIKI Aya

Le : dimanche 19 juin 2022

Valorisation et recyclage des déchets de dattes pour des fins pharmaceutiques, cas de l'usine Alcoodattes

Jury :

Mme. REDOUANE-SALAH Sara	MCA	Université	Encadreur
Mr. GUEMAZ Fateh	MAA	Université	Président
Mme. BOUGUENOUN Widad	MAA	Université	Examineur

Année universitaire : 2021/2022

Remerciement :

Tout d'abord nous tenons à remercier ALLAH le tout puissant d'avoir donnés la santé, la volonté, le courage et la patience pour mener à terme nos formation et pourvoir réaliser ce travail de recherche.

Nous adressons nos plus vifs remerciements et respectueusement à nos promoteurs Mme : REDOUANE SALAH Sara pour ses orientations, aides et ses recommandations durant la réalisation de ce mémoire

Nous sommes honorés de travailler sous votre supervision

Nous remercions très vivement le directeur de l'usine « Alcoodatte » M.KHOBZI pour son aimable accueil et pour les précieuses informations qu'il nous a fournies.

Nous remercions les membres du jury pour le temps précieux qu'ils nous ont accordés et qui nous font l'honneur d'évaluer notre travail. Nous exprimons notre respectueuse gratitude.

Un grand merci à notre chère amie «Makhloufi Nadjah », qui nous aidons à faire ce travail.

Enfin, Nous remercions toute personne qui a participé de près ou loin, directement ou indirectement à réaliser ce travail.

Aya et Chadia

Dédicace

De tout mon cœur Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents

En témoignage de mon profond amour et mon plus grand respect.

Je ne vous remercierai jamais assez pour votre confiance, pour votre soutien tout au long de ma scolarité et pour vos sacrifices.

A ma chère sœur Majda et son mari Sofiane qui n'ont pas cessés de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mes études.

Mes chères sœurs qui m'ont toujours soutenus : Hadjer, Sara, Selma, Maïssounne

Mes frères : Abderrahmane et Yacine

Mes anges : Mayar, Lilya, Jouda, Sidra, Abderrahmane et Abdelkarime.

A tous mes amis surtout : Roumaïssa, Imane, Nezha, Amel, Lamia, Hayette, Imane.

A mon binôme dans ce mémoire Mabroukia chadia et sa famille

A toute ma famille « Meliki » et « Khattab »

A tous ceux qui m'ont encouragé, soutenus et supporté pour que ce travail puisse s'accomplir

AYA

Dédicace

Je dédie ce travail à :

Mon père «Farid» que Dieu accorde le repos à son âme et ma mère

«Djamila»

Pour leur encouragement continu et leur soutien matériel et moral dans les moments difficiles qui m'ont serré dans mes bras tout au long de mon parcours universitaire et tout au long de ma vie.

A mes Frères : Walid et Soufiane

A mes très chère sœurs:

Narimane, Djouhaina et Amani

Mon ange «Afnan»

A toute la famille : Mabroukia, Boughegal et Rechid.

Et mon grand-père Taheret mes grand-mère Yamina et Mebarka.

A tous mes amies : Roumaïssa, Selsabîle, Imane benboutt, Imane benkherara, Hala, Aya, Ismahane, Malika, Maroin.

A mon binôme dans ce mémoire Meliki aya et toute sa famille.

A tous ceux qui m'ont aidé au cours de ma carrière académique.

Chadia

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Liste des abréviations

Introduction

Chapitre I

Synthèse bibliographique

1. Généralités sur les champignons	2
2. Les levures.....	2
3. Levure <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	3
3.1. Morphologie	3
3.2. Taxonomie	4
3.3. Métabolisme	4
3.4. Cycle de vie	5
3.5. Applications biotechnologiques	6
4. La datte.....	7
5. Bioéthanol	8

Chapitre II

Matériels et Méthodes

Historique de l'usine	9
1. Collecte des échantillons.....	10
2. Extraction de moût des dattes.....	11
3. Pasteurisation du moût des dattes	12

4. Filtration du moût de dattes.....	13
5. Concentration du moût des dattes	14
6. Fermentation du moût des dattes.....	15
7. Distillation du moût des dattes	16
8. Analyse physico-chimique effectuées.....	16

Chapitre III

Résultat et discussion

1. Analyses physico-chimiques	17
1.1. Détermination du pH du moût des dattes	17
1.2. Détermination du sucre totaux du moût de dattes	19
1.3. Détermination de la densité du moût des dattes	21
1.4. Détermination du degré alcoolique du moût des dattes.....	22
1.5. Comparaison du rendement en alcool selon les souches de levure utilisés.....	24

Conclusion

Références Bibliographiques

Résumé

Liste des tableaux

Tableau 1: Exemples des applications biotechnologiques de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6
Tableau 2: Différentes variétés des dattes utilisées pour la production de bioéthanol.....	10
Tableau 3: Différentes méthodes d'extraction du moût des dattes.....	11
Tableau 4: Pasteurisation du moût des dattes.	12
Tableau 5: Différentes méthodes de fermentation du moût des dattes	15
Tableau 6: Evolution du pH du moût de différentes variétés des dattes au cours de fermentation.	18
Tableau 7: Evolution des sucres totaux du moût des différentes variétés des dattes lors de la fermentation.	19
Tableau 8: Résultats de la densité du moût de différentes variétés des dattes lors de la fermentation.	21
Tableau 9: Résultats de degré alcoolique du moût des différentes variétés des dattes.....	23
Tableau 10: Comparaison du rendement en alcool selon les souches de levures utilisées.....	24

Liste des figures

Figure 1: Présentation d'une cellule de levure.....	3
Figure 2: observation microscopique de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	4
Figure 3: Utilisation du glucose par <i>Saccharomyces cerevisiae</i> sous conditions anaérobies ...	5
Figure 4: Cycle de vie de <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6
Figure 5: Dattes entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) Variété (Aharetan)	7
Figure 6: Diagramme de production d'éthanol.....	9
Figure 7: Collecte des dattes altérées et déchet de datte	11
Figure 8: Montage d'extraction du moût des dattes dans l'usine Alcoodatte.	12
Figure 9: Pasteurisation par l'Autoclave	13
Figure 10: Etapes de filtration du moût des dattes	14
Figure 11: Concentrateur.....	15
Figure 12: Fermenteur.....	16
Figure 13: Appareil de mesure de taux de brix	17

Liste des abréviations

Brix: correspond à la quantité du sucre en (g), dissous dans 100g de mout.

pH : potentiel d'hydrogène.

h : heure

nm : nanomètre

MAT: Mating type

COVID19: corona virus disease 19

C° : degré celsuse

min : minute

cm : centimètre

g : gramme

Introduction

Le nombre de palmiers dattiers dépasse les 17 millions en Algérie avec plus de mille variétés et une production qui atteint jusqu'à 700.000 tonnes de dattes. Ce qui génère un taux de déchets qui représente 30 % de la production nationale. La valorisation de ces derniers est rendu possible grâce aux procédés de la biotechnologie telle que la production du bioéthanol non polluant est considéré comme énergie propre (BOULAL *et al.*, 2013).

Les dattes, à part leur grande richesse en sucres fermentescibles (65 %) et leur pouvoir de conservation relativement long peuvent constituer un substrat de choix pour produire de nombreuses substances à forte valeur ajoutée, tel que l'éthanol. Ce dernier issu d'un procédé biotechnologique de fermentation anaérobie est d'une importance économique indéniable du fait qu'il est utilisé dans des secteurs variés et vitaux (BOULAL *et al.*, 2010).

