

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE d'ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES HYDROCARBURES ET ENERGIES RENOUVELABLES



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE
MASTER EN GENIE CHIMIQUE**

Thème

Valorisation des noyaux de dattes par
production de bioénergie dans la région d'Adrar

Soutenu le : Juin 2019

Présenté par

M^{elle} : BENMEHDI ELkhadem

M^{elle} : MEBARKI Rekia

Encadreur : Dr BOULAL Ahmed

MAB Univ d'.Adrar

Membres de jury

Président : Dr. ABDELAZIZ Nabil

MAB Univ d'Adrar

Examineur : M^{elle} YAKOUBI Mimouna

MAA Univ d'.Adrar

Année Universitaire : 2018 / 2019

Dédicaces

A mon très cher père, Mes frères et sœurs

Ma famille

Mes chers enseignants

Mes camarades de la classe master 2 2019

Mes amies

Elkhadem

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à mes très chers parents

A mes frères et mes sœurs

A toute ma famille

A mes amis et mes collègues de la promotion

A toute personne qui me connais

*A celui qui m'a encouragé et soutenu dans
mes moments les plus difficiles*

Rekia

Remerciements

On tient à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de nos lors de la rédaction de ce mémoire.

Nous voudrions dans un premier temps remercier, Notre directeur de mémoire Mrs, BOULAL A. enseignant à l'université d'Adrar, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter notre réflexion.

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de l'université Ahmed Draïa les intervenants professionnels responsables de notre formation, pour avoir assuré la partie théorique surtout Mrs. BOUKHETTACH I.

Nos familles, nos parents, nos frères, nos sœurs, nos amies, pour leurs soutien constant et leur encouragement...

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé nos réflexions et ont accepté de nous rencontrer et de répondre à notre questions durant nos recherches.

Merci ..

Table des matières

Dédicaces.....	i
Remerciements.....	iii
Liste des figures	ix
Liste des photos.....	x
Liste des tableaux.....	xi
Liste des abréviations.....	xii
Introduction générale.....	1
Premier partie	
Chapitre 1 : Généralité sur les palmiers dattiers.....	5
I- Généralité sur les palmiers dattiers	5
I.1. Systématique de <i>phoenix dactlefera</i>	5
I.1.1. Morphologie	5
I.1.2. Ecologie de palmier dattier.....	6
I.1.3. Localisation des oasis superficie de la palmier algérienne et diversité génétique.....	7
II. La datte.....	8
II.1. Définition et description général de la datte.....	8
II.2.Classification de dattes.....	9
II.3. Transformation de dattes.....	9
II.3.1. Transformation par voie biotechnologique.....	10
II.3.2. Transformation par voie technologique.....	10
II.4. Production de dattes.....	11
II.4.1. Dans le monde.....	11
II.4.2. En Algérie.....	12

III. Noyaux de dattes.....	13
III.1. Définition et description de noyaux de dattes.....	13
III.2. La composition biochimique de noyaux de dattes.....	13
III.3. Transformation et utilisation des noyaux de dattes.....	14
Chapitre 2 : Les des huiles végétales.....	17
I. Les huiles végétales.....	17
II. Composition des huiles végétales.....	17
III. Caractéristiques des huiles végétales.....	20
III.1. L'indice d'acide.....	20
III.2. L'indice d'iode.....	20
III.3. L'indice de saponification.....	20
IV. Extraction des huiles végétales.....	21
IV.1. L'extraction mécanique (par pression) à l'échelle industrielle	21
IV.2. Extraction chimique à l'échelle a laboratoire.....	22
IV.2.1. Extraction à froid.....	22
IV.2.2. Extraction par solvant volatil.....	22
IV.2.3.Extraction en mode batch par agitation.....	22
V. Valorisation et utilisation des huiles végétales.....	22
Chapitre 3 : Bioénergie.....	25
I. Définition des biocarburants.....	25
II. Différent générations des biocarburants.....	25
II.1. Les biocarburants de 1 ^{ere} génération.....	25
II.2. Les biocarburants de 2 ^{eme} génération.....	26
II.3. Les biocarburants de 3 ^{eme} génération.	27
III. Biodiesel.....	28
III.1. Matières premières pour la production de biodiesel.....	29
III.2. La production de biodiesel	29

III.3. Les avantages et les inconvénients de biodiesel.....	29
IV. Les avantages et les inconvénients des biocarburants	30
V. Différents biocarburants.....	30
 Deuxième partie	
Chapitre 4 : Matériels et méthodes.....	33
I. Matière végétale.....	33
I.1. Le choix du substrat	33
I.2. Calcul de tonnage	33
I.2.1. Détermination de poids d'un noyau de datte	33
I.2.2. Tonnage des noyaux calculés à la base de tonnage de dattes	33
I.1.2. Lieux de prélèvement	34
I.1.3. Préparation des noyaux.....	35
I.1.4. L'extraction d'huile de noyaux de dattes	37
II. Méthodes et analyses.....	37
II.1. Détermination de quelques paramètres des noyaux de dattes.....	37
II.1.1. Détermination de la teneur en eau	37
II.1.2. Détermination de la teneur en matière grasses	38
II.2. Caractérisations d'huiles des noyaux de dattes	40
II.2.1. Paramètres physiques.....	40
II.2.1.1. L'indice de réfraction.....	40
II.2.1.2. La densité.....	41
II.2.1.3. La viscosité.....	42
II.2.1.4. Analyse spectroscopique d'absorption IR.....	43
II.2.2. Paramètres chimiques.....	44
II.2.2.1. L'indice d'acide et l'acidité.....	44
II.3. Protocole de synthèse de de biodiesel.....	45

II.3.1. L'estérification.....	46
II.3.2. La transestérification.....	47
II.3.3. Récupération de biodiesel.....	47
II.3.4. Le rendement de biodiesel.....	47
II.4. Caractérisation de biodiesel.....	48
II.4.1. Point d'éclair.....	48
II.4.2. Point d'écoulement	48
II.4.3. Pouvoir calorifique	48
II.4.4. Autres caractérisations.....	49
 Troisième partie	
Chapitre 5 : Résultats et discussion.....	52
I. Caractéristiques des noyaux de dattes étudiés.....	52
I.1. Caractéristiques morphologiques.....	52
I.2. Composition biochimique de la poudre des noyaux de dattes.....	52
I.3. La teneur en eau (humidité)	53
I.4. Le teneur en matière grasse	53
II. Les caractéristiques d'huile des noyaux de dattes.....	53
II.1. Couleur et saveur d'huile des noyaux de dattes.....	53
II.2. Caractéristiques physico-chimique de l'huile des noyaux de dattes.....	54
II.2.1. L'indice de réfraction.....	54
II.2.2. La densité.....	54
II.2.3. La viscosité.....	55
II.2.4. Spectroscopie d'absorption IR.....	55
II.2.5. L'indice d'acide et acidité.....	57
III. Caractérisations de biodiesel.....	58
III.1. Le rendement de biodiesel.....	58

III.2. Point d'éclair.....	58
III.3. Point d'écoulement.....	59
III.4. Indice de réfraction.....	59
IV.4. Pouvoir calorifique.....	59
IV.5. Viscosité.....	60
IV.6. Densité.....	60
Conclusion.	61
References	

Liste de figure

Figure 1-1 : La morphologie du palmier dattier.....	6
Figure 1-2 : Carte de la répartition des zones d'observation et phoenicol en Algérie	7
Figure 1-3 : Présentation morphologique de datte.....	8
Figure 1-4 : Les diverses utilisations de dattes.....	10
Figure 1-5 : Schéma de la transformation de la datte.....	11
Figure 1-6 : Noyau de datte du palmier dattier.....	13
Figure 2-1 : Composition panoramique des corps gras et importance relative des principales classes de composés.....	18
Figure 3 -1 : La filière de bioéthanol.....	26
Figure 3-2 : La filière de biodiesel.....	26
Figure 3-3 : Biocarburants de deuxième génération.....	27
Figure 3-4 : Biocarburants de troisième génération.....	28
Figure 3-5 : L'équation de la réaction générale de formation de biodiesel.....	29
Figure 4-1 : La situation de la région de Mraguen dans la wilaya d'Adrar.....	34
Figure 4-2 : Présentation de l'appareil d'extraction par la méthode de soxhlet.....	39
Figure 4-3 : Schéma d'extraction d'huiles des noyaux de dattes.....	40
Figure 4-4 : analyse spectroscopique IR d'huile des noyaux de dattes.....	44
Figure 4-5 : Les étapes de l'estérification d'huile de noyaux de dattes.....	46
Figure 4-6 : Les étapes de la transestérification d'huile des noyaux de dattes.....	47
Figure 5-1 : Spectre IR d'huile des noyaux de dattes.....	56

Liste des photos

Photo 4-1 : Les palmiers dattiers de la région de Mraguen.....	35
Photo 4-2 : Dénoyage de dattes.....	35
Photo 4-3 : Séchage des noyaux de dattes.....	36
Photo 4-4 : Broyage de noyau de dattes.....	36
Photo 4-5 : Séchage de poudre des noyaux de dattes.	37
Photo 4-6 : L'appareil de réfractomètre.....	41
Photo 4-7 : La mesure de densité par un psychromètre.....	41
Photo 4-8 : Détermination de la viscosité d'huile des noyaux de dattes.....	43
Photo 4-9 : Le processus de titrage pour l'estérification de l'indice d'acide.....	45
Photo 4-10 : Le montage de mesure de la pouvoir calorifique du biodiesel obtenu	49
Photo 5-1 : L'huile de la poudre des noyaux de dattes.....	53
Photo 5-2 : Test d'inflammation de biodiesel.....	59

Liste des tableaux

Tableau 1-1 : Classification des dattes selon la consistance et ces caractéristiques	9
Tableau 1-2 : Classificaion des 10 pays producteur de dattes en 2014.....	12
Tableau 1-3 : Composition de noyaux de dattes de variétés Mauritanienne et Irakiennes en (%)......	14
Tableau 2-1 : Les acides gras majoritairement présents dans les huiles végétales	19
Tableau 3-1 : Les principaux avantages et inconvénients des biocarburants.....	30
Tableau 5-1 : Etude morphologique sur les cinq variétés de dattes et ses noyaux.....	52
Tableau 5-2 : Les valeurs des indices biochimiques de la poudre des noyaux de dattes.....	53
Tableau 5-3 : Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile des noyaux de dattes.....	54
Tableau 5-4 : Densités de quelques huiles végétales.....	55
Tableau 5-5 : Les caractéristiques physico-chimiques de biodiesel.....	58

Liste des abréviations

A (%) : Acidité

AFNOR : Associété Française de la Normalisation

AG: Acide Gras

AGMI : Acide Gras Mono Insaturé

AGS : Acide Gras Saturé

ASTM : American Society for Testing and Materials

CE : Commission Européen

DSA : Direction de Services Agricoles

EMHV : Ester Méthélique d’Huile Végétale

ETBE: Ethyle-Tertio- Butyl- Ether

FAO : Food AgricolOrganisation

HND : Huile des Noyaux deDattes

HV : Huile Végétales

HVP : Huile Végétale Pure

IA : Indice d’Acide

II : Indice d’Iode

IS : Indice de Saponification

IR : Infra Rouge

Kg : Kilogramme

L : Litre

ND : Noyau de dattes

NOx : oxyde de nitrate

TFIR : Transformée de Fourier Infra Rouge

TG : Tri Glycéride

URER : Unité de Recherche en Energie Renouvelable

Introduction Générale

Depuis la révolution industrielle, les énergies fossiles ont été des composantes essentielles du développement et de la bonne marche de l'économie mondiale, ces énergies de stock présentent deux caractéristiques, elles sont non renouvelables et sources de pollution (ROUSSEOU, 2010).

La principale source d'émission des gaz à effet de serre est la combustion des énergies fossiles. En outre, la nécessité de satisfaire la demande énergétique croissant sans impact néfaste sur l'environnement résultant des combustibles fossiles, nécessite l'investissement dans la recherche-développement des énergies propres et durables (KRELOV et al, 2008).

Les bioénergies constituent une réelle opportunité pour répondre à nos besoins énergétiques qui ne cessent de croître. Elles sont considérées comme une voie prometteuse pour les énergies renouvelables surtout que les énergies fossiles commencent à se raréfier. D'autre part, la transformation des produits végétaux a toujours eu pour objectif de prolonger la durée de consommation de ces aliments au-delà de sa saison et de profiter ainsi toute l'année de ses qualités nutritionnelles (CHAIRA).

L'intérêt mondial croissant porté à la préservation de l'environnement des déchets solides induits par les différentes activités et transformations humaines, a suscité l'attention des industriels à trouver les moyens techniques pour valoriser ces déchets (CHERIFI, 2007). Les activités agricoles et agro-industrielles génèrent des quantités importantes de déchets qui constituent une nuisance certaine pour l'environnement et un gaspillage de matière organique utile. De nombreuses études ont démontré que ces déchets, riches en matière organique étaient des produits nobles et constituaient de nouvelles matières premières pour de nombreuses industries (KAIDI & TOUZI, 2001).

Le potentiel phoenicicol Algérien a marqué un progrès important de palmier dattier, qui atteint 18 million palmiers couvrant de 350 hectares, plus de 11 millions d'arbre sont productifs avec un tonnage très important environ 492 mille tonne de dattes. Selon ces statistiques de (FAO, 2015) l'Algérie est le quatrième producteur mondialement.

Par ailleurs, la région d'Adrar produit annuellement un tonnage important de dattes, environ 935 mille quintaux par an (D.S.A, 2018). Cette région est riche avec ses 305 variétés des dattes (BENKHEDDA, 2014).

Aucune transformation industrielle des noyaux de dattes installée dans l'Algérie sauf le cas de production artisanal comme le café de noyaux de dattes, ce qu'encourager de faire un projet sur la valorisation de ces noyaux en bioénergie basant sur la quantité d'huile

qu'ils contiennent. Ces huiles sont extraites à l'aide d'un extracteur soxhlet par un solvant volatil.

Le biodiesel est un carburant alternatif produite, dans le présent travail, par un processus de transestérification directement ou par la réaction d'estérification d'huiles des noyaux de dattes extraites, suivant par une réaction de transestérification selon la valeur d'indice d'acide d'huiles végétale utilisé.