Nous avons tracés trois objectifs pour ce modeste travail :

- 1- Mettre la lumière sur une usine qui est la première de son genre en Algérie, qui s'intéresse à la production de l'énergie propre et renouvelable par le recyclage et la valorisation des déchets des dattes, notamment que la région de Biskra est considérée la première dans la production des dattes. Le bioéthanol produit par la fermentation des déchets de différentes variétés de dattes à l'aide d'une levure « *Saccharomyces cerevisiae* ».
- 2- Faire une étude comparative en analysant plusieurs articles scientifiques dans ce contexte afin de ressortir la méthode la plus facile avec un meilleur rendement.
- 3- Créer un lien entre le secteur de recherche et le secteur industriel.

Ce travail est divisé en 3 parties : La première partie est une synthèse bibliographe dans laquelle le premier chapitre présentera des généralités sur les levures et sur le bioéthanol.

Le second chapitre est consacré pour la production de bioéthanol à partir des dattes dans l'usine « Alcoodatte ».

La troisième partie présente les résultats des analyses physico-chimiques effectuées au cours de processus de fermentation dont le pH, les sucres réducteurs, et le degré alcoolique dans des différents articles.

Chapitre I

Synthèse

bibliographique

1. Généralités sur les champignons

Les champignons sont l'un des groupes d'organismes les plus importants sur terre, ils jouent un rôle important dans une variété d'écosystèmes. Cette catégorie omniprésente d'organismes comprend environ 120 000 espèces avec un large éventail de structures et de caractéristiques biologiques (CORDOVA LOPEZ, 1998).

Les mycètes sont des eucaryotes hétérotrophes (absence de chlorophylle) ; ils peuvent être unicellulaires ou pluricellulaires, avec des espèces macroscopiques (macromycètes) et microscopiques (micromycètes) aux formes filamenteuses ou lévuriformes ; ce sont des aérobies sévères et rarement des anaérobies. A propos de morphologie, un mycète est constitué d'un thalle formant l'appareil végétatif .Il se compose d'une structure de base appelée hyphe qui forme un réseau de filaments ramifiés : le mycélium (CORDOVA LOPEZ, 1998).

Généralement, les hyphes sont divisés par des cloisons, ou « Septa » contenant un seul noyau, on les appelle des hyphes segments ou septés. Chez certaines classes de mycètes, les hyphes sont dépourvus des cloisons et ont l'aspect d'une longue cellule continue à noyaux multiples ; ils sont donc appelés cénocytes. Les champignons peuvent se reproduire de manière sexuée ou la forme appelée téléomorphe asexuée la forme appelée anamorphe (CORDOVA LOPEZ, 1998).

La germination des spores est la façon dont les champignons se reproduisent. Les spores microbiennes sont libérées par des dispositifs sporifères et disséminées dans la nature, principalement par le vent. Une spore germe et produit un filament (hyphe) qui se développe, s'étend au-delà de l'extrémité apicale et se ramifie pour former un nouveau mycélium. Les champignons peuvent également être multipliés par un processus appelé bouturage. Un seul fragment de mycélium est capable de croître et de former une colonie (CORDOVA LOPEZ, 1998).

2. Les levures

Les levures sont des champignons unicellulaires microscopiques eucaryotes (Fig. 1). La morphologie des levures est très importante en taxonomie. Il existe plusieurs formes telles que globulaire, ovale, sphérique, cylindrique, elliptique, allongée, apicale, triangulaire ou en

forme de bouteille. La division cellulaire s'opère typiquement par bourgeonnement (LABBANI, 2015).

La levure présente le modèle organisationnel dans laquelle le plus d'expérience a été acquise, et donc la majorité des données ont été fournies. VAN LEEUWENHOEK fut le premier à observer les levures. Pasteur a identifié les levures comme agents de fermentation à l'aide d'un microscope en 1860. Emile HANSEN décrit l'isolement des premières souches pures de *Saccharomyces* à partir d'août 1881. Plus tard, entre 1950 et 1970, d'autres formes de levures ont été découvertes (LABBANI, 2015).

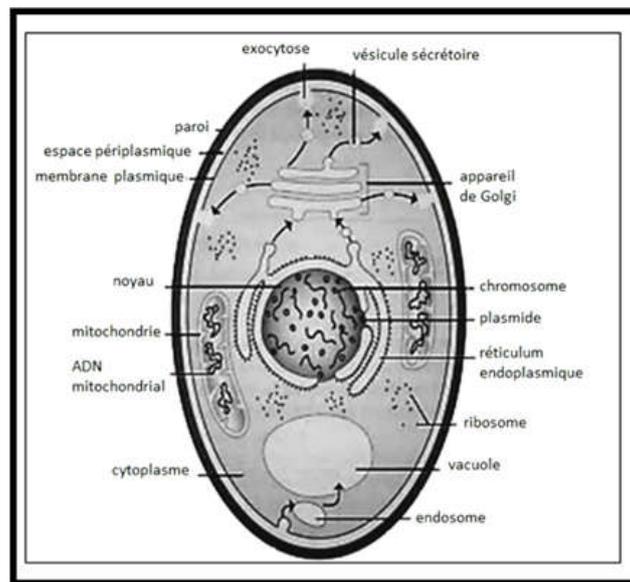


Figure 1: Présentation d'une cellule de levure (LABBANI, 2015).

3. Levure *Saccharomyces cerevisiae*

Saccharomyces cerevisiae est utilisé comme organisme modèle pour identifier et comprendre les mécanismes moléculaires sous-tendant les fonctions fondamentales de toutes les cellules eucaryotes depuis de nombreuses années. Actuellement, cette levure est considérée comme une cellule modèle en microbiologie et est reconnue comme une "levure boulangère" essentielle en panification (NGUYEN, 2017).

3.1. Morphologie

Saccharomyces cerevisiae se reconnaît à sa forme ovoïde arrondie (phase stationnaire). La taille de la levure peut varier de 1 à 10 nm (Fig. 2), selon la composition nutritionnelle de son environnement (BERBER, 2017).

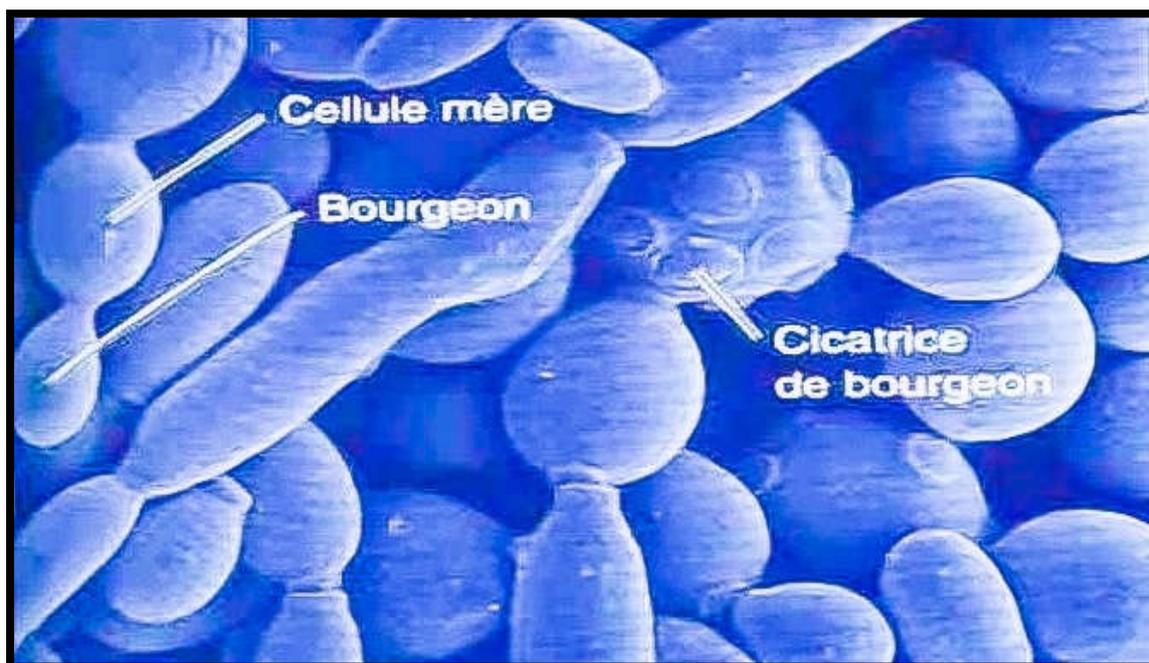


Figure 2: Observation microscopique de *Saccharomyces cerevisiae* (BERBER, 2017).