Ce travail est divisé en trois parties, la première partie contient :

- Chapitre 01 : Généralité sur les palmiers dattiers, dattes, et valorisation de sous-produits ;
- Chapitre 02 : Compositions des huiles végétales, ses caractérisations, modes d'extraction et leurs valorisations ;
- Chapitre 03 : Les bioénergies.

La deuxième partie : Matériels et Méthodes.

La troisième partie : Résultats et Discussions.

Et enfin une conclusion générale et des perspectives.

Premier Partie

Chapitre 1

Chapitre 1 : Généralité sur les palmiers dattiers

I. Généralité sur les palmiers dattiers

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L), provient du mot «phoenix» qui signifie dattier chez les phéniciens, et dactylifera dérive du terme grec «dactulos» signifiant doigt, allusion faite à la forme du fruit (MIMOUNI, 2015) elle a une grande importance économique pour beaucoup de pays aride et chauds, et il est considéré comme la composante principale de l'écosystème oasien. (GUETTOUCHI, 2017)

I.1. Systématique de *Phoenix dactylifera* L

La place du palmier dattier dans le règne végétal est rappelée ci-dessous (DJOUDI, 2013; IDIR, 2016) :

Groupe : Spadiciflores.

Ordre : Palmale.

Familles : Palmaceae.

Sous famille : Coryfoïdées.

Tribu : Phoenicées.

Genre : *Phoenix*.

Espèce : *Dactyliféra* L.

I.1.1. Morphologie

C'est un grand palmier de 20 à 30 m de haut, au tronc cylindrique (le stipe), portant une couronne de feuilles, les feuilles sont pennées divisées et longues de 4 à 7 m. L'espèce est dioïque et porte des inflorescences mâles ou femelles, les fleurs femelles aux trois carpelles sont indépendantes, et une seule se développe pour former la datte (le fruit). (CHNITI, 2015)

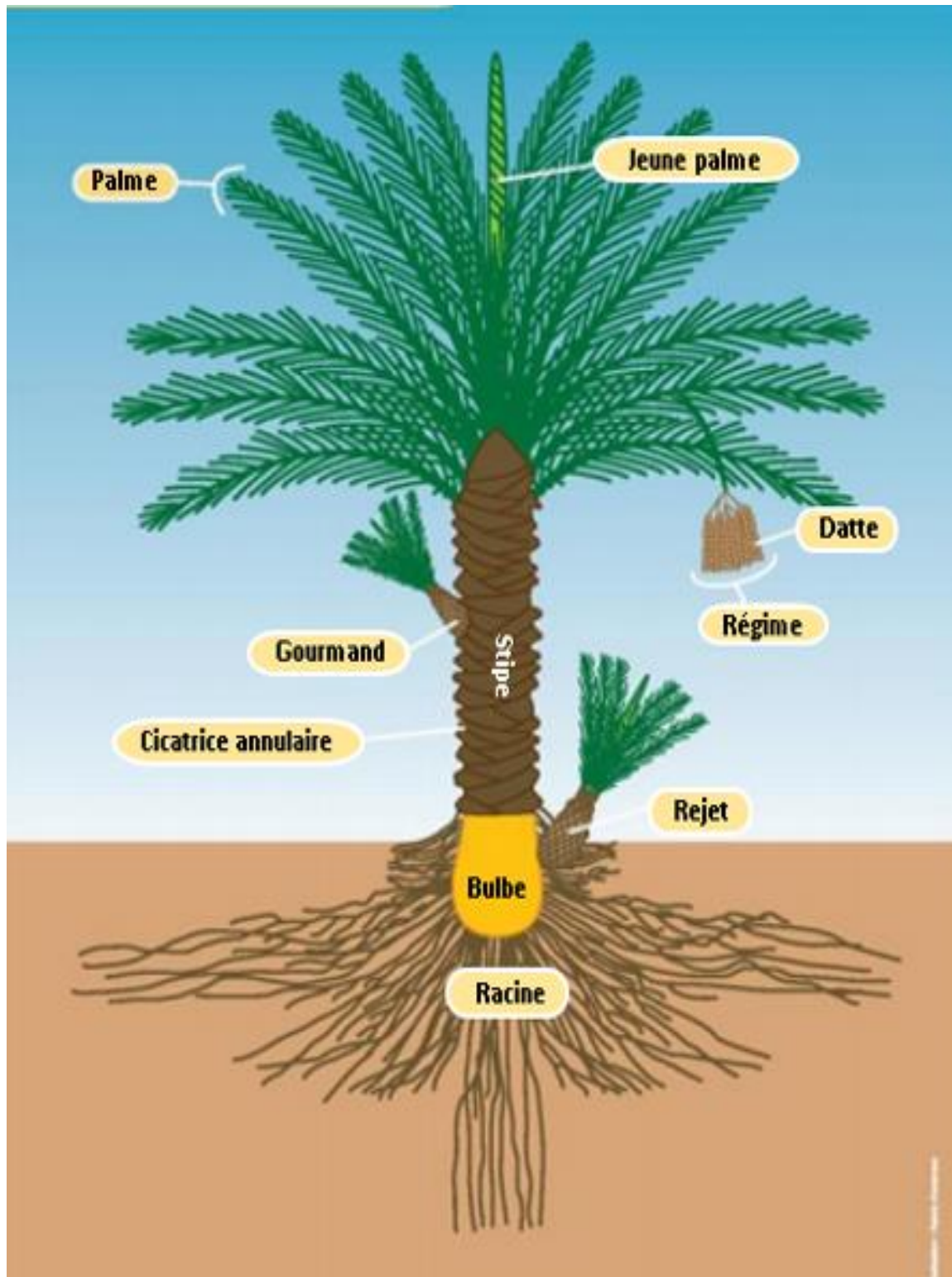


Figure 1-1: La morphologie du palmier dattier (CIRAD, 2013).

I.1.2. Ecologie du palmier dattier

Le palmier dattier à l'inverse de certaines Arecaceae ne vit pas en région tropicale humide, mais en région subtropicale sèche, valable pour les palmeraies algériennes.

Malgré, cette adaptation aux zones sèches, le palmier ne peut vivre sans eau souterraine disponible et/ou sous irrigation. Il est donc considéré comme une plante phréatophyte et héliophile. Il peut encore vivre et être productif en altitude, comme dans les oasis du plateau du Tassili et du Tibesti qui atteignent 1000 m à 1500 m d'altitude. (MEBARKI, 2015)

I.1.3. Localisation des oasis, superficie de la palmeraie Algérienne et diversité génétique

Le palmier dattier est cultivé dans les régions sahariennes du pays : Ziban (Biskra), Le Souf (El-Oued), Oued-Righ (M'Ghaïr, Touggourt...), Ouargla, M'Zab (Ghardaïa), Touat (Adrar), Gourrara (Timimoun), Tidikelt (In-Salah), Saoura (Béchar), Hoggar-Tassili (Tamanrasset, Djanet). On trouve également de petites palmeraies dans le sud des Wilayas steppiques (Tébessa, Khenchella, Batna, Djelfa, Laghouat, M'Sila, Naâma, El-Bayedh). (BELGUEDJ, 2014)

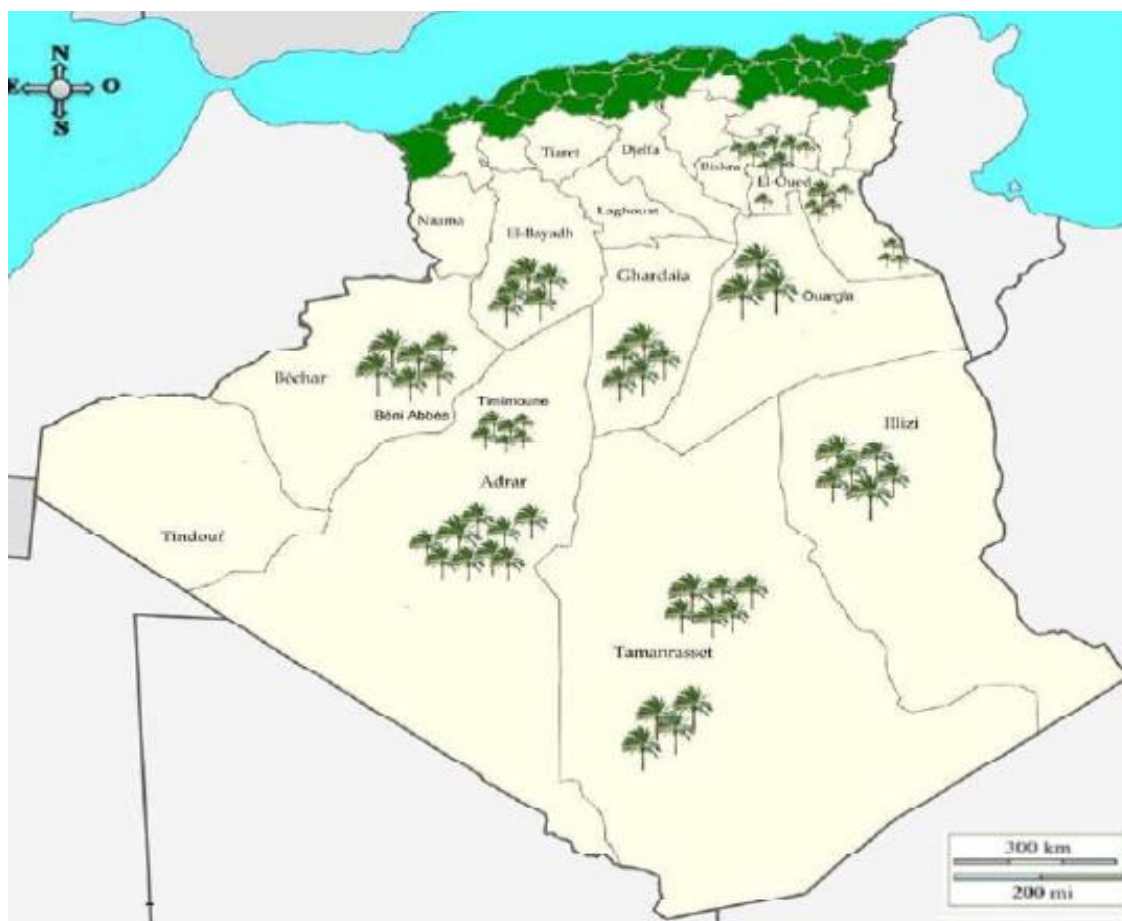


Figure 1-2: Carte de la répartition des zones d'observation et phoenicol en Algérie (EL BARNAOUI, 2016).

II. La datte

II.1. Définition et description général de la datte

Les dattes, fruit du palmier dattiers constituent l'aliment de base pour les populations du désert (NOUI Y. , 2016) .Elle est une baie de forme allongée, oblongue ou arrondie, contenant une seule graine, communément appelée noya.

Elle est constituée de deux parties :

- Une partie non comestible de la datte, formée par la graine ou le noyau, ayant une consistance dure (CHNITI, 2017)
- Une partie comestible dite chair ou pulpe est constituée de :
 - Un péricarpe ou enveloppe cellulosique fine dénommée peau.
 - Un mésocarpe généralement charnu, de consistance variable selon sa teneur en sucre et de couleur soutenue.
 - Un endocarpe de teinte plus clair et de texture fibreuse, parfois réduit à une membrane parcheminée entourant le noyau. (BEN ABBES, 2011)

Les dimensions de la datte sont très variables, de 2 à 8 cm de longueur et d'un poids de 2 à 8 grammes selon les variétés. Sa couleur va du blanc jaunâtre au noir en passant par les couleurs ambre, rouge, brunes plus ou moins foncées (NOUI Y. , 2016).

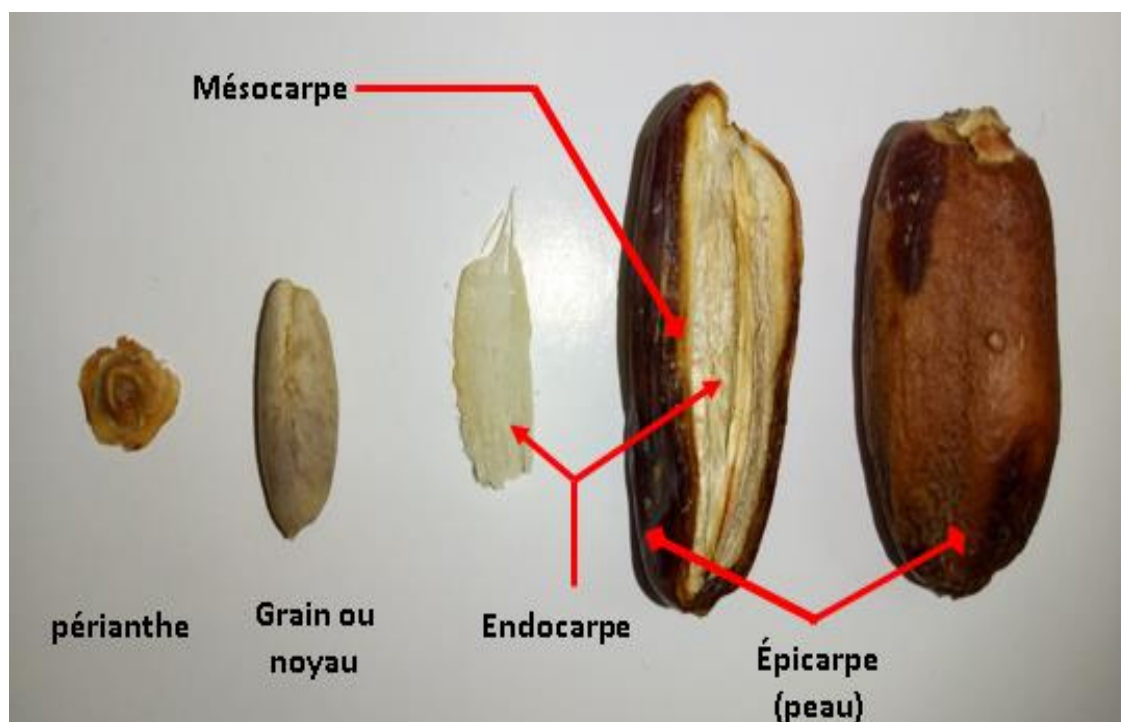


Figure 1-3 : Présentation morphologique de datte.