3.2. Taxonomie

Voici la position de la levure de boulangerie *Saccharomyces cerevisiae* dans la classification des levures (NGUYEN, 2017).

Cellule organisme : *Eucaryote*

Ordre : *Accharomycetales*

Règne : *Fungi*

Famille : *Saccharomycetaceae*

Division : *Ascomycota*.

Genre : *Saccharomyces*

Sous-division : *Saccaaromycotina*

Espèce : *Saccharomyces cerevisiae*.

Classe : *Saccharomycets*

3.3. Métabolisme

Saccharomyces cerevisiae a la capacité de suivre deux voies métaboliques : l'aérobie et l'anaérobie. Cela lui permet de vivre dans une variété d'environnements. Pour la voie aérobie, la levure fait référence à l'utilisation de la respiration, la voie anaérobie pour convertir les sucres en dioxyde de carbone et en eau. Elle fermente les sucres et produit de l'éthanol et du CO₂ par voie anaérobie (Fig. 3) (NGUYEN, 2017).

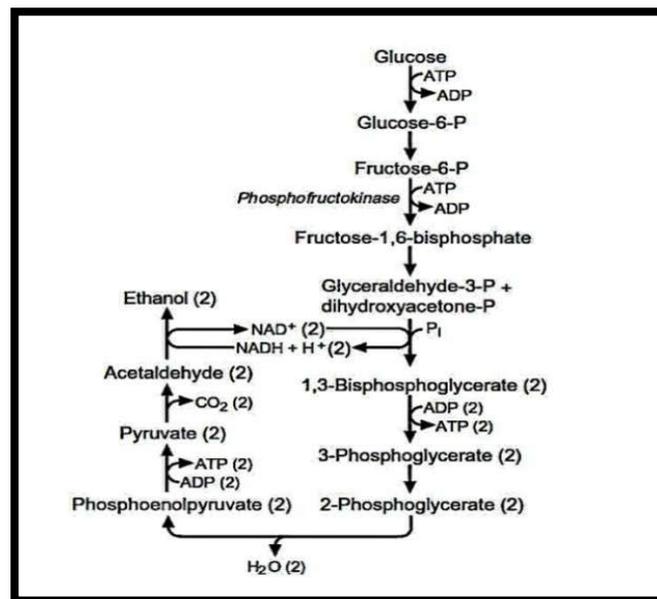


Figure 3: Utilisation du glucose par *Saccharomyces cerevisiae* sous conditions anaérobies (Mohammad, 2013).

- Le bilan énergétique de la réaction est :



3.4. Cycle de vie

La levure *Saccharomyces cerevisiae* présente sous deux formes : diploïde et haploïde, qui peuvent passer par deux types de divisions cellulaires : reproduction végétative et sexuée. La répétition des chromosomes est appelée diploïdie. Lorsque tous les chromosomes d'une cellule sont identiques les uns aux autres, on parle d'haploïde (n chromosomes). Les diploïdes, sont des cellules à deux paires de chromosomes (chromosomes 2n). La reproduction cellulaire diffère selon le génotype de l'architecture cellulaire. La figure. 4 décrit le cycle de vie de *Saccharomyces cerevisiae* (NGUYEN, 2017).

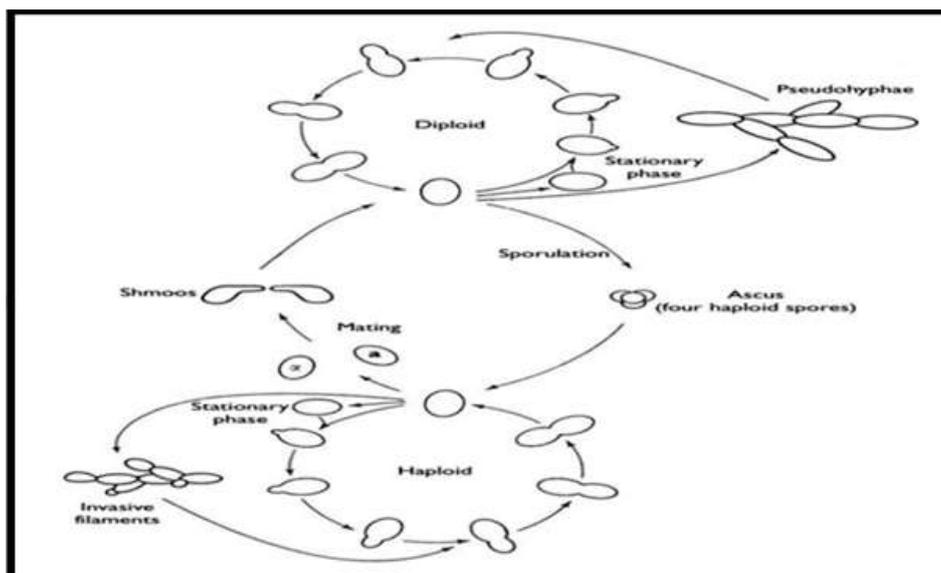


Figure 4: Cycle de vie de *Saccharomyces cerevisiae* (NGUYEN, 2017).

Les haploïdes (MAT a et α) produisent des phéromones (facteur a et α) qui sont détectées par les cellules sexuellement opposées via des récepteurs spécifiques. La fusion cellule-nucléaire de deux cellules haploïdes aboutit à la génération d'une cellule diploïde, qui peut ensuite être multipliée par bourgeonnement (reproduction végétative) ou formation de spores (NGUYEN, 2017).

3.5. Applications biotechnologiques

La levure *saccharomyces cerevisiae* est également l'un des microorganismes les plus couramment utilisés dans le domaine des biotechnologies. Cette levure est utilisée par l'homme depuis des millénaires pour des applications traditionnelles, mais elle est maintenant largement utilisée comme "usine cellulaire" pour une variété d'applications, y compris la production de protéines recombinantes d'origine pharmaceutique, une variété de produits chimiques et plus récemment, le bioéthanol (Tab. 1) (Cheniti, 2017) .

Tableau 1: Exemples des applications biotechnologiques de *Saccharomyces cerevisiae*.

Domaine d’application	Exemples
L’industrie agroalimentaire	Production de pâtes levées et de pain, production des boissons alcoolisées telle que bière, vin.
L’industrie	Fabrication des protéines recombinantes d'origine

pharmaceutique	pharmaceutique, des enzymes.
Domaine de la santé	Bioéthanol – carburant.
L'alimentation animale	Production de probiotiques.

4. La datte

La datte, fruit du palmier dattier, est une baie allongée, oblongue ou arrondie de dimensions très variables, allant de 2 à 8 cm de longueur et pesant de 2 à 8 grammes selon les variétés contenant un seul grain appelé noyau. La partie comestible de la datte, aussi appelée chair ou pulpe, est composée d'un :

- Péricarpe ou fine enveloppe cellulosique connue sous le nom de peau.
- Mésocarpe généralement carbonisé avec une consistance variable selon la teneur en sucre et une couleur homogène.
- Endocarpe de couleur plus claire et de texture plus fibreuse, qui se réduit parfois à une membrane desséchée entourant le noyau (Fig. 5) (BOULAL, 2017).