II.2. Classification de dattes

La consistance de la datte est variable, selon cette caractéristique, les dattes sont réparties en trois catégories : dattes molles, dattes demi-molles et dattes sèches de consistance dure.

Tableau 1-1: Classification des dattes selon la consistance et ces caractéristiques (BENHMED DJILAL, 2012).

Consistance	Caractéristique	Variétés et pays
Molle	Taux d'humidité supérieur ou égal à 30%, elles sont riches en sucres invertis (fructose et glucose)	Ghars (Algérie), Ahmar (Mauritanie), Kashram et Miskrani (Egypte, Arabia saoudite)
Demi-molle	De 20 à 30% d'humidité	Deglet-Nour (Algérie) Mehjoul (mauritanie), sifri et zahidi (Arabia saoudite)
Sèche	Moins de 20% d'humidité, elles sont riches en saccharose.	Degla Beida et Mech Degla (Tunisie et Algérie) et Amesrie (Mauritanie)

II.3. Transformation de dattes

En Algérie, la transformation des dattes communes n'est pas développée et elle se limite pratiquement à la production de la pâte de dattes, alors qu'elles peuvent faire l'objet de plusieurs formulations alimentaires et/ou non alimentaire, ce qui permet de leur trouver des sérieux débouchés et ainsi sauvegarder ce patrimoine génétique (NOUI Y. , 2016).

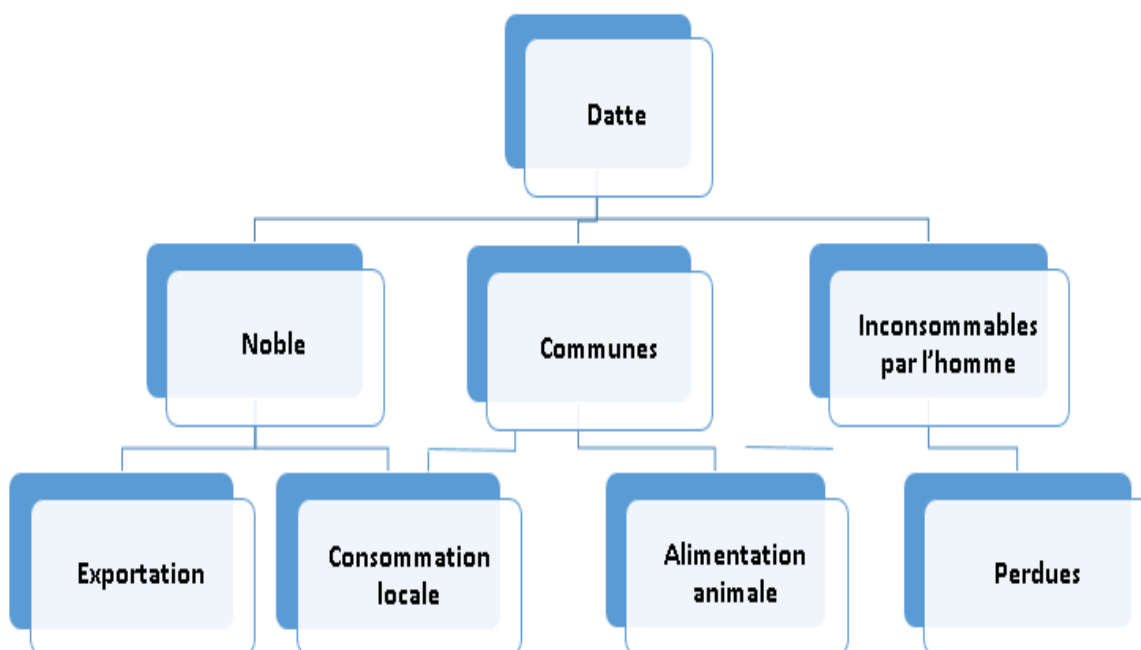


Figure 1-4 : Les diverses utilisations de dattes (NOUI Y. , 2016).

II. 3.1. Transformation par voie biotechnologique

Ce type de transformation indirecte s'intéresse généralement aux dattes de faible valeur marchande. Ces dattes, pourvues d'une forte teneur en sucres, peuvent en effet servir pour la production de certains produits tels que le vinaigre, l'acide organique, la levure, alcool ...etc. (MIMOUNI, 2015).

II.3.2. Transformation par voie technologique

- **Jus de dattes**

Pour la production du jus de dattes, on utilise des variétés de dattes de qualité secondaire et non consommées en frais. En Algérie, la variété Ghars convient bien pour la fabrication du jus de dattes pour son arôme particulier. (BELGUEDJ, 2014)

- **Farines de dattes**

Elle est préparée à partir de dattes sèches ou susceptibles de le devenir après dessiccation. Riche en sucre, cette farine est utilisée en biscuiterie, pâtisserie, aliments pour enfants et yaourt (BEN ABBES, 2011).

- **Pâte de dattes**

Les dattes molles ou ramollies par humidification donnent lieu à la production de pâte de dattes. La fabrication est faite mécaniquement. Lorsque le produit est trop

humide, il est possible d'ajouter la pulpe de noix de coco ou la farine d'amande douce. La pâte de dattes est utilisée en biscuiterie et en pâtisserie (OUCIF KHALED, 2017).

- **Autre produit**

La dattes constitue un substrat de choix pour la production de nombreux autres produits tels que : le vin, le sirop, ...etc. (BOULAL, 2017).

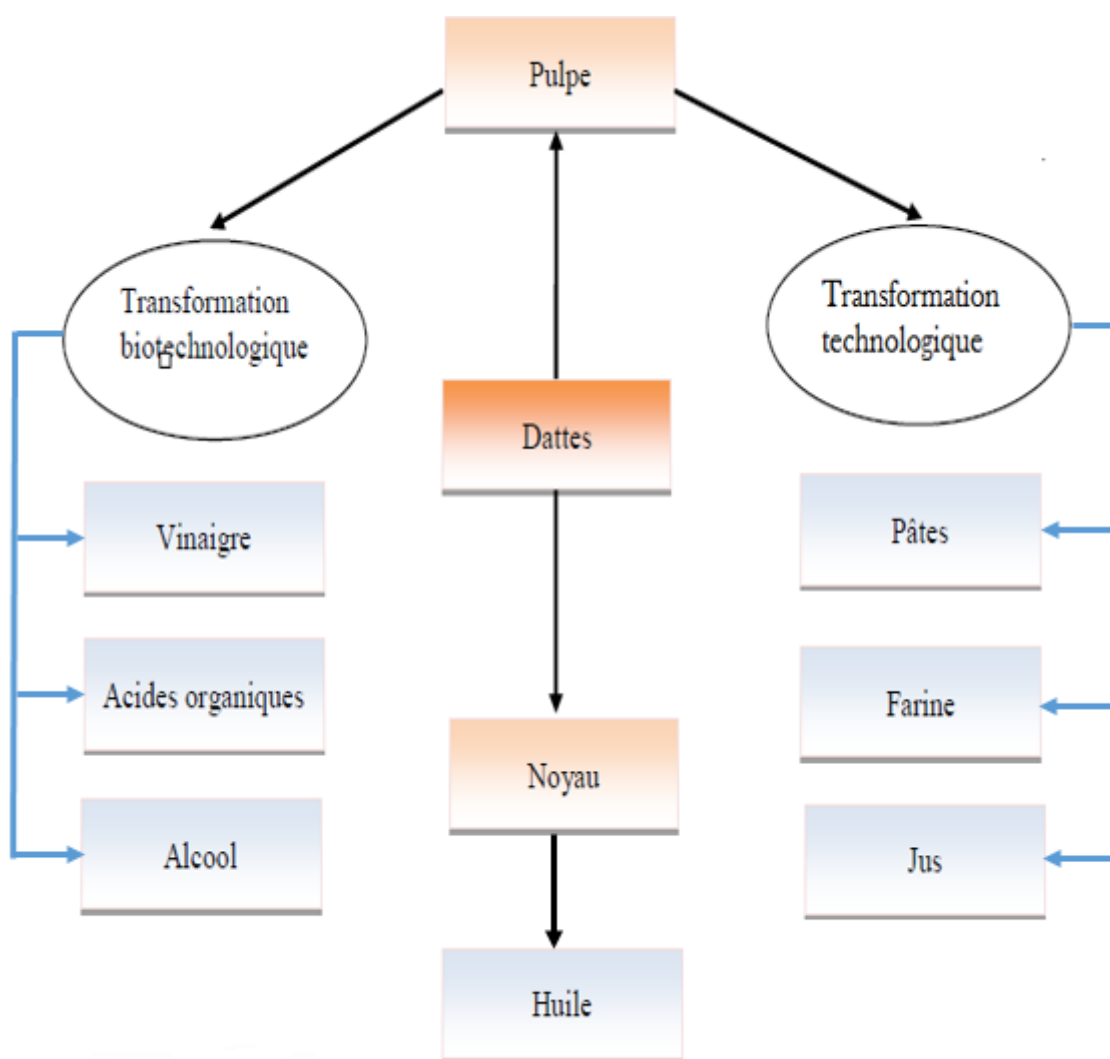


Figure 1-5 : Schéma de la transformation de la dattes (NOUI Y. , 2016).

II.4. Production de dattes

II.4. 1. Dans le monde

Les principaux pays producteurs de dattes dans le monde sont : l’Egypte, l’Arabie Saoudite, l’Iran, l’Irak, les Emirats Arabes Unis, le Pakistan, l’Algérie et le Soudan (MESSAID , 2008). La production mondiale de dattes réalisée en 2014 est donnée dans le tableau suivant :

Tableau 1-2: Classification des 10 pays producteurs de dattes en 2014 (DAWSON, 2017).

Classement	Pays	En tonne
1	Egypte	1 465 030
2	Iran	1 156 996
3	Arabie saoudite	934 377
4	Algérie	766800
5	Irak	662 447
6	Pakistan	537 204
7	Soudan	430 000
8	Oman	382 392
9	Emirats arabes unis	255 182
10	Tunisie	199000
	Autre	855 887

II.4.2. En Algérie

En Algérie, selon les statistiques récentes disponibles, occupe une superficie évaluée à 164 000 hectares pour un nombre de palmiers estimé à plus de 18 millions d'unités et une production de dattes, toutes variétés confondues, de près de 790.000 tonnes par an. Les régions phoenicicoles se situent généralement au sud de l'atlas saharien et couvrent 17 wilayas (en réalité 16 wilayas seulement car la wilaya de M'sila a perdu son potentiel phoenicicole). La wilaya de Biskra est la première région phoenicicole avec 25,6% de la superficie totale, 23,1 % du nombre total de palmiers dattiers, 37% de la production nationale de dattes. Elle est suivie par la wilaya d'El Oued avec respectivement 22%, 20,5% et 25,6%. Ces deux wilayas totalisent à elles seules 62,6% de la production nationale de dattes. (OUCIF KHALED, 2017)

III. Noyaux de dattes

Les noyaux de palmier dattier sont des déchets de beaucoup d'industries de sa transformation, ils sont dans la plupart des pays producteurs de dattes jetés ou partiellement incorporés dans l'alimentation animale, Leur valorisation dans l'alimentation humaine reste très faiblement explorée en dehors de quelques applications traditionnelles (LECHEB, 2010) (BOUSSENA, KHALI, & BOUTAKERBET, 2013).

III.1. Définition et description de noyau de dattes

Le noyau de datte (ou graine) est de forme allongée et de grosseur variable. Son poids moyen est environ d'un gramme, il représente 7 à 30 % du poids de la datte. Le noyau de datte, enveloppé dans l'endocarpe membraneux, est constitué d'un albumen corné d'une consistance dure protégé par une enveloppe cellulosique (BOUSSENA, KHALI, & BOUTAKERBET, 2013; ADRAR, 2016; MEROUFEL, 2015; BEN ABES, 2011).

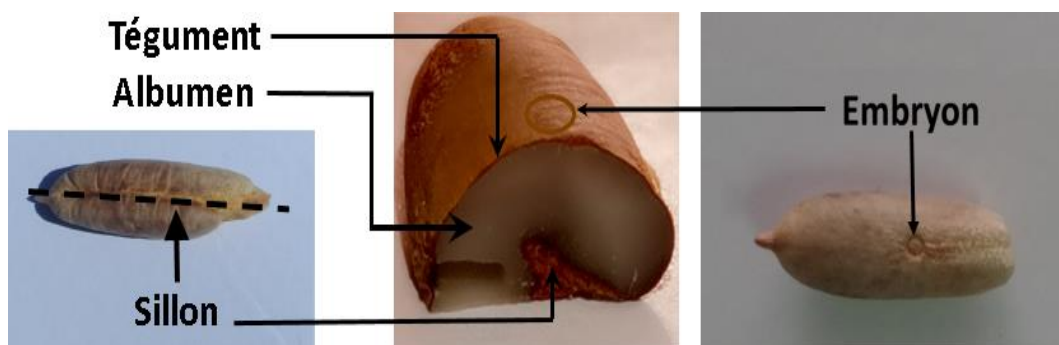


Figure 1-6 : Noyau de dattes du palmier dattier.

III. 2. La composition biochimique des noyaux de dattes

Les travaux de recherche menés sur la composition des noyaux de certaines variétés de datte d'Arabie Saoudite ont démontré la présence de protéines, de glucides, de lipides, et de minéraux (K, P, Ca, Na, Fe, Mn, Zn, Cu) (BEN ABES, 2011; BESBES & al, 2005).

En plus des protéines, le noyau contient des acides gras tels que l'acide oléique, palmique, laurique, linoléique et palmitique mis en évidence dans l'huile extraite des graines, eau et cendre (BEN ABES, 2011; 1996; 2016; BOUSSENA, KHALI, & BOUTAKERBET, 2013; MKAOUAR & KECHAOU, 2013). Le tableau suivant présente les principaux constituants des noyaux de dattes :

Tableau 1-3: Composition de noyaux de dattes de variétés Mauritaniennes et Irakiennes en %.