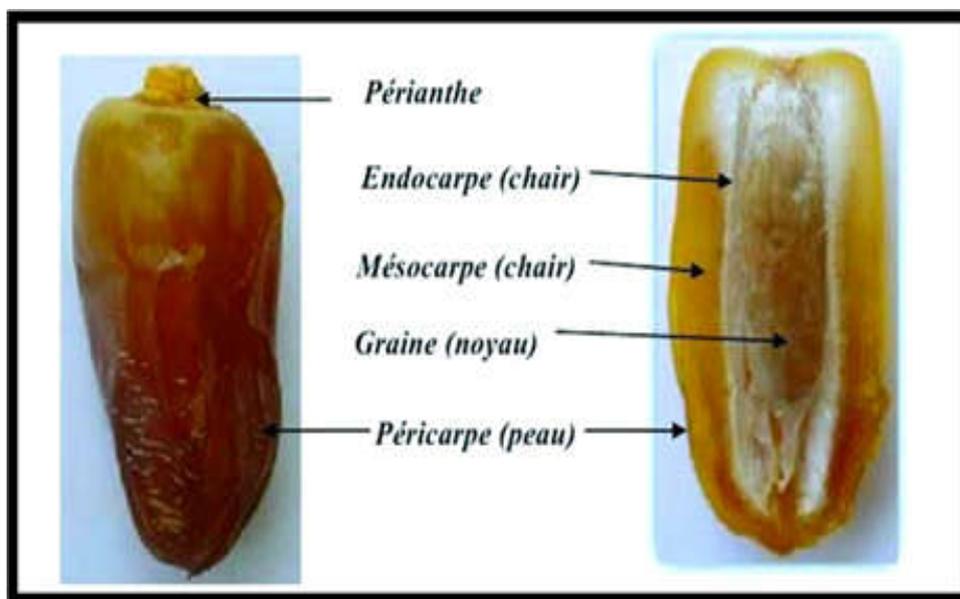


Figure 5: Dattes entière (à gauche) et coupe longitudinale (à droite) Variété (Aharetan)

(BOULAL, 2017).

5. Bioéthanol

Le composé chimique éthanol est également connu sous le nom d'alcool éthylique. Sa formule moléculaire est $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$. Le bioéthanol, souvent appelé éthanol biosourcé, est de l'éthanol produit par fermentation à partir de la biomasse. Le même composé organique peut être trouvé dans les boissons alcoolisées. Le bioéthanol est désormais le biocarburant liquide le plus utilisé sur la planète. Il est produit par fermentation microbienne de sucre ou d'amidon à partir de divers matériaux, notamment la canne à sucre, la betterave à sucre, le maïs, les céréales, les résidus agricoles, les résidus forestiers, les déchets municipaux, le fumier de bétail, etc. (MAAROUF, 2021). Le coût de la production de bioéthanol est principalement déterminé par les déchets utilisés pour la consommation humaine et animale, ainsi que par les besoins énergétiques. Les applications typiques de l'alcool comprennent les produits chimiques, les produits alimentaires, les carburants, les fongicides, les réactifs de laboratoire, les plastiques, les antiseptiques, les solutions de conservation, la réfrigération, les solvants et autres (BOULAL, 2017).

Chapitre II

Matériels et Méthodes

Historique de l'usine

L'investisseur Khobzi a réussi en 2020, en plein crise du COVID19, à produire de l'éthanol naturel ainsi que l'alcool médical par le recyclage des déchets de dattes non comestibles ni par l'homme ni par l'animal et qui peuvent même constituer une menace pour le produit agricole des agriculteurs.

Cette valorisation des déchets agricole par des procédés de biotechnologie a permis à l'investisseur de produire 24 % des besoins du pays de produit stratégique, noble et couteux en devise. L'usine « Alcoodatte » a pu produire cette année plusieurs produits dont le miel de dattes, la mélasse de dattes qui est bénéfique pour les diabétiques en plus de gel désinfectant qui devenu plus demandé, surtout au début de la pandémie du COVID19. Pour en savoir plus sur le sujet de notre mémoire, nous avons visité l'usine Alcoodatte le 11/04/2022. Ce dernier est située dans la zone industrielle de Sidi Ghezal Biskra, nous étions reçu par M. Abdelmadjid Khobzi, président du Comité mixte Algéro-Iranien et directeur de l'usine, il nous a expliqué le protocole de production de l'éthanol. Ci-dessous les majeures étapes de production d'éthanol selon l'usine « Alcoodatte » (Fig. 6).

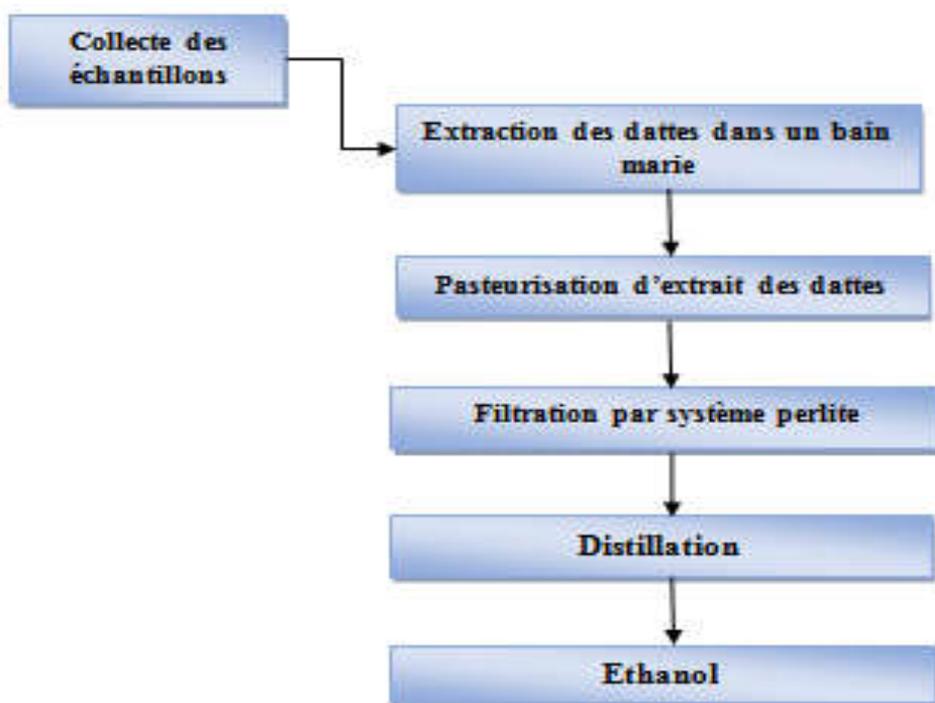


Figure 6: Diagramme de production d'éthanol.(photo original)

- Nous allons détailler chacune des étapes citées ci-dessus.

1. Collecte des échantillons

(Matériel végétale)

L'usine « Alcoodatte » utilise les déchets des dattes aigres qui ne sont pas consommées par les animaux et vont être jetés. (KAIDI et FOUZI, 2001). Par contre, beaucoup de travaux, qu'on va citer dans ce document, ont fait le tri des dattes, et ils ont utilisé plusieurs variétés de dattes séparément (Tab. 2).

Tableau 2: Différentes variétés des dattes utilisées pour la production de bioéthanol

Les variétés de dattes	Documents
Les rebuts de dattes Deglet-Nour.	(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008).
Mélange de rebuts de dattes et des écarts de tris de dattes de la variété Deglet-Nour.	(GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012).
Deglet-Nour.	(CHNITI <i>et al.</i> , 2012 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2014 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2020).
Degla-Beida, Kentichi et Hamraya.	(CHIBI et EL-DADI, 2018).
Takarbouchet et Mech-Degla.	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).
Tinaceur et Aghmou.	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).
Hmira, Tinacer et Kaciene.	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).
Hmira et Tinaceur.	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).
Deglet-Nour (Hchef) et Hamraya.	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).