Constituants (%)	Mauritaniennes	Irakiennes
Eau	7.16	6.46
Cendre	1.22	1.12
Lipides	.8.86	8.49
Protides	6.54	5.22
Glucides	58.90	62.51
Cellulose	17.32	16.20
Valeur fourragère	1.09	1.1

III.3. Transformation et utilisation des noyaux de dattes

- **Aliment de bataille**

Les noyaux de dattes constituent des sous-produits intéressants peuvent être utilisées comme aliment du bétail. (DAOUDI, 2013; ADRAR, 2016; BEN ABES, 2011; DJILALI, 2012; CHAHMA & al., 2000; NOUI Y. M., 2017).

- **Composition cosmétique**

La présente invention se rapporte à l'utilisation non-thérapeutique d'une quantité efficace d'un extrait de noyaux de dattes, sous forme d'une composition cosmétique, pour traiter les manifestations cutanées du vieillissement, pour diminuer les rides et/ou les ridules, ou pour lisser la peau (JAUVE, 2006).

- **Farine des noyaux de dattes**

La valorisation des noyaux de dattes par incorporation dans la farine de blé tendre commercial a été réalisée. Les noyaux séchés et broyés en un mélange très fin, sont incorporés à la farine de blé aux taux de 5%, 10%, 15% et 20% (KHALI & al, 2015).

- **Charbon actif**

Des industriels à trouver les moyens biotechniques pour réduire si non valoriser les résidus ligno-cellulosiques : noyaux des dattes, noyaux d'olive, de pêche, les coques d'amandes, etc. les fabricants ont trouvé des applications dans la production de charbons actifs (CHERIFI, 2007).

- **Boisson des noyaux de dattes (Café)**

Les noyaux de dattes torréfié sont peut-être additionné à une boisson traditionnelle décaféinée qui peut substituer le café quand la caféine est une contrariété une telle boisson est aussi utilisée depuis longtemps dans le monde arabe, un mélange de poudre des noyaux de dattes grillées de manière semblable avec la poudre du café comme une boisson chaude, cette dernier permet de réduire le taux de caféine (RAHMAN & al, 2007).

Chapitre 2

Chapitre 2 : Les huiles végétales

I. Les huiles végétales

Les huiles végétales sont des denrées alimentaires (FINE & al., 2013; FAO, 1999) qui se composent essentiellement de glycérides d'acides gras exclusivement d'origine végétale (FAO, 1999). Ils constituent les principales matières premières biosources pour le développement d'une nouvelle industrie chimique (BOYER, 2010) très riches en vitamines, et notamment en vitamines A, D, E et K (GHISLENGHIEN; LEFEBVRE), Les substances à partir desquelles sont produites les huiles sont soit des graines ou des amandes soit des fruits. En fait, toutes les graines, tous les fruits et toutes les amandes contiennent de l'huile, mais seuls sont appelés oléagineux ceux qui servent à produire industriellement de l'huile et qui sont cultivés dans ce but (VAITILINGOM, 2009).

II. Composition des huiles végétales

L'intérêt de connaître la composition d'une huile est évident puisque celle-ci va avoir une influence sur les caractéristiques physiques essentielles pour évaluer la qualité du biodiesel qui en résulte comme la viscosité, le point de fusion et la stabilité thermique (HAMAD B. , 2012).

Les huiles végétales sont des triglycérides (combinaison entre trois acides gras et une molécule de glycérol) (**figure 2-1**), dont la composition dépend de la nature de la plante, de ses conditions de culture, du sol et de la saison. Le mot « huile » se rapporte aux triglycérides qui se trouvent dans leur état liquide à température ambiante, il ne se compose que de carbone (C), d'hydrogène (H) et d'un peu d'oxygène (O) (BOYER, 2010; KUHNE; MORIN & PAGES-XATART-PARES, 2012; TAMIER, 2016; LAMBERT, 2005; JAHOUACH & ÉPOUSE, 2009; JEAN-MARC & MIREILLE, 2003; CANDY & al, 2012).

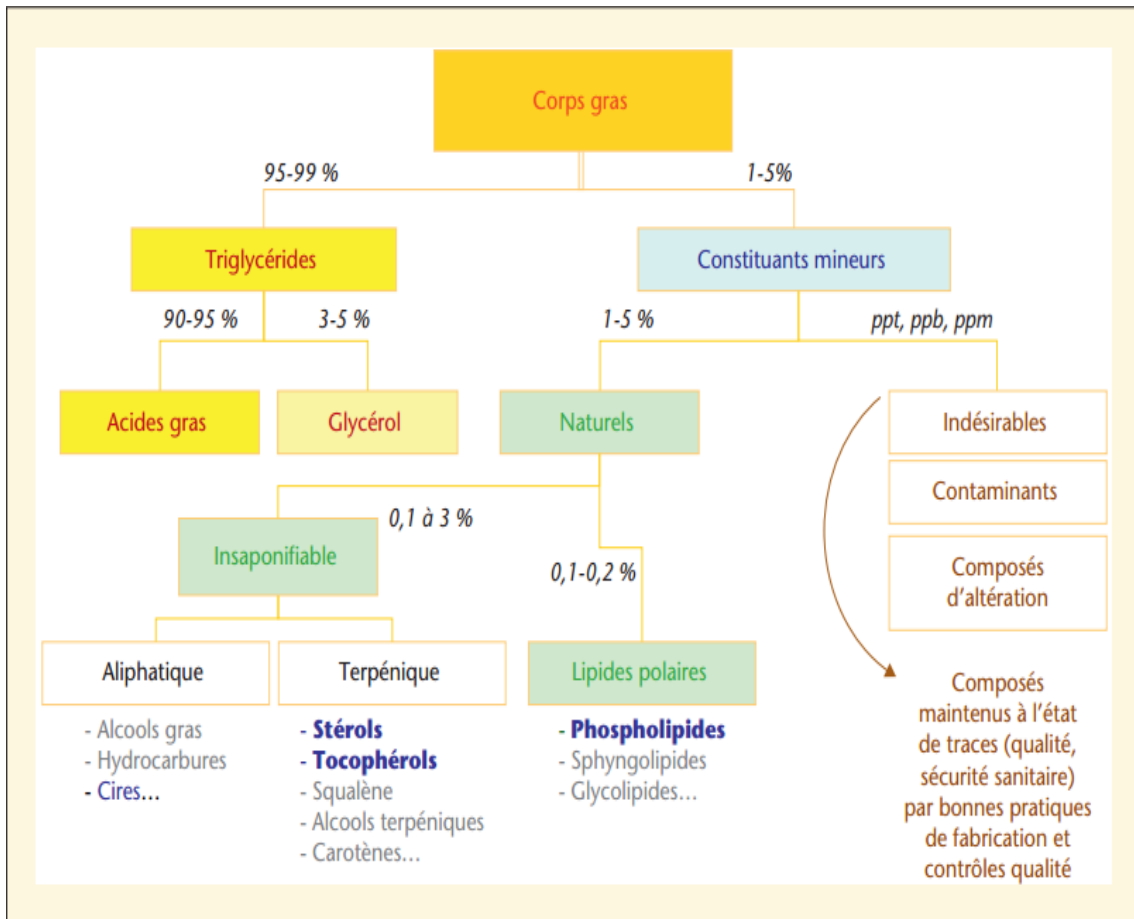


Figure 2-1 : Composition panoramique des corps gras et importance relative des principales classes de composés (MORIN & PAGES-XATART-PARES, 2012).

Le terme « huile » désigne des acides gras, qui comportent des doubles liaisons, et présentent donc encore la possibilité d’une saturation (KUHNE; EI MANNOBI & al, 2010; SOACHIM, 1997; ZOVI, 2009; ALAOUI, 2002).

Tableau 2-1 : Les acides gras majoritairement présents dans les huiles végétales
(CUVELIER, 2004)

Acide gras	Nom systématique	Structure chimique
Acides gras saturés		
Palmitique C16 : 0	Hexadécanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
Stérique C18 : 0	Octadécanoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Acides gras insaturés (monoinsaturé)		
Oléique C18 : 1	cis-9-octadécénoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Acides gras polyinsaturés		
Linoléique C18 : 2	cis,cis-9,12-octadécadiénoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
α-linoléique C18:3	cis,trans,trans-9,11,13-octadécatriénoïque	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$

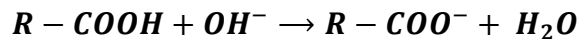
Les acides gras sont des molécules organiques comprenant une chaîne carbonée terminée par un groupement carboxylique (KALEEM, 2013; COUET & al, 2013). Cette chaîne carbonée peut être dépourvue de toute double liaison et, dans ce cas, les acides gras sont dits saturés (AGS) (BORNER). Elle peut aussi présenter une ou plusieurs double(s) liaison(s), les acides gras sont alors désignés sous les termes de monoinsaturés (AGMI) ou polyinsaturés (AGPI) (MARCUSSON & JOUVE, 1929).

Pour les acides gras insaturés, il est pratique de référencer les familles d'acides gras par rapport à la première double liaison côté méthyle terminal ([HININGER-FAVIER, 2012](#); [IJEOMA & PRISCA, 2015](#)).

III. Caractéristiques des huiles

III.1. L'indice d'acide

L'indice d'acide d'un corps gras est la quantité de potasse exprimée en milligramme nécessaire pour neutraliser les acides gras libres contenus dans un gramme de corps gras ([HAMIA, 2007](#); [IJEOMA & PRISCA, 2015](#)).



C'est un dosage qui nous permet de connaître le degré d'altération de l'huile et d'estimer le taux d'acides gras libres dans l'huile exprimé en acide oléique.

III.2. L'indice d'iode

Dans toute l'analyse des graisses, c'est l'indice d'iode qui représente la constante la plus utile, exprime le degré d'insaturation d'un corps gras ([ZOVI, 2009](#); [HAMIA, 2007](#)), permet de porter un premier jugement sur l'aptitude à la combustion de l'huile : plus l'indice est élevé, plus la combustion peut poser des problèmes ([HAMIA, 2007](#); [MARCUSSON & JOUVE, 1929](#)).

C'est sur sa valeur que repose l'importante division des huiles végétales en huiles siccatives, mi- siccatives et non-siccatives. On classe comme siccatives les huiles dont l'indice d'iode est compris entre (200 et 130) ([MARCUSSON & JOUVE, 1929](#)), en classant les huiles comme suit :

- De 130 à 200 : huiles siccatives ;
- De 95 à 130 : huiles semi- siccatives ;
- Inferieur a 95 : huiles non siccatives.

II.3. L'indice de saponification

L'indice de saponification est le nombre de milligrammes de potasse caustique KOH nécessaires pour transformer en savon les acides gras et les glycérides d'un gramme de corps gras, la plupart des huiles végétales ayant un indice compris entre 190 et 200 ([SCHEIDECKER; MARCUSSON & JOUVE, 1929](#)).

Cet indice est d'autant plus élevé que les glycérides sont formes d'acides gras de faible poids moléculaire. Il dépend de la teneur en insaponifiable, en acides gras libres et de la

proportion de mono-, di- et tri-glycerides. Il permet, lorsque la matière grasse renferme uniquement des triglycérides, de déterminer la teneur pour cent en acides gras totaux (MARCUSSON & JOUVE, 1929; JAHOUACH & ÉPOUSE, 2009).

Les graisses et huiles peuvent se diviser en trois classes, suivant leur indice de saponification (MARCUSSON & JOUVE, 1929) :

- **Graisses à bas indice de saponification, de 171 à 183** : généralement voisin de 175) c'est le groupe des huiles de colza, de ricin, de pépins de raisin.
- **Graisses à indice moyen, voisin de 193** : c'est la grande majorité des graisses et huiles.
- **Graisses et huiles à indice élevé, de 205 à 290** : dû à la présence d'une quantité notable d'acides volatils ; c'est le cas du beurre, de certaines huiles de poissons, telles que celles de dauphin et de sardine ; et des huiles du groupe de l'huile de coco.

IV. Extraction des huiles végétales

Tout procédé d'extraction est basé sur la différence de solubilité des substances d'un mélange dans un solvant. Le mélange à extraire peut être solide ou liquide et le solvant liquide ou fluide supercritique (EYBERT, 2012). Les huiles végétales s'obtiennent à partir de graines ou de fruits écrasés (MARCUSSON & JOUVE, 1929) Généralement, le matériel végétal subit directement le processus d'extraction, cependant, il faut procéder parfois au broyage-concassage pour améliorer le rendement de l'extraction surtout quand il s'agit de tissus rigides (BIOENLIGNE, 2017; MONNATTE-LAUSSUS, 2017). Tout procédé d'extraction est basé sur la différence de solubilité des substances d'un mélange dans un solvant. Le mélange à extraire peut être solide ou liquide et le solvant liquide ou fluide supercritique (EYBERT, 2012). Il existe deux procédés d'extraction :

IV.1. L'extraction mécanique (par pression) à l'échelle industrielle

Fait uniquement intervenir des presses mécaniques. Par ce procédé, on obtient une huile très pure ne contenant aucune substance étrangère. Par contre, ce procédé ne retire pas l'entièreté de l'huile des graines (BIOBELLE, 2019; BENTHEAUD, 2011). Il reste, selon le type de graines extraites, 9 à 20% d'huile dans le tourteau d'extraction. Cette partie de l'huile ne pourra donc pas être valorisée comme huile de consommation. Ceci explique pourquoi les huiles "pression" sont plus onéreuses que les huiles "solvant" (BIOBELLE, 2019; WINFO NUTRITION, 2011).

IV.2 L'extraction chimique à l'échelle laboratoire

Il existe des différentes techniques d'extraction des huiles végétales à l'échelle laboratoire, tel que :

IV.2.1. Extraction à froid

Il s'agit d'une méthode naturelle d'extraction de l'huile de la matière première qui implique une extraction sous haute pression en une seule étape. C'est la seule méthode qui garantit la pureté et la conservation de l'huile extraite (BIOBELLE, 2019; SCHEIDECKER).

IV.2.2. Extraction par solvant volatil

Ce type d'extraction fait appel à des solvants organiques apolaires. Le solvant le plus utilisé est l'hexane (une essence issue du pétrole). (SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN, 2010) L'hexane est soit disant éliminé de l'huile (voir plus loin) mais en réalité, il en reste une quantité non négligeable dans l'huile que nous consommons. Cette méthode est la plus utilisée pour l'extraction des huiles végétales car elle permet de retirer plus d'huile que la méthode "pression" (BIOBELLE, 2019). L'extraction des huiles par cette technique utilise un solvant organique (comme l'hexane) chauffé à 50-60°C puis s'effectue par percolation à contrecourant du solvant pendant 4 à 5 heures (SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN, 2010; BENTHEAUD, 2011; ISO 9001 ; ISO 734-1, 1998).

IV.2.3. Extraction en mode batch par agitation

Son avantage majeur vs le Soxhlet est la possibilité de travailler facilement avec des mélanges de solvants (ex : différents ratios alcool-eau) et de contrôler la température d'extraction pour éviter le risque de destruction des composés thermolabiles (BIOBELLE, 2019). C'est une méthode simple et efficace mais qui exige des procédures ultérieures de filtration et de concentration relativement longues (BIOBELLE, 2019; BENTHEAUD, 2011).

V. Valorisation des huiles végétales

Généralement, Les huiles (liquide) et les graisses (solide) sont très utilisées en alimentation humaine (ALAOUI, 2002). De nos jours, les huiles végétales constituent de précieuses matières premières pour l'industrie.

Comme domaines d'application, on peut citer les industries pharmaceutiques, cosmétiques, des détergents, des lubrifiants et des agents tensioactifs (bio surfactants) (EYBERT, 2012; SOUMANOU & al., 2005; ALAOUI, 2002) la production des

Polymères, peintures, encres, fluide hydraulique et bio solvant (RUP, 2009) . L'intérêt accordé à ces produits dérivés réside dans leur taux de biodégradabilité extrêmement élevé. En raison de l'énergie dégagée lors de la combustion, des huiles végétales ont été expérimentées comme biocarburants (SOUMANOU & al., 2005; ALAOUI, 2002).

Chapitre 3

Chapitre 3 : Bioénergie

I. Définition de biocarburant

Les biocarburants représentent aujourd'hui la principale alternative aux carburants d'origine fossile : pétrole, gaz, charbon, la substitution des carburants raréfiés (MACHADO, 2013) (BELLERINI & ALAZARD-TOX, 2006). On appelle Les biocarburants (ou agrocarburants) des carburants produits à partir de matériaux organiques renouvelables et non-fossiles encore appelées biomasse. Ils sont des énergies renouvelables et, contrairement aux énergies fossiles, ne contribuent pas à aggraver certains impacts environnementaux globaux, comme par exemple l'effet de serre (POITRAT; HAMAD, 2009).

II. Différentes générations des biocarburants

II.1. Les biocarburants de 1^{ère} génération

Les biocarburants de la 1^{ère} génération se partagent principalement en deux filières : la filière de l'huile pour les moteurs Diesel à allumage par compression, et la filière de l'alcool pour les moteurs à allumage commandé, La technologie utilisée par cette première génération consiste à utiliser uniquement le fruit de la plante (AKBI, 2014; HAMAD, 2009). Il existe deux grandes filières de production de biocarburant :

- **La filière de bioéthanol**

La filière éthanol est un substitut à l'essence produit à partir de la fermentation soit par des sucres simples issus des plantes (betteraves, cannes à sucre) soit de l'amidon issu de céréales (blé, maïs) par des levures (HAMAD, 2009; MACHADO, 2013) (Figure 3-1).

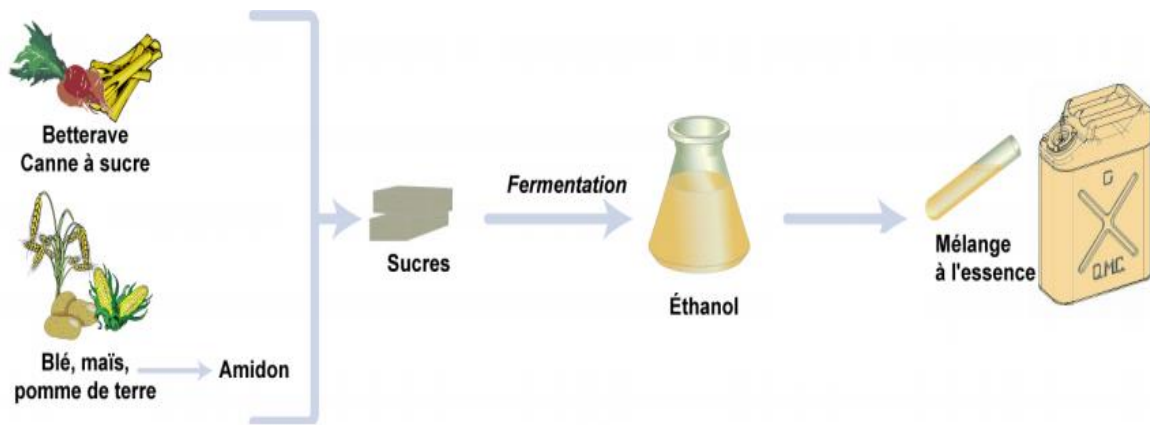


Figure 3-1 : La filière de bioéthanol (GILLES, 2013).

- **Filière huile (biodiesel)**

La filière biodiesel (huile végétale pure (HVP)) est un substitut de gazole, produit par transestérification (MACHADO, 2013) de ressources renouvelables telles que les huiles de grains oléagineux, les graisses de cuisson recyclées et les déchets de grasses animales (HAMATH, 2007) (Figure 3-2).

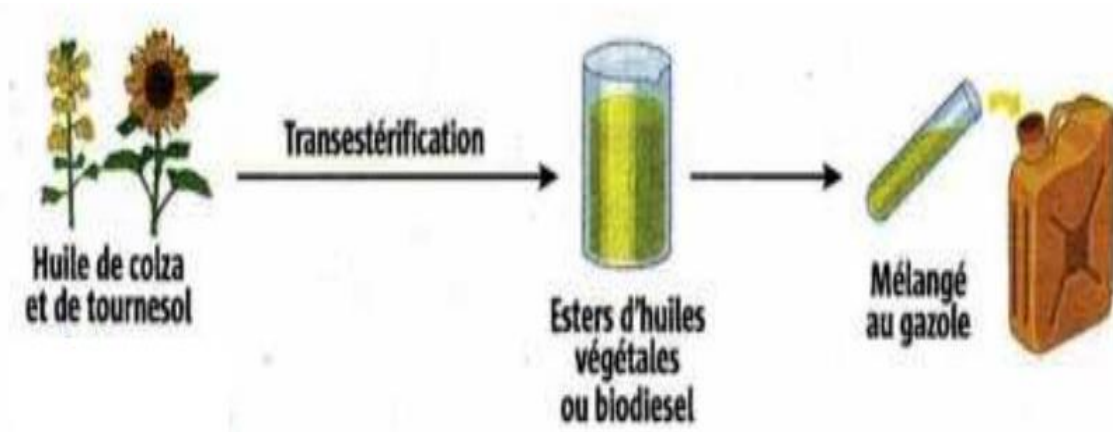


Figure 3-2: La filière de biodiesel (DELRUE, 2012).

II.2. Les biocarburants de 2^{ème} génération

Les biocarburants de seconde génération utilisant l'intégralité de la lignocellulose des plantes ou de la biomasse (AKBI, 2014), disponible en grande quantité et sous différentes formes : résidus agricole (pailles de céréales, bagasses de canne à sucre), de cultures dédiées (taillis en croissance rapide), d'exploitation forestière (branches, troncs abimés laissés en forêt), déchets de l'industrie du bois et du papier, déchets ménagers (fraction organique) et industriels (palettes) (JEACKER-VORIOU, 2015). Deux voies se distinguent : voie biochimique et la voie thermochimique.

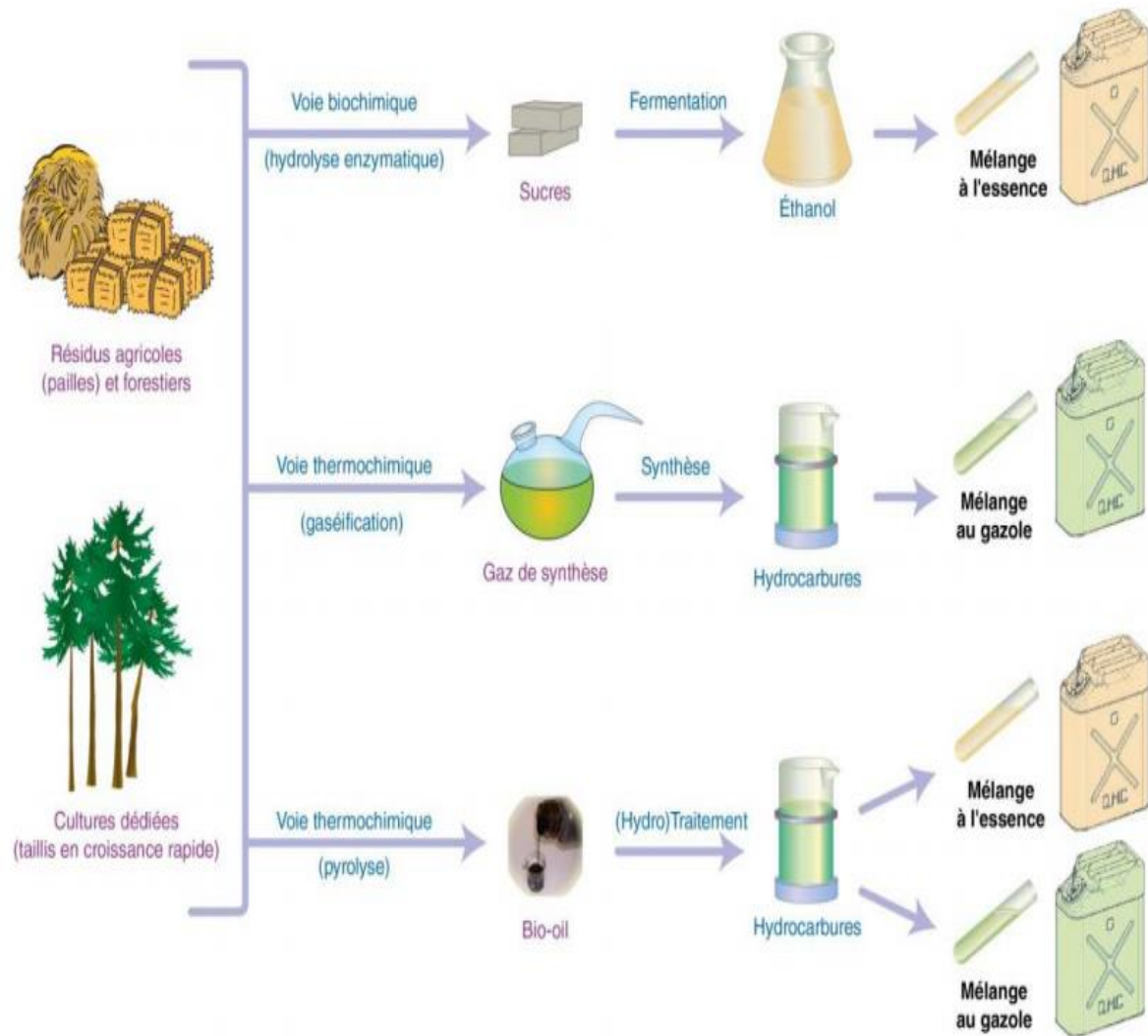


Figure 3-3: Biocarburants de deuxième génération (JEACKER-VORIOL, 2015)

II.3. Les biocarburants de 3^{ème} génération

Les biocarburants de troisième génération s'agissent de carburants produits à partir de lipides ou hydrocarbures produits par des microalgues (JEACKER-VORIOL, 2015) dont la productivité peut être théoriquement de 10 à 20 fois plus élevée que les oléagineux terrestres comme le colza ou le tournesol (GAUTHIER, 2013).

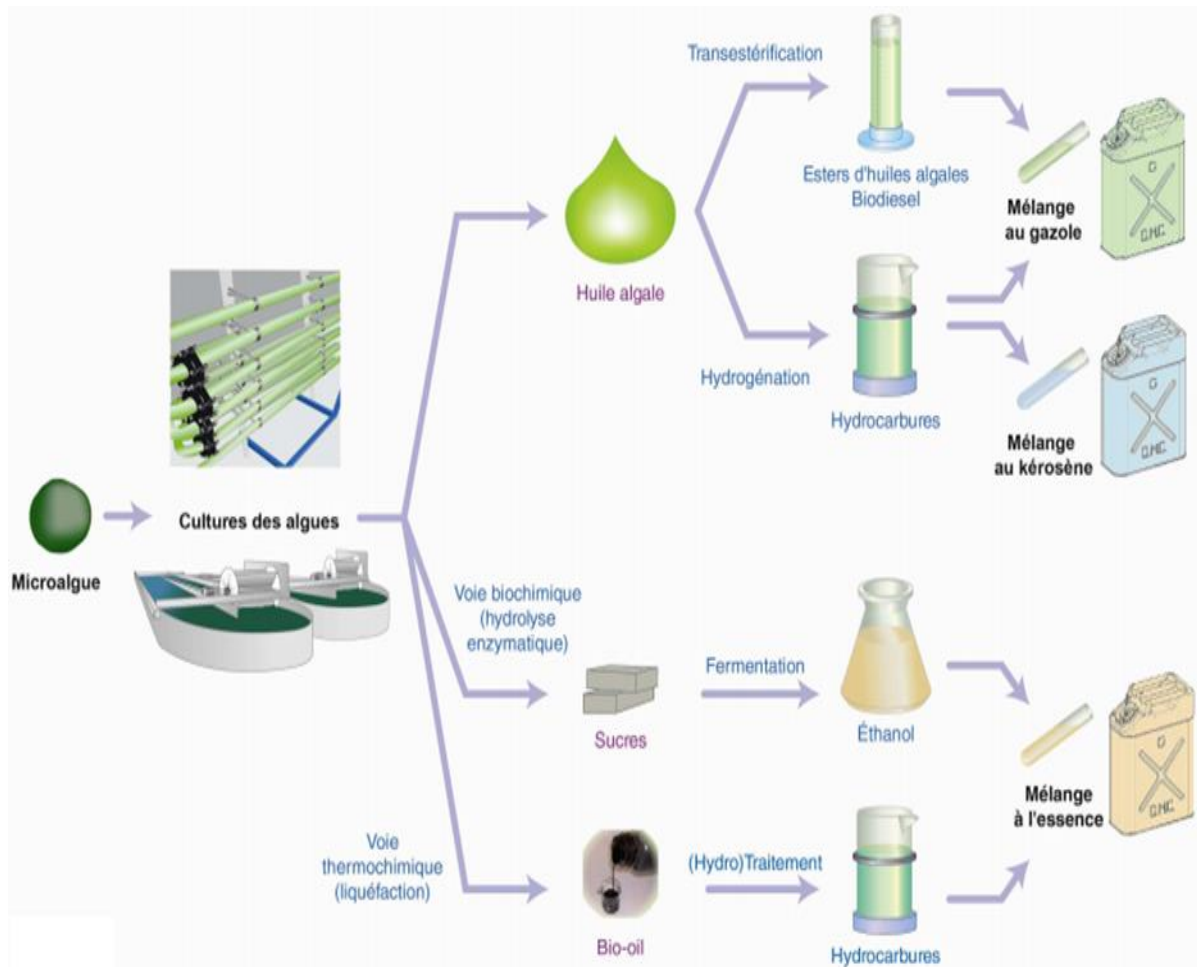


Figure 3-4 : Biocarburants de troisième génération (JEACKER-VORIOL, 2015).