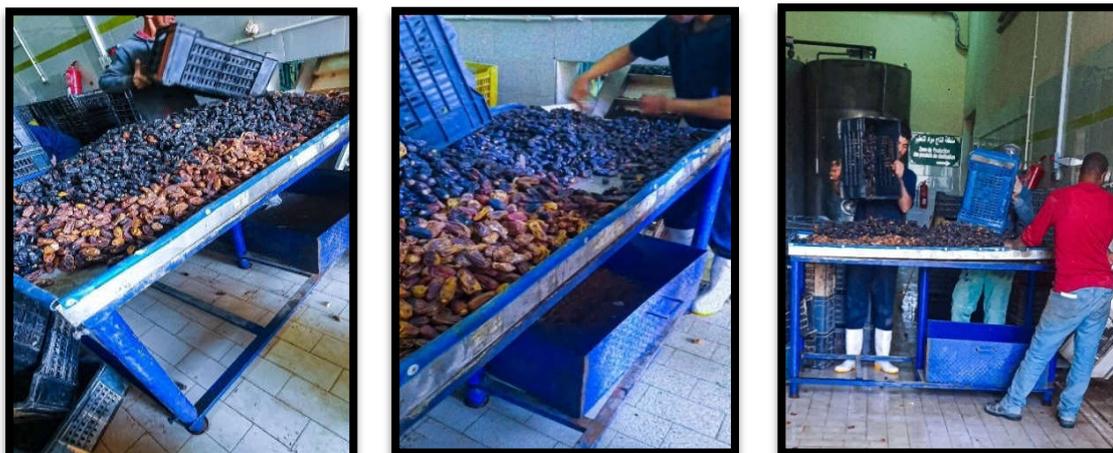


Figure 7: Collecte des dattes altérées et déchet de datte (usine Alcoodatte) (photos originales).

2. Extraction de moût des dattes

Après la collecte des échantillons des dattes en passe à la 2^{ème} étape de production d’alcool qui représente l’extraction de moût des dattes. Ou l’usine « Alcoodatte » fait le lavage des dattes puis en mettre les dattes lavées dans des appareils spécialisés d’extraction de moût de dattes pendant 2 heures au cours de cette processus les dattes sont dénoyautées et broyées (Fig. 8). Au contraire, plusieurs travaux qu’on va citer dans ce document ont fait des déférents méthodes à savoir (Tab. 3) :

Tableau 3: Différentes méthodes d'extraction du moût des dattes.

Document	Méthodes utilisées
(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008 ; GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2012 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2014 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2020).	Les dattes sont lavées, dénoyautées et broyées, puis on ajoute 2,5 litres d'eau à 1 kg de dattes. Dans un bain-marie, chauffer 45 minutes à 85°C sous agitation continue.
(CHIBI <i>et al.</i> , 2018 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2010 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	La préparation du moût de dattes a été réalisée selon une méthode de trempage (macération), avec une température d'extraction de 65°C et un temps d'extraction

	total de 2 heures.
(BOULAL <i>et al.</i> , 2019 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	Ils ont pris 1 kg de dattes et les ont lavés à l'eau du robinet. Ensuite, ils les ont trempés dans de l'eau chaude (90 à 95 °C) pendant 2 heures.



Figure 8: Montage d'extraction du moût des dattes dans l'usine Alcoodatte (photo original).

3. Pasteurisation du moût des dattes

M. Abd Majeed Khobzi ne nous a donné aucun détail à ce stade si ce n'est que le moût de datte est stérilisé à l'autoclave (Fig. 9), et qu'il vient avant l'étape de filtration (CHNITI *et al.*, 2020 ; EL-HADI *et al.*, 2015), mais la différence entre eux est que cette étape vient après l'étape de filtration. La même différence est observée dans de nombreux travaux, mais avec plus d'explications à ce sujet, ce qui est expliqué dans le tableau suivant (Tab. 4) :

Tableau 4: Pasteurisation du moût des dattes.

Température et temps de stérilisation	La référence
120 C° / 20 min	(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008 ; CHIBI <i>et al.</i> ., 2018 ; CHNITI <i>et al.</i> ,

	2014).
120 C° / 30 min	(GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012).
120 C° / certain temps	(CHNITI <i>et al.</i> , 2012).
110 C° / 20 min	(KAIDI et FOUZI, 2001 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2016).

Contrairement aux (BOULAL *et al.*, 2019 ; BOULAL *et al.*, 2010) qui ne mentionnent pas cette étape dans leur travail.



Figure 9: Pasteurisation par l'Autoclave (photo original).

4. Filtration du moût de dattes

Après la pasteurisation, Le moût de dattes passé à une étape de filtration. D'après M. Khobzi le système utilisé dans son usine est la filtration à système de perlite qui est considéré comme une technique récente de filtration, elle est basée sur le passage de moût de dattes d'une pierre volcanique ressemble à la farine, afin de séparer les fibres et la pectine de jus de dattes. La durée de cette étape varie entre 2 à 3 heures. La pectine séparée est mélangée avec la perlite et devient un fertilisant organique naturel acheminé à l'agriculteur (Fig. 10). Par contre, d'autres travaux ont utilisés autres techniques de filtration de jus de dattes (moût) selon (ACOURENE *et al.*, 2008 ; CHNITI *et al.*, 2014) utilise un filtre spécial. (GHOBRINI

et al., 2012 ; CHNITI *et al.*, 2012) utilisent la technique traditionnelle (filtration par papier filtre), (CHIBI *et al.*, 2018) utilise la technique de centrifugation ; ils centrifugent le moût de dattes à 5000 tours par minute pendant 30 minutes pour séparer les débris celluloses. Et d'autres travaux ne citent pas la technique utilisée pour la filtration. (BOULAL *et al.*, 2019 ; BOULAL *et al.*, 2013 ; KAIDI et FOUZI, 2001 ; BOULAL *et al.*, 2010 ; CHNITI *et al.*, 2020 ; BOULAL *et al.*, 2016 ; EL-HADI *et al.*, 2015).



Figure 10: Etapes de filtration du moût des dattes (Photos originales).

5. Concentration du moût des dattes

Le moût de dattes doit passer par une étape de concentration (Fig. 11) afin de séparer l'eau du sucre par diminution de taux de sucre à 76 Brix car si en dépasser cet étape en trouvons un problème de l'acidification rapide de sucre et devenir inconsommable dans 48 Heures.

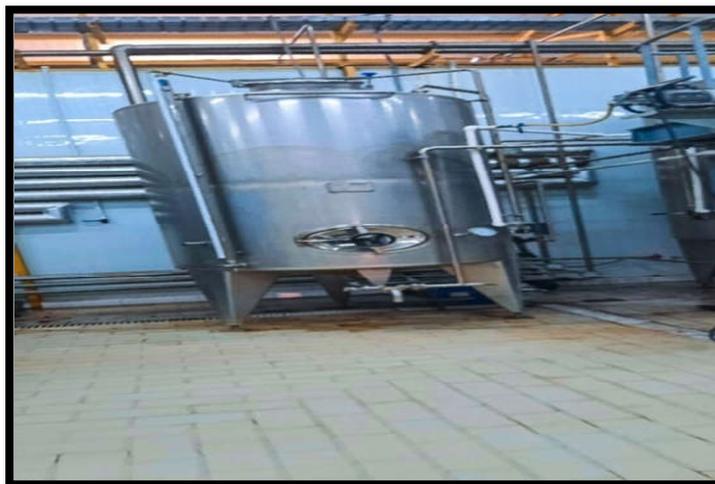


Figure 11: Concentrateur (Photo original).