III. Biodiesel

Le biodiesel est un biocarburant liquide alternative au carburant diesel à base de pétrole classique (pétrodiesel) pour l'environnement (MOSER, 2009), obtenu par des procédés chimiques à partir d'huiles végétales ou de graisses animales et un alcool qui peut être utilisé dans les moteurs diesel, seul ou en mélange avec du carburant diesel (KATZ, 2012). ASTM International (à l'origine connue sous le nom the American Society for Testing and Materials) définit le biodiesel comme un mélange d'esters monoalkyliques à longue chaîne d'acides gras obtenus à partir de ressources renouvelables, destinés à être utilisés dans les moteurs diesel. Les mélanges avec du carburant diesel sont indiqués par «Bx», où «x» représente le pourcentage de biodiesel dans le mélange. Par exemple, «B5» indique un mélange contenant 5% de biodiesel et 95% de carburant diesel ; en conséquence, B100 indique du biodiesel pur (ROMANO & SORICHETTI, Introduction to Biodiesel Production, 2011).

III.1. Matières premières pour la production de biodiesel

Les matières premières pour la production de biodiesel sont les huiles végétales, les grasses animales et les alcools à chaîne courte. Les huiles les plus utilisées pour la production mondiale de biodiesel sont le colza (principalement dans les pays de l'Union européenne), le soja (Argentine et les États-Unis d'Amérique), le palmier (Asie et l'Amérique centrale) et le tournesol, bien que d'autres huiles soient également utilisées, notamment les arachides, les graines de lin, carthame, huiles végétales usées et grasses animales. Le méthanol est l'alcool le plus fréquemment utilisé, bien que l'éthanol puisse également être utilisé. Bien que les propriétés des huiles et des matières grasses utilisées en tant que matières premières puissent différer, les propriétés du biodiesel doivent être identiques, conformément aux exigences définies par les normes internationales (MOSER, 2009).

III.2. La production de biodiesel

Le biodiesel est une alternative au diesel à base de pétrole, créé à partir de ressources renouvelables, il est un carburant qui a plus ou moins les mêmes caractéristiques que le pétrole diesel. La préparation du biodiesel est une réaction de transestérification (MESBAHI, 2012).

La transestérification est une réaction chimique catalytique entre l'huile et un alcool (méthanol, éthanol, ...) dont le produit est un mélange d'esters et du glycérol (glycérine). Le mélange d'esters est du biodiesel, il est mélangé au diesel (CURTO & al; KATZ, 2012; MESBAHI, 2012).

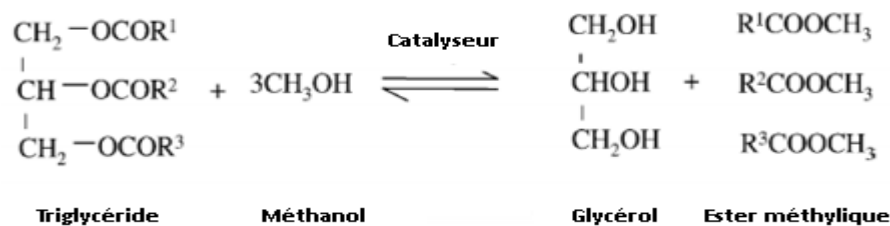


Figure 3-5 : L'équation de la réaction générale de formation de biodiesel (CURTO & al).

III.3. Les avantages et les inconvénients de biodiesel

Le biodiesel présente de nombreux avantages techniques par rapport au pétrodiesel, notamment son pouvoir lubrifiant intrinsèque, sa faible toxicité, sa dérivation à partir d'une matière première renouvelable et domestique, son point d'éclair et sa biodégradabilité, sa teneur négligeable en soufre et ses émissions d'échappement réduites. Les inconvénients

importants du biodiesel comprennent le coût élevé de la matière première, un stockage inférieur et une stabilité à l'oxydation, une teneur en énergie volumétrique inférieure, une capacité de traitement inférieure à basse température et, dans certains cas, des émissions d'échappement de NOx plus élevées (MOSER, 2009).

IV. Les avantages et les inconvénients des biocarburants

Les principaux avantages et inconvénients des biocarburants se résument dans le tableau suivant :

Tableau 3-1 : Les principaux avantages et inconvénients des biocarburants (VALBIUM, 2009; BOULAL, 2017).

les avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Ils permettent de minimiser les changements climatiques à effet de serre ; • Ressource renouvelable. • Ils émettent moins d'autres polluants tels que le soufre, les suies, les particules fines. • Ils permettent de diversifier les sources de production d'énergie et de limiter notre dépendance énergétique. • Issus de productions agricoles locales et durables.
les inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • ses développements issus de culture énergétique peuvent être une menace pour les écosystèmes. • Ils issus de culture intensives exercent malgré tout une forte pression sur l'environnement : utilisation d'énergie fossile, pollution des sols et des réservoirs d'eau,.... etc. • L'augmentation des prix des produits alimentaires. • Ils sont gourmand en énergie, couteux à cultiver, à collecter et à transformer.

V. Différents biocarburants

La directive CE (Directive 2003/30/CE) énonce une liste non limitative de 10 produits qui peuvent être considérés comme des biocarburants : bioéthanol, biodiesel, biogaz, biométhanol, biodiméthyléther, bio-ETBE (bio-éthyl-tertio-butyl-éther), bio-MTEBE (bio-méthyl-tertio-butyl-éther), biocarburants synthétiques, biohydrogène, huile végétale pure (Boulal, 2017).

Deuxième partie

Chapitre 4

Chapitre 4 : Matériels et Méthodes

I. Matériel végétal

I.1. Le choix du substrat

Nous avons choisi les noyaux de dattes pour la production de biodiesel à la base des critères suivants :

- Les noyaux de dattes sont des déchets non valorisé sauf l'utilisation comme alimentation pour les animaux ;
- Contient un taux en matières grasses ;
- Une large consommation des dattes.

I.2. Calcul de tonnage

I.2.1. Détermination de poids d'un noyau de datte

La méthode de détermination de poids d'un noyau de datte est réalisée sur 20 dattes pour chaque variété prélevée au hasard sur lesquels en déterminant :

- Les dimensions des dattes et ses noyaux (longueur et largeur), à l'aide d'un pied à coulisse avec une précision de $\pm 0,1$ cm.
- Les poids des dattes, ses pulpes et ses noyaux, à l'aide d'une balance analytique de précision de $\pm 0,001$ g.

I.2.2. Tonnage des noyaux calculé à la base de tonnage de dattes

Selon les données de la direction de services agricole, la région d'Adrar produit annuellement un tonnage important de dattes, environ 935 mille quintaux par an. La production de tonnage des noyaux de dattes en faible valeur marchande est calculée comme suivant :

$$PN_i = \frac{\text{moyen de poids de noyau pour 20 datte} \cdot 100}{\text{moyen de poids de datte pour 20 datte}}$$

$$PN = \frac{\sum_{i=1}^5 PN_i}{5}$$

$$TPN = \frac{PN \cdot 100}{TPD}$$

Avec :

PN_i : Le moyen de poids de noyau par rapport au moyen de poids de la datte pour une variété ;

PN : Le moyen de PN_i ;

TPN : Tonnage de production des noyaux de dattes en quintaux par an ;

TPD : Tonnage de production des dattes en quintaux par an.

I.1.2. Lieux de prélèvement

Le prélèvement d'échantillon est effectué au niveau de la région de MRAGUEN, une des ksours de la municipalité d'ADRAR qui se situe au nord de la wilaya d'ADRAR, exactement elle se s'éloigne 12 Km de la centre du district d'ADRAR, cette région est un producteur important des dattes et très riche en tonnage des dattes en faible valeur marchande.

Les travaux de ce projet sont faits au niveau des laboratoires de l'université d'Adrar et les laboratoires de l'URER. Les noyaux étudiés proviennent de dattes de 5 variétés, elles sont obtenus après dénoyautage et séchée à 50 °C pendant 48h, puis broyé à l'aide d'un broyeur électrique afin d'obtenir une poudre de granulométrie plus fine.



Figure 4-1 : La situation de la région de Mraguen dans la wilaya d'Adrar.



Photo 4-1: Les palmiers dattiers de la région de Mraguen.

I.1.3. Préparation de noyaux

La préparation des noyaux comprend les étapes suivantes :

➤ **Séparation pulpe- noyau**

La séparation pulpe- noyau est facile, elle se fait à la main ;



Photo 4-2: Dénoyage de dattes.

➤ **Lavage**

Les noyaux sont lavés à l'eau chaude pour enlever les traces de pulpe et toutes sortes d'impuretés qui collent à ces derniers ;

➤ **Séchage**

Après lavage, les noyaux sont placés dans une étuve portée à une température de 120 °C pendant 24 heures afin de faciliter le broyage ;



Photo 4-3: Séchage des noyaux de dattes.

➤ **Broyage**

Le broyage a été réalisé au moyen d'un broyeur à meules afin d'avoir de petits fragments qui sont à leur tour broyés à l'aide d'un mixeur électrique ;



Photo 4-4 : Broyage de noyau de dattes.

➤ **Séchage**

La poudre obtenue après broyage est séchée dans une étuve à la température de 105 °C pendant 24 heures puis stockée dans des pots hermétiques en plastique.



Photo 4-5: Séchage de poudre des noyaux de dattes.

I.1.4. L'extraction d'huile des noyaux de dattes

L'appareil d'extraction Soxhlet devait extraire l'huile des noyaux de dattes, Il s'agit d'une extraction solide liquide. 300 ml d'hexane ont été versés dans un ballon, et 70g de broyat ont été introduire dans la cartouche de papier filtre puis on place le à l'intérieur de l'appareil soxhlet. Quand on chauffe le ballon, le solvant se vaporise et passe par le tube d'adduction où il est condensé par le réfrigérant puis déversé dans la cartouche pour solubiliser le produit que l'on cherche à extraire du solide. Lorsque l'appareil soxhlet est plein la solution siphonne et retourne dans le ballon. Le solvant se concentre en produit recherché, alors que le solide de départ s'en appauvrit. Ce cycle se répète jusqu'à l'épuisement "6 heures".

Cette extraction repose sur le principe suivant : les composés apolaires comme les corps gras sont insolubles dans les composés polaires comme l'eau, mais solubles dans les solvants apolaires tels que l'hexane. Le point d'évaporation de l'hexane étant inférieur à celui des matières grasses à extraire, il est donc très facile de les séparer par chauffage.

II. Méthodes et analyses

II.1. Détermination de quelque paramètre des noyaux de dattes

II.1.1. Détermination de la teneur en eau (NF V 03-921)

1. Principe

La teneur en eau est mesurée par la dessiccation de l'échantillon dans une étuve ventilée à 103°C jusqu'à poids constant (24 heures). (NOUHA, 2015)

2. Mode opératoire

- Sécher des capsules vides a l'étuve pendant 15 min à 103°C ;
- Mettre les capsules après refroidissement dans un dessiccateur ;
- Peser dans un capsules 1g d'échantillon préalablement broyé et les placer dans l'étuve réglée à 103°C pendant 3 heures ;
- Retirer les capsules de l'étuve, les placer dans le dessiccateur et après refroidissement les peser. L'opération est répétée jusqu'à obtention d'un poids constant.

3. Expression des résultats

La teneur en eau est calculée selon la formule suivante :

$$H\% = \frac{(M_1 - M_2)}{p} \cdot 100$$

Avec :

M₁ : La masse de capsule + matière fraîche avant étuvage ;

M₂ : La Masse de l'ensemble après étuvage ;

P : La prise d'essai.

II.1.2. Détermination de la teneur en matière grasse (NF EN ISO 734-1, 2000)

1. Principe

L'extraction d'huile a été effectuée par l'hexane dans un soxhlet à partir 967.045g de poudre des noyaux de dattes, est une méthode simple et convenable permettant de répéter infiniment le cycle d'extraction avec du solvant frais jusqu'à l'épuisement complet du soluté dans la matière première. (PENICHEV, 2010)

2. Mode opératoire

- Sécher le ballon de 500 ml à l'étuve à 103°C pendant une heure ;
- Refroidir le ballon au dessiccateur pendant 30 mn ;
- Peser 70g environ des noyaux de dattes broyer ;
- Introduire le broyat dans la cartouche de papier filtre ;
- Placer la cartouche avec la prise d'essai à l'intérieur de l'appareil soxhlet ;
- Verser 300 ml de solvant d'extraction dans le ballon ;
- Chauffer le ballon pendant 6 heures (18 siphonage par heure) jusqu'à l'épuisement de la matière grasse ;
- Après, éliminer le solvant du ballon par rotavapeur ;

- Eliminer les dernières traces du solvant en chauffant le ballon pendant 20 min à 103°C ;
- Peser le ballon.

3. Expression des résultats

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

$$MG = \frac{p_2 - p_1}{p_3} \cdot 100$$

Avec :

- P₁** : Poids du ballon vide (g) ;
- P₂** : Poids du ballon avec l'huile extraite (g) ;
- P₃** : Masse de la prise d'essai (g).

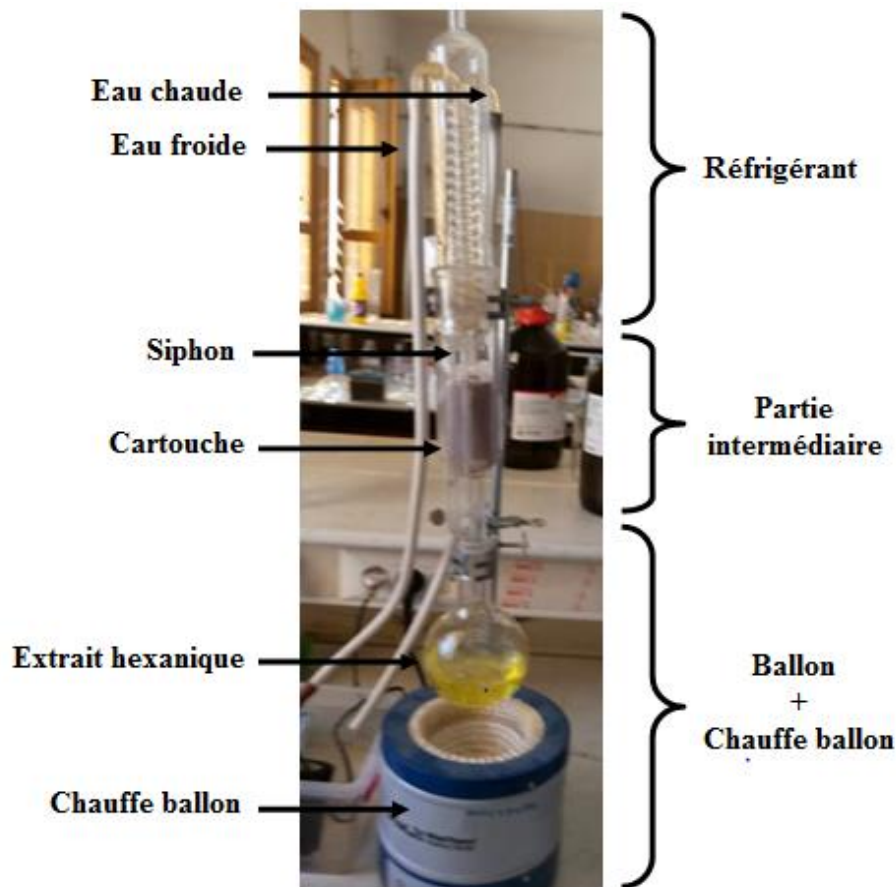


Figure 4-2: Présentation d'appareil d'extraction par la méthode de soxhlet.

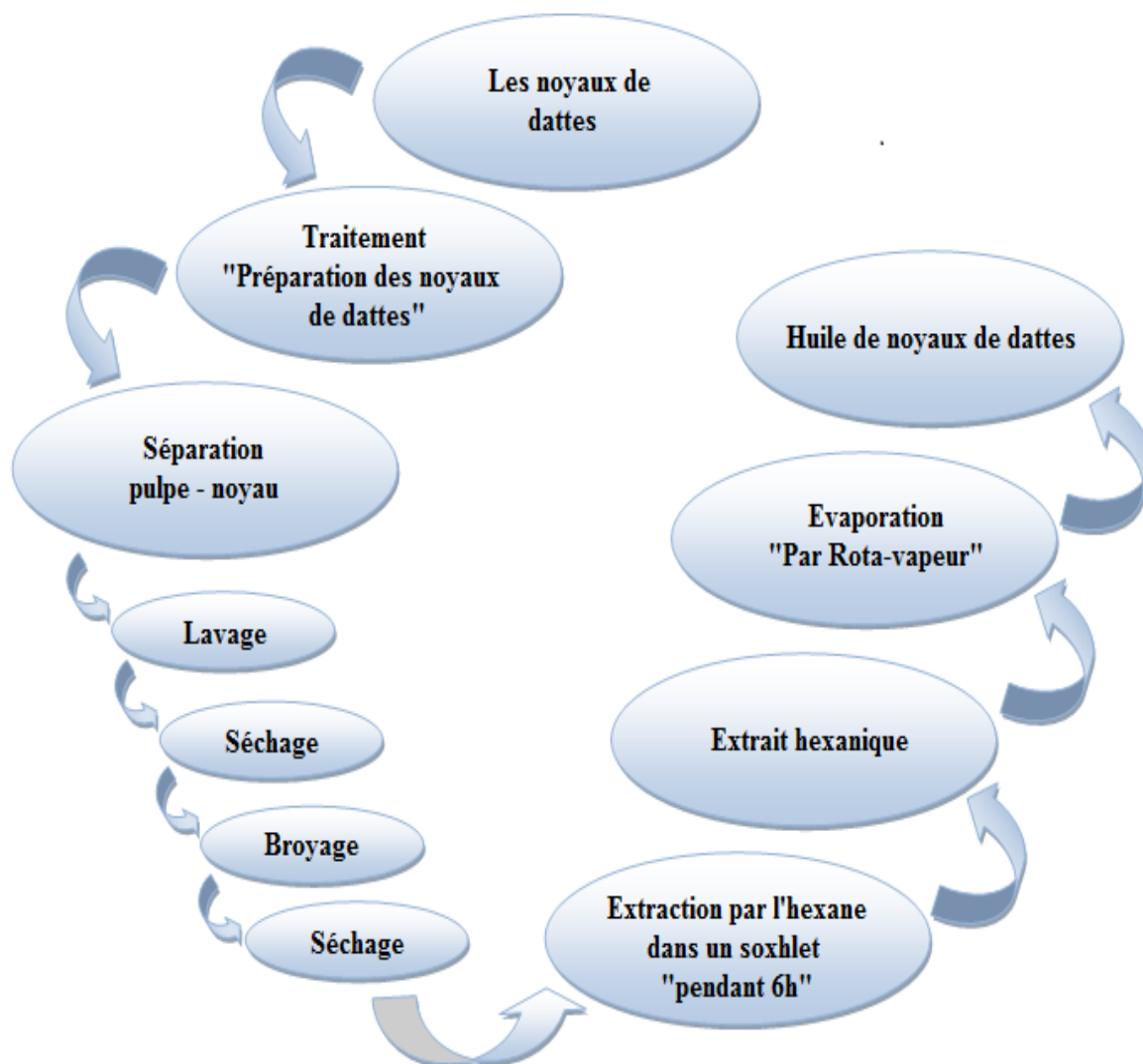


Figure 4-3 : Schéma d'extraction d'huile des noyaux de dattes.

II.2. Caractérisation de l'huile des noyaux de dattes

Les caractéristiques de l'huile extraite examinées sont : l'indice de réfraction, densité, la viscosité, l'indice d'acide, Spectroscopie d'absorption IR.

II.2.1. Paramètre physique

II.2.1.1. L'indice de réfraction

L'indice de réfraction d'un milieu transparent et homogène est le rapport de la vitesse de la lumière du vide sur la vitesse de la lumière dans le milieu étudié.

1. Principe

Les mesures sont effectuées au réfractomètre d'ABBE, à une température de 20°C, puis de 40°C. La méthode suivie est celle décrite dans la norme AFNOR T 60-212.

2. Mode opératoire

- Après nettoyage de l'appareil, placer 2 ou 3 gouttes d'huile au milieu du prisme ;
- Regarder dans l'oculaire et la mesure se fait en tournant les boutons de réglage de l'indice de réfraction pour but d'amener les zones sombres et éclairées au centre du réticule ;
- Finalement, noter la valeur de l'indice et la température de mesure.



Photo 4-6: L'appareil de réfractomètre.

II.2.1.2. La densité

1. Principe

Le principe est basé sur la mesure de la masse, à la température ambiante, Le flacon utilisé s'appelle un pycnomètre. Il est constitué d'un petit ballon sur lequel vient s'adapter un bouchon rôdé creux surmonté d'un tube capillaire et d'une ampoule de garde.



Photo 4-4: La mesure de densité par un pycnomètre.

2. Expression des résultats

La densité est donnée par la formule suivante :

$$d = \frac{M_h - M_v}{M_e - M_v}$$

Avec :

M_L : La masse du pycnomètre rempli d'huile jusqu'au trait de jauge « en gramme » ;

M_e : La masse du pycnomètre rempli d'eau jusqu'au trait de jauge « en gramme » ;

M_v : La masse du pycnomètre vide « en gramme ».

II.2.1.3. La viscosité

Le principe est simple on pompe l'huile jusqu'à une certaine hauteur définie de la colonne .Puis on laisse couler tout en déclenchant le chronomètre .Ce dernier est arrêté dès que l'huile atteint une autre hauteur moindre .La valeur de la viscosité dynamique à une température donnée est donnée par la formule suivante :

$$\eta = K (d_1 - d_2) . t$$

Avec :

K : Constant de Balle en (m.Pa.S.cm/g.s) ;

d₁ : La densité de balle en (g/cm³) ;

d₂ : La densité d'huile en (g/cm³) ;

t : Le temps d'écoulement (S).

La viscosité cinématique est donnée par la formule suivante :

$$\nu = \eta / d$$

Avec :

η : La viscosité cinématique (mm²/s) ;

ν : La viscosité dynamique ;

d : La densité d'huile.



Photo 4-5: Détermination de la viscosité d'huile des noyaux de dattes.

II.2.1.4. Analyse spectroscopie d'absorption IR

1. Principe

La spectroscopie IR est une analyse spectral qui permet de déterminer le type de liaison dans un échantillon donné. Cette analyse est basée sur l'absorption d'énergie dans le domaine spectral infrarouge qui s'étend de 4000 à 400 cm^{-1} (IDIR, 2016).

2. Mode opératoire

- Mettre sur une pastille quelques microlitres d'huile des noyaux de dattes ;
- Introduire la pastille dans le compartiment d'échantillonnage du spectromètre infrarouge.



Figure 4-4 : Analyse spectroscopique IR d'huile des noyaux de dattes.

II.2.2. Paramètre chimique

II.2.2.1. L'indice d'acide et l'acidité (NF EN ISO 660, 1999)

L'hydrolyse des corps gras, qu'elle soit d'origine chimique ou enzymatique entraîne la formation d'acide gras libre, dont la mesure permet d'évaluer l'état de son altération par hydrolyse. L'acidité peut être exprimée de deux manières :

- L'indice d'acide (IA) qui est le nombre de mg de potasse nécessaire pour neutraliser les acides gras libre contenus dans un gramme des corps gras.
- L'acidité (A%) est le pourcentage d'acides gras libre exprimé conventionnellement en acide aurique pour le coprah et le palmiste, en acide palmitique pour le palme et en acide oléique pour la majeure partie des corps gras.

1. Mode opératoire

La détermination de l'indice d'acide se fait par un titrage acido-basique. (MILOUDE, 2010) :

- Introduire 2g d'huile dans une fiole conique de 250 ml ;
- Dissoudre la prise d'essai dans 100 ml environ du mélange à parts égales d'éthanol et de diéthyléther préalablement neutralisé ;
- Ajouter 2-3 gouttes de phénophtaléine ;
- Titrer, avec agitation, avec une solution éthanolique d'hydroxyde de potassium 0.1 N jusqu'à coloration rose de la phénophtaléine persistant ;
- A la fin en prend le volume exact de KOH consommé pour le calcul de l'indice d'acide.

1- Expression des résultats

L'indice d'acide est donné par la formule suivante :

$$\mathbf{IA = (V \times 56.1 \times N) / P}$$

Avec :

V : Désigne le volume de potasse employé ;

N : La normalité de la solution ;

P : La masse de la prise d'essai ;

5.61 : Le nombre de mg de potasse équivalent à 1 ml de soude à 0.1 N.

L'acidité en (%) est calculée en équivalent acide oléique :

$$\mathbf{A\% = 0.5*IA}$$



Photo 4-9 : Le processus de titrage pour l'identification de l'indice d'acide.

II.3. Protocole de synthèse de biodiesel

En raison de l'indice d'acide élevé de l'huile des noyaux de dattes (IA = 8.97mg KOH / g d'huile), le processus de production de biodiesel a été réalisé en deux étapes :

II.3.1. L'estérification

La réaction d'estérification est réalisée dans un ballon de 250 ml équipé d'un réfrigérant à reflux et d'un agitateur magnétique. Pendant 3 heures, l'agitation

est effectuée du mélange contenant 39.787g d'huile des noyaux de dattes, 19.893g de méthanol et 0.397g d'acide sulfurique.

Après la décantation du produit obtenu, la glycérine est retirée du mélange. Ensuite, l'ester brut restant est neutralisé et elle est lavée trois fois avec de l'eau distillée. Des essais de séparation de phase sont réalisés par gravitation dans une ampoule à décantation.