6. Fermentation du moût des dattes

Cette étape nécessite un fermenteur (Fig. 12) la préparation du moût des dattes est fermenté par la levure (*Saccharomyces cerevisiae*). La température est maintenue à $30 \pm 2^\circ\text{C}$ et la fermentation se passe en anaérobie pendant 72 heures. (GHOBRINI *et al.*, 2012 ; CHNITI *et al.*, 2012 ; BOULAL *et al.*, 2019 ; BOULAL *et al.*, 2013 ; CHNITI *et al.*, 2020 ; BOULAL *et al.*, 2016 ; EL-HADI *et al.*, 2015). Par contre, beaucoup de travaux utilisés d'autres méthodes et d'autres espèces de levures (Tab. 5).

Tableau 5: Différentes méthodes de fermentation du moût des dattes

Différentes méthodes de fermentation	Références
Fermentation en Fed-Batch par la levure de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008 ; CHIBI et EL-DADI, 2018).
Par l'utilisation des levures <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida Pelliculosa</i> et <i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	(CHNITI <i>et al.</i> , 2014).
Utilisé les levures <i>Saccharomyces cerevisiae et uvarum</i>	(KAIDI et FOUZI, 2001).

Point important

- le pH du moût doit ajusté en pH acide avec une solution de HCl ou KOH1M.



Figure 12: Fermenteur (photo originale).

7. Distillation du moût des dattes

La dernière étape de production de bioéthanol est la distillation. A la fin de la fermentation, le produit fermenté obtenu est distillé à l'aide d'un montage de distillation pour extraire le bioéthanol. L'étape de distillation s'effectue à l'aide d'un montage à double colonne.

La première colonne se débarrasse des métaux lourds. Dans la deuxième colonne, l'alcool est séparé de l'acétone, où le degré d'évaporation de l'éthanol est égal à 79° et le degré d'évaporation de l'acétone est égal à 59° , donc lorsque la température est élevée à 79° , l'éthanol s'évapore puis il passe par le condenseur, et se refroidit, et en fin le bioéthanol est récupéré. Analyse physico-chimique effectuées.

8. Analyse physico-chimique effectuées

Les analyses physico-chimiques effectuées au niveau de laboratoire privée sont le pH ,la densité, sucres totaux par contre on a des analyses effectuée par l'usine Alcoodate dont le degré alcoolique et le rendement .

Chapitre III

Résultat et discussion

1. Analyses physico-chimiques

La seule mesure réalisée par l'usine Alcoodatte, est la mesure de degré de Brix (Fig. 13). En plus du rendement de bioéthanol produit qui est de 3000 litres avec une degré alcoolique de 96 °. Nous allons remarquer qu'il n'a pas de laboratoire des analyses physico-chimique dans l'usine et toutes les analyses sont effectuées dans autres laboratoires spécialisés.



Figure 13: Appareil de mesure de taux de brix (photo original).

Par contre, Il existe de nombreuses œuvres qui ont effectué des analyses physiques et chimiques, nous les avons résumées dans les tableaux suivants:

1.1. Détermination du pH du moût des dattes

Le tableau. 06 représente les résultats de mesure du pH pour le mout de différentes variétés de dattes. Le pH varie de 3,8 à 5,45 (ACOURENE *et al.*,2008 ; BOULAL *et al.*, 2016), au début de la fermentation alcoolique. Et au cours de la fermentation, il diminue jusqu'à ce qu'il atteigne 2,6 (ACOURENE *et al.*, 2008), ce milieu acide est indispensable à la prolifération de la levure (BOULAL *et al.*, 2016).

Les différences du pH d’une étude à une autre est due à la présence d’acides organiques (acide tartrique, acide malique et l’acide citrique) dans la composition de moût de dattes, et le degré de l’acidité est définit par la concentration de ces éléments, (BOULAL *et al.*, 2013 ; BOULAL *et al.*, 2019). Tandis que ces derniers subissent des changements au cours de fermentation alors que d’autres composants comprenant des acides organiques et des alcools qui sont produits par la levure (BOULAL *et al.*, 2013) .Selon plusieurs études, le type du sucre influence sur le rendement en alcool, la variété « Deglet–Nour » à le meilleur rendement avec un pH de 2.6 (ACOURENE *et al.*, 2008).

Tableau 6: Evolution du pH du moût de différentes variétés des dattes au cours de fermentation.

Durée	(h)	00h	24h	48h	72h
Deglet-Nour	(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008).	3.8	3.1	2.6	/
	(GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2012).	4.34	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2020).	4.5	3.7	4	/
	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	4.5	3.87	3.69	3.63
Tinacer	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	4.5	4.15	4	3.6
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	4.5	3.94	3.88	3.71
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	5.45	4.7	4.45	4.1
Hamraya	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	5.2	/	/	/

	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	4.5	3.9	3.5	3.4
Hmira	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	4.5	4.15	3.90	3.88
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	5.45	4.9	4.7	4.57
Degla-Beida	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	5.32	/	/	/
Kentichi	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	5.06	/	/	/
Takarbouchet	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	4.5	3.9	4	3.75
Aghmou	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	4.58	4.12	4	3.7
Mech-Degla	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	4.5	3.6	3.55	3.5
Kaciene	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	4.5	4.18	4.01	3.97

1.2. Détermination du sucre totaux du moût de dattes

D'après les résultats illustrés sur le tableau. 07, on remarque que les teneurs en sucres totaux du moût des différentes variétés de dattes diminuent de 90.6 (CHNITI *et al.*, 2012) à 0.9 (BOULAL *et al.*, 2013) au cours de la fermentation alcoolique. Cette bioconversion est active surtout durant les premières 48 heures pour révéler la dégradation du sucre.

D'autre part, la production d'alcool augmente (BOULAL *et al.*, 2019 ; BOULAL *et al.*, 2013 ; BOULAL *et al.*, 2016) avec le rendement plus la dégradation de sucre élevée le rendement est élevé. Et c'est ce que nous remarquons aux variétés de dattes (Deglet-Nour, Tinacer, Takarbouchet, Aghmo et Mech-Degla) (ACOURENE *et al.*, 2008 ; BOULAL *et al.*, 2019 ; BOULAL *et al.*, 2013).

Tableau 7: Evolution des sucres totaux du moût des différentes variétés des dattes lors de la fermentation.

Durée	(h)	00h	24h	48h	72h
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Deglet-Nour	(ACOURE <i>et al.</i> , 2008).	16	8	4	1
	(GHOBRIN <i>et al.</i> , 2012).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2012).	90.6	/	/	2.4
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2020).	/	/	/	/
	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	18.15	15.69	8.02	1.57
Tinacer	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	16.5	8.7	2.5	1.5
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	/	/	/	/
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	63.81	57	53	38.49
Hamraya	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	26.49	/	/	/
	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	21.63	16.69	9.02	2.77
Hmira	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	/	/	/	/
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	63.8	55	40	17.05
Degla-Beida	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	20.53	/	/	/
Kentichi	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	29.93	/	/	/
Takarbouchet	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	37.5	5	2.4	8
Aghmou	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	13	5.9	2	0.9
Mech-	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	41.5	11	4	1

Degla					
Kaciene	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	/	/	/	/

1.3. Détermination de la densité du moût des dattes

Selon les articles que nous allons étudier en trouve des différences entre les valeurs de la densité du moût des différentes variétés des dattes, les résultats obtenus sont mentionnés dans le tableau. 08 ci-dessous.

Tableau 2: Résultats de la densité du moût de différentes variétés des dattes lors de la fermentation.

Durée	(h)	00h	24h	48h	72h
Deglet-Nour	(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008).	/	/	/	/
	(GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2012).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2020).	/	/	/	/
	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	18.15	/	/	/
Tinacer	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	1.05	1.03	1.02	1.01
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	1.07	1.04	1.02	1.01
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	1.07	/	/	/
Hamraya	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	/	/	/	/

	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).		/	/	/
Hmira	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	1.07	1.04	1.02	1.07
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	/	/	/	/
Degla-Beida	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	/	/	/	/
Kentichi	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	/	/	/	/
Takarbouchet	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	1.03	0.9	0.8	0.9
Aghmou	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	1.040	1.033	1.018	1.008
Mech-Degla	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	1.03	0.9	0.9	0.8
Kaciene	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	1.04	1.03	1.02	1.02

Plusieurs travaux ne mentionnent pas l'analyse de la densité du moût des différentes variétés des dattes (ACOURENE *et al.*, 2008 ; GHOBRIINI *et al.*, 2012 ; CHNITI *et al.*, 2012 ; CHIBI et EL-DADI, 2018 ; CHNITI *et al.*, 2014 ; CHNITI *et al.*, 2020). Tandis que les documents (BOULAL *et al.*, 2013 ; BOULAL *et al.*, 2010 ; BOULAL *et al.*, 2016 ; BOULAL *et al.*, 2019 ; EL-HADI *et al.*, 2015), mesurent la densité du moût pour plusieurs variétés de datte (Tab. 08).

D'après les résultats des documents consultés, la densité, du moût dans les différentes variétés des dattes analysées lors de la fermentation, est diminuée légèrement. Cette diminution est due à la transformation du glucose en alcool et à la perte de la masse sous forme de CO₂ (BOULAL *et al.*, 2013).

1.4. Détermination du degré alcoolique du moût des dattes

Selon le tableau. 09, qui représente les résultats du degré alcoolique du moût de différentes variétés de dates, nous notons que la production d'éthanol augmente progressivement, en particulier pendant les premières 48 heures pour atteindre 82° (le plus grand degré alcoolique

noté), (BOULAL *et al.*, 2019). Ce degré est due aux conditions de la fermentation et à la puissance de la levure qui continue à fermenter les sucres même au stade de retraite (BOULAL *et al.*, 2016).

Tableau 9: Résultats de degré alcoolique du moût des différentes variétés des dattes.

Durée	(h)	00h	24h	48h	72h
Deglet-Nour	(ACOURENE <i>et al.</i> , 2008).	/	/	/	12
	(GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012).	00	7.41	8.8	9
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2012).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	/	/	/	/
	(CHNITI <i>et al.</i> , 2020).	/	/	/	/
	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	00	7	13.3	14
Tinacer	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	/	/	/	52
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	00	6	13	19
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	00	6	11	16
Hamraya	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	/	/	/	/
	(EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	00	8	17	18
Hmira	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	00	6	15	22
	(BOULAL <i>et al.</i> , 2016).	00	6	13	19
Degla-Beida	(CHIBI et EL-DADI,	/	/	/	/

	2018).				
Kentichi	(CHIBI et EL-DADI, 2018).	/	/	/	/
Takarbouchet	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	00	65	82	79
Aghmou	(BOULAL <i>et al.</i> , 2013).	/	/	/	48
Mech-Degla	(BOULAL <i>et al.</i> , 2019).	00	70	75	65
Kaciene	(BOULAL <i>et al.</i> , 2010).	00	6	11	18

1.5. Comparaison du rendement en alcool selon les souches de levure utilisés

Le processus de fermentation dans l'usine d'Alcoodatte est effectué par la levure *Saccharomyces cerevisiae*, qui est le principal microorganisme utilisée dans la fermentation. D'autres travaux que nous avons cités utilise d'autres espèces de levure ils ont présentés dans le tableau ci-dessous (Tab. 10).

D'après les résultats que nous avons consultées dans les documents analysées, en peut dire que le plus grand rendement est de 65%, avec une degré alcoolique atteint 79 ° sont observer dans la variété « Deglet-Nour » (ACOURENE *et al.*, 2008) .Cette différences du rendement entre les souches des levures utilisées est due aux caractéristiques des levures (*saccharomyces cerevisiae* est la souche moins sensible au bioéthanol) (CHIBI et EL-DADI, 2018).

Tableau 3: Comparaison du rendement en alcool selon les souches de levures utilisées

	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Candida pelliculosa</i>	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	<i>Saccharomyces uvarum</i>	Autre souches de <i>S.cerevisiae</i>
Rendement	Il varie entre 15%°et 65% (GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2012 ; CHIBI et EL-DADI, 2018 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2019 ; BOULAL <i>et</i>	34% (CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	29% (CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	Il n'y a pas de résultat (KAIDI et FOUZI, 2001).	76% (ACOURENE <i>et al.</i> , 2008).

	<i>al.</i> , 2013 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2010 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2020 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2016 ; EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).				
Degré Alcoolique	Il varie entre 9°et 79° (GHOBRINI <i>et al.</i> , 2012 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2012 ; CHIBI et EL-DADI, 2018 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2019 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2013 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2010 ; CHNITI <i>et al.</i> , 2020 ; BOULAL <i>et al.</i> , 2016 ; EL-HADI <i>et al.</i> , 2015).	Il n'y a pas de résultat (CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	Il n'y a pas de résultat (CHNITI <i>et al.</i> , 2014).	Il n'y a pas de résultat (KAIDI et FOUZI, 2001).	12° (ACOUREN E <i>et al.</i> , 2008).

Conclusion

Conclusion

D'Après les résultats que nous avons obtenus lors de la visite d'usine « Alcoodatte » et la comparaison avec de différents résultats dans plusieurs articles, nous avons conclu que le rendement de production d'éthanol dépend fortement de la variété des dattes à travers le taux de sucre fermentescibles qu'elle contient. Nous avons pu conclure que le rendement en alcool est étroitement lié à la qualité de datte, par conséquent, le meilleur rendement a été donné par la variété « Deglet-Nour », (76 %).

Ce qui nous a conduits de tracer les perspectives suivantes :

- Faire le tri de différents déchets de datte et traiter chaque variété solitairement des autres variétés pour un meilleur rendement en bioéthanol.
- Faire un lien étroit et partenariat entre le secteur industriel et le secteur de recherche (universitaire), pour faire des études approfondie et maîtriser ces procédés de biotechnologie.
- Maîtriser les différents facteurs régissant cette biotechnologie pour économiser le coût, l'effort et le temps.
- Promouvoir et valorisation du recyclage des déchets afin de produire des énergies propres et renouvelables.

Références

Bibliographiques

Références

- Acourene, S., Ammouche, A., & Djaafri, K. (2008). VALORISATION DES REBUTS DE DATTES PAR LA PRODUCTION DE LA LEVURE BOULANGERE, DE L'ALCOOL ET DU VINAIGRE. *Sciences et Technologie* , 38-45.
- BERBER, N. (2017). *Caractérisation biomoléculaire et biotechnologique des souches de "Saccharomyces cerevisiae" issues des cépages Algériens*. Thèse de doctorat, UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS, MOUSTAGANEM.
- BOULAL, A. (2017). *Contribution à l'étude de la microflore des dattes conservées par des méthodes traditionnelles (Btana) , et valorisation des dattes de faible valeur marchande*. thèse de doctorat, Université d'Oran 1 Ahmed Ben Bella , Oran.
- Boulal, A., Benali, B., Moulai, M., & Touzi, A. (2010). Transformation des déchets de dattes de la région d'adrar en bioéthanol. *Revue des Energies Renouvelables* . , 455-463.
- Boulal, A., Benbrahim, Z., Benali, B., & Ladjel, S. (2013). Etude comparative de rendement de la production d'éthanol de deux variétés de dattes communes de faible valeur commerciale (Tinaceur et Aghmou) de Sud-Ouest de l'Algérie. *Revue des Energies Renouvelables* , 539-550.
- Boulal, A., Khelafi, M., & Messaadi, A. H. (2019). Production du bioéthanol à partir des déchets de dattes d'Adrar et Tolga (Biskra): Etude comparative. *International journal of Natural Resources and Environment* , 20-27.
- Boulal, A., Kihal, M., & Mekkassi, A. (2016). Etude du Pouvoir fermentaire de Levures Isolées Naturellement à Partir des Dattes au Sud d'Algérie (Application à la Fermentation de deux variétés de Dattes Communes de faible Valeur Marchande). *Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables* , 1-7.
- Cheniti, S. (2017). *Optimisation de la bioproduction d'éthanol par valorisation des refus de l'industrie de conditionnement des dattes*. Thèse de doctorat, UNIVERSITE DE RENNES 1, Bretagne.

Références

- CHIBI, S., & EL-DADI, D. (2018). LA BIO-PRODUCTION DE L'ETHANOL A PARTIR DE DECHETS DE DATTES : EFFET DE L'INCORPORATION DES CENDRES DE NOYAU DEGLET-NOUR SUR LE RENDEMENT. *Revue Agrobiologia* , 685-694.
- CHNITI, S., AMRANE, A., LELIEVRE, Y., CHAABANE, H., HASSOUNA, M., & DJELEL, H. (2012). VALORISATION DE DECHET DE DATTES TUNISIENNES:PRODUCTION DE BIOETHANOL. *Colloque International sur l'Energie* .
- Chniti, S., Benrjeb, Z., Hassouna, M., Amrane , A., & Djelal, H. (2020). INFLUENCE DE LA NATURE DE LA SOURCE D'AZOTE SUR LA PRODUCTION DE BIOETHANOL A PARTIR DE D2CHETS PAR SACCHAROMYCES CEREVISIAE. *Colloque international sur l'Energie CIE 12* .
- Chniti, S., Djelal, H., Bentahar, I., Hassouna, M., & Amrane, A. (2014). Optimisation de l'extraction des jus de sous-produits de dattes (*Phoenix dactylifera* L.) et valorisation par production de bio-éthanol. *Revue des Energies Renouvelables* , 529-540.
- CORDOVA LOPEZ, j. A. (1998). *ISOLEMENT, IDENTIFICATION ET PHYSIOLOGIE DES CHAMPIGNONS THERMOPHILES EN VUE DE LA PRODUCTION DE LIPASES PAR FERMENTATION EN MILIEU SOLIDE*. Thèse de doctorat, Université MONTPELLIER II, Mexique.
- El-hadi, D., Korteby, S., & Chibi, S. (2015). PRODUCTION DU BIOETHANOL A PARTIR DE REBUTS DE DEUX VARIETES DE DATTES(DEGLET-NOUR ET HAMRAYA). *Revue Agrobiologia* , 111-120.
- Ghobrini, D., Aiboud, K., Kebbab, L., Koumad, L., & Yakoub-Bougdal, S. (2012). Production de bioéthanol à partir de rebuts de dattes par fermentation en milieu solide. *Revue des Energies Renouvelables* . , 109-114.
- KAIDI, F., & FOUZI, A. (2001). Production de Bioalcohol à Partir des Déchets de Dattes. *Production et valorisation-Biomasse* , 75-78.

Références

- LABBANI, F. z. (2015). *Activité "Killer" chez des levures des sols du Nord-Est Algérien: Purification , caractérisation et effet sur les souches de levures indésirables*. Thèse de doctorat , Université des Frères MENTOURI Constantine , Constantine .
- Maarouf, A. A. (2021). *Production de bioéthanol à partir d'une biomasse lignocellulosique multi-ressources locale par prétraitement Organosolv et hydrolyse enzymatique*. Thèse de doctorat, Université Clermont Auvergne, Auvergne.
- Mohammad, S. (2013). *Etude et caractérisation de l'état "Viable mais Non Cultivable" chez Saccharomyces cerevisiae*. Thèse de doctorat, Institut Universitaire de la Vigne et de vin, BOURGOGNE.
- NGUYEN, T. D. (2017). *Protection de la levure Saccharomyces cerevisiae par un système biopolymérique en réponse aux conditions de l'environnement*. Thèse de doctorat, UNIVERSITE DE BOURGOGNE, BOURGOGNE.

Résumé

الملخص

في وقتنا الحالي، توفر احتياطات النفط الخام المحدودة وقدرة التكرير، والقلق المتزايد بشأن التدهور البيئي، فتح آفاقاً ممتازة للإيثانول الحيوي. وفي ظل الأزمة العالمية (كوفيد-19)، تحتاج الدول إلى التفكير في بدائل طاقة نظيفة و غير مكلفة. يعتبر الإيثانول الحيوي أحد بدائل الطاقة المستخدمة حديثاً،حي يمكن استخدامه كمادة خام في صناعة المعقمات. يعتمد عملنا في هذه المذكرة على زيارة معمل " ألكودات " المتواجد ببسكرة و الفريد من نوعه على مستوى الجزائر لإنتاج الإيثانول الحيوي وتتبع جميع مراحل الإنتاج فيه بعد تخمير أنواع مختلفة من نفايات التمر الغنية بالسكر باستعمال خميرة الجعة .

هذا الأخير يخضع للتقطير في ظل ظروف و خصائص معينة. في الأخير نقوم بمقارنة الإنتاجية في المصنع المذكور مع بعض الدراسات الحديثة، حيث وجدنا أن أفضل محصول في إنتاج الإيثانول كان من صنف دقلة نور مع إمكانية صنعه من أصناف أخرى ولكن بإنتاجية منخفضة .

الكلمات المفتاحية : الإيثانول الحيوي _ كوفيد-19 _ نفايات التمر _ خميرة الجعة _ دقلة نور _ إنتاجية .

Résumé:

Actuellement, les réserves limitées de pétrole brut et la capacité de raffinage, ainsi que les préoccupations croissantes concernant la dégradation de l'environnement, offrent d'excellentes perspectives pour le bioéthanol. À la lumière de la crise mondiale (Covid-19), les pays doivent réfléchir à des alternatives énergétiques propres et peu coûteuses. Le bioéthanol est l'une des nouvelles alternatives énergétiques utilisées, car il peut être utilisé comme matière première dans la fabrication de stérilisateurs. Notre travail est basé sur une visite d'usine situé à Biskra et unique en Algérie pour la production de bioéthanol « Alcoodattes » et suivre toutes les étapes de production du bioéthanol, dès la fermentation de différents types de déchets de dattes riches en sucre à l'aide de levure de bière *Saccharomyces cerevisiae* jusqu'à la production de ce dernier. Ce dernier est soumis à la distillation sous certaines conditions et propriétés. Enfin, nous avons comparé la productivité de l'usine susmentionnée avec certaines études récentes, où nous avons constaté que la meilleure culture pour produire de l'éthanol était de la variété Deglet-Nour avec la possibilité de la fabriquer à partir d'autres variétés mais avec une faible productivité.

Mots clés : bioéthanol, COVID-19, déchets de dattes, levure de bière, Deglet-Nour, productivité

Abstract :

Currently, limited crude oil reserves and refining capacity, along with growing concerns about environmental degradation, offer excellent prospects for bioethanol. In light of the global crisis (Covid-19), countries need to think about clean and inexpensive energy alternatives. Bioethanol is one of the new energy alternatives used, since it can be used as a raw material in the manufacture of sterilizers. Our work is based on a factory visit located in Biskra and unique in Algeria for the production of bioethanol «Alcoodattes» and follows all the stages of production of bioethanol, from the fermentation of different types of date waste rich in sugar to the brewer's yeast using *Saccharomyces cerevisiae* until the production of the latter. The latter is subjected to distillation under certain conditions and properties. Finally, we compared the productivity of the aforementioned plant with some recent studies, where we found that the best crop to produce ethanol was from the Deglet-Nour variety with the possibility of making it from other varieties but with low productivity

Key words: Bioéthanol _ covid-19 _ date waste _ *Saccharomyces cerevisiae* _ Deglet-Nour _ productivity