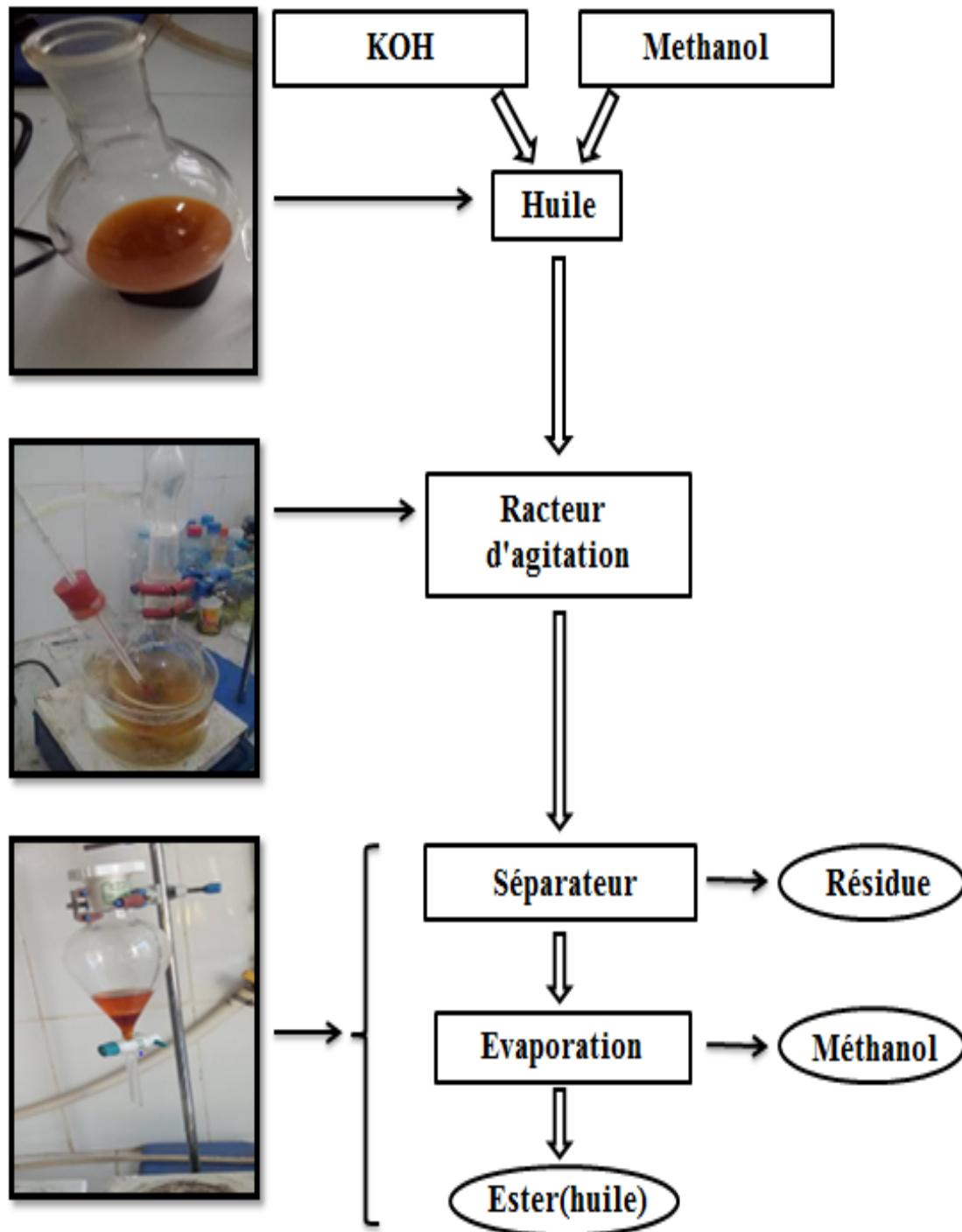


Figure 4-5 : Les étapes de l'estérification d'huile des noyaux de dattes.

II.3.2. La transestérification

Dans un ballon de 100 ml, auquel est adapté un réfrigérant, un thermomètre, 21.0839g d'huile sont chauffés à la température de 70°C sous agitation magnétique. La température étant stabilisée, une solution de méthanol et de KOH (6.325g méthanol + 0,212 KOH) préalablement préparée est ajoutée à l'huile sous agitation.

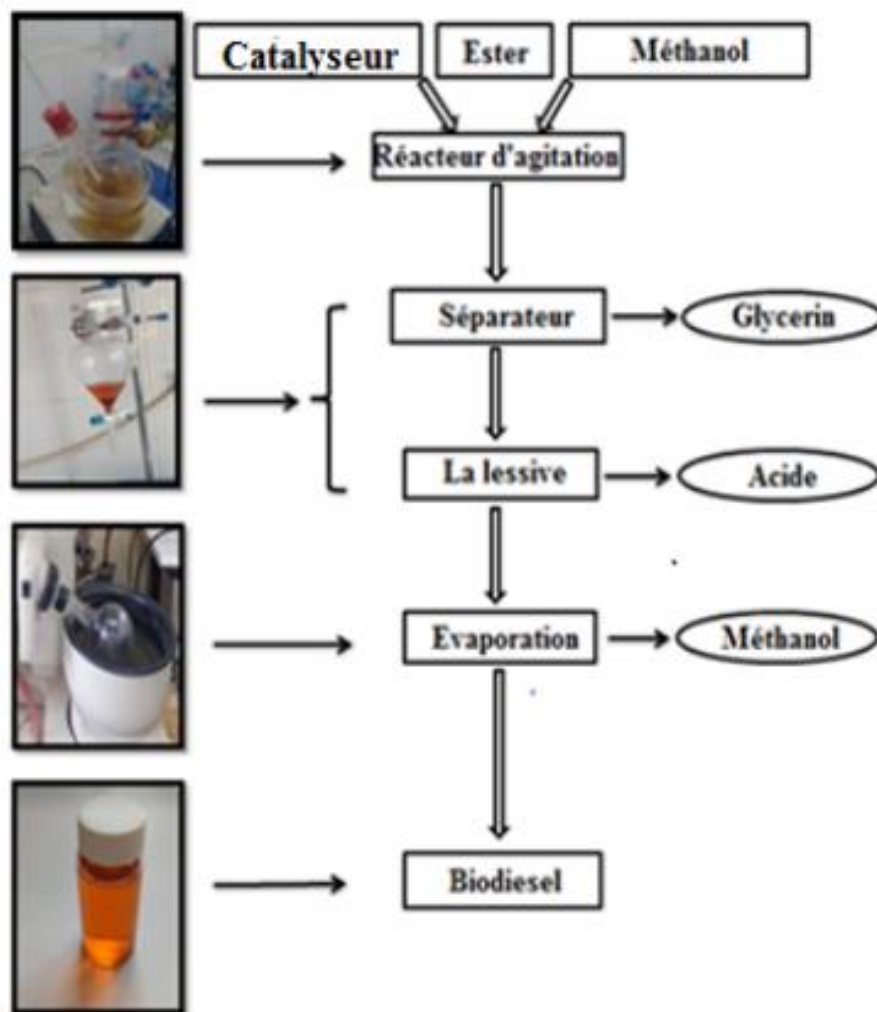


Figure 4-6 : Les étapes de la transestérification d'huile des noyaux de dattes.

II.3.3. Récupération du biodiesel

En fin de réaction, le produit de la réaction de transestérification est transféré dans une ampoule à décanter pendant 24h afin de séparer le glycérol du biodiesel. Par la suite, le glycérol, de couleur marron foncé, est récupéré dans un flacon puis stocké alors que le biodiesel est lavé avec l'eau distillée.

II.3.4. Le rendement de biodiesel

Le rendement de la réaction se calcule par la formule suivante :

$$R(\%) = \frac{M_{\text{ester}}}{M_{\text{huile}}} 100$$

Avec :

$R(\%)$: Le rendement de biodiesel ;

M_{ester} : La masse d'ester ;

M_{huile} : La masse d'huile.

II.4. Caractérisations de biodiesel

Les analyses ont porté sur la détermination des paramètres suivants :

II.4.1. Le point d'éclair

La température du point d'éclair correspond à la température la plus basse, à laquelle un corps combustible émet suffisamment de vapeurs pour former, avec l'air ambiant, un mélange gazeux qui s'enflamme sous l'effet d'une source d'allumage. (KHIARI, 2017).

II.4.2. Le point d'écoulement

Le point d'écoulement est la température à laquelle la paraffine du carburant se cristallise à tel point que le carburant se congèle et ne s'écoule plus. (AWAD, 2011)

II.4.3. Le pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est l'énergie libérée au cours de la combustion d'un combustible dans un milieu en excès d'oxygène (KHIARI, 2017).

1. Mode opératoire

- Peser une lampe à biodiésel avant de démarrer la combustion. $m_{\text{int}}=59.49\text{g}$;
- Introduire une masse connue d'eau dans le calorimètre. $m_{\text{eau}}= 500\text{g}$;
- Réaliser le montage ;
- Relever les températures initiales de l'eau en haut et en bas du calorimètre ;
- Démarrer la combustion de biodiesel. La chaleur de la communiquée à l'eau du calorimètre ;
- Constater l'apparition d'eau dans la fiole branchée sur la trompe à vide ;
- Arrêter la combustion, repeser la fiole de biodiesel ($m_{\text{fin}}= 49.50\text{g}$).

2. Expression des résultats

La quantité de chaleur captée par l'eau est donnée par la relation suivant :

$$Q_{\text{eau}} = m_{\text{eau}} \cdot C_{\text{eau}} (\Theta_{\text{fin}} - \Theta_{\text{int}})$$

La quantité de chaleur captée par calorimètre est donnée par la relation suivant :

$$Q_c = C (\Theta_{fin} - \Theta_{int})$$

La quantité de chaleur totale captée lors de la combustion est donnée par la relation suivant :

$$Q_{captée} = Q_{eau} + Q_c$$



Photo 4-60 : Le montage de mesure de la pouvoir calorifique du biodiesel obtenu.

II.4.4. Autres caractérisation

Autres caractérisations de biodiesel sont faites, tels que : la viscosité, la densité et l'indice de réfraction par les mêmes méthodes cités au préalable.

Troisième partie

Chapitre 5

Chapitre 5 : Résultats et Discussions

I. Caractéristiques physiques des noyaux de dattes étudiées

I.1. Caractéristiques morphologiques

Les résultats détaillés concernant les caractéristiques morphologiques des dattes, ses pulpes et ses noyaux de cinq variétés étudiés sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 5-1: Etude morphologique sur les cinq variétés de dattes et ses noyaux.

Moyen de :	Aghemmo	Lahmira	Takerbouch	Tinnasser	Tgazza
Poids de datte (g)	6.9223	4.769035	10.16349	6.679955	9.79796
Poids de pulpe (g)	6.2636	4.102065	9.104165	5.878215	8.78389
Poids de noyau (g)	0.64651	0.664675	0.992085	0.79299	0.99343
Diamètre de datte (cm)	1.9025	1.695	2.608	1.873	2.1975
Diamètre de noyau (cm)	0.741	0.6995	0.857	0.7335	0.8165
Longueur de datte (cm)	3.93	3.144	3.529	3.922	4.33
Longueur de noyau (cm)	1.9605	1.9885	2.2425	2.2455	2.313

La production de tonnage des noyaux de dattes en faible valeur marchande en ADRAR est alors 1.177507 mille quintaux par an, cette valeur est très importante et suffisante pour une biomasse va être valorisée énergétiquement.

I.2. Composition biochimique de la poudre des noyaux de dattes

Les résultats détaillés concernant les caractéristiques biochimiques de la poudre du noyau sont donnés dans le tableau suivant :

Tableau 5-2: Les valeurs des indices biochimiques de la poudre des noyaux de dattes.

Constituant	Valeurs moyennes (%)
Humidité	5.722
Matière grasse	4.773

I.3. La teneur en eau (Humidité)

Le taux d'humidité de la poudre des noyaux de dattes est de 5.722 %, cette valeur est analogue à celle trouvée par (AL-FARSI & LEE, 2008) qui est 5.19 pour la variété de Um-sallah.

I.4. Le teneur de matières grasses

Le rendement de la matière grasse obtenu par extraction à chaud est (4.773%) peut être comparé à celui trouvé par (HASHIM & al, 2015) qui est de (5 - 6%) dans une étude effectuée sur des variétés tunisiennes (Mabsili, Um-Salah et Shahal).et à celui trouve (IDIR, 2016) (4 %), Cependant, ce taux est relativement faible comparé à celui rapporté par (HAMADAA & al, 2011) (8,7-12,3%), cette valeur est acceptable comparée avec les travaux effectués précédemment.

II. les caractéristiques d'huile des noyaux de dattes

II.1. Couleur et saveur de l'huile des noyaux de dattes

L'observation visuelle (voir **Photo 5-1**) montre une couleur orange, une odeur et saveur agréable a été relevée. A la température ambiante cette huile est un fluide.

**Photo 5-1:** L'huile de la poudre des noyaux de dattes.

II.2. Caractéristiques physico-chimiques de l'huile des noyaux de dattes

Le **Tableau 5-3** regroupe les valeurs des indices physiques et chimiques de l'huile issus de la poudre des noyaux de dattes.

Tableau 5-3: Les caractéristiques physico-chimiques de l'huile des noyaux de dattes.

Les paramètres	Teneur moyennes
L'indice de réfraction à 40 °C	1.47
La densité à 40 °C	0.9132
La viscosité à 20 °C	387.54
La viscosité à 40 °C	82.878
L'indice d'acide	8.9776

II.3. Indice de réfraction

L'indice de réfraction obtenu à 40°C est de 1.47, cette valeur est très proches de celles énoncées par la norme marocaine (NM 08.50.90) ou les indice de réfraction oscillent entre 1.4630 et 1.4720 (KOUIDRI, 2008), est une valeur acceptable comparée avec les travaux effectués.

II.6. la densité

La valeur de densité trouvée dans cette étude est de l'ordre de 0.9132, comparable au valeur 0.9116 trouvée par (REHAB SALIH & al, 2012).

L'huile des noyaux de dattes possède une densité un peu proche aux densités d'autres huiles réunies dans le **Tableau 5-4**.

Tableau 5-4: Densités de quelques huiles végétales.

Huile végétales	Densité (mm²/s)
Noyau de datte	0.913
Maïs	0.919
Argan	0.917
Coloquinte	0.909
Olive	0.910
Tournesol	0.920

II.5. la viscosité

La viscosité de l'huile a été mesurée à 20°C et à 40°C ; montre qu'il y a une diminution en fonction de la température (387.54 – 82.878mm²/s).

La viscosité trouvée à 20 °C est légèrement inférieure aux valeurs trouvées par (ALLOUNE & al, 2012) (448.14 mm²/s à 20°C), ce résultat donne une importance positive pour la production de biodiesel.

II.7. Spectroscopie d'absorption IR

L'analyse spectroscopique par infrarouge à transformée de Fourier (IRTF) est basée sur l'absorption d'énergie dans le domaine spectral infrarouge qui s'étend de 400 à 4000 cm⁻¹. Chaque bande d'absorption est associée à un type de groupement fonctionnel (**Figure 5-1**).

Les résultats obtenus indiquent que la surface d'huile présente de nombreux pics d'absorption correspondant à divers groupements fonctionnels, qui sont souvent responsables des liaisons adsorbant-adsorbant.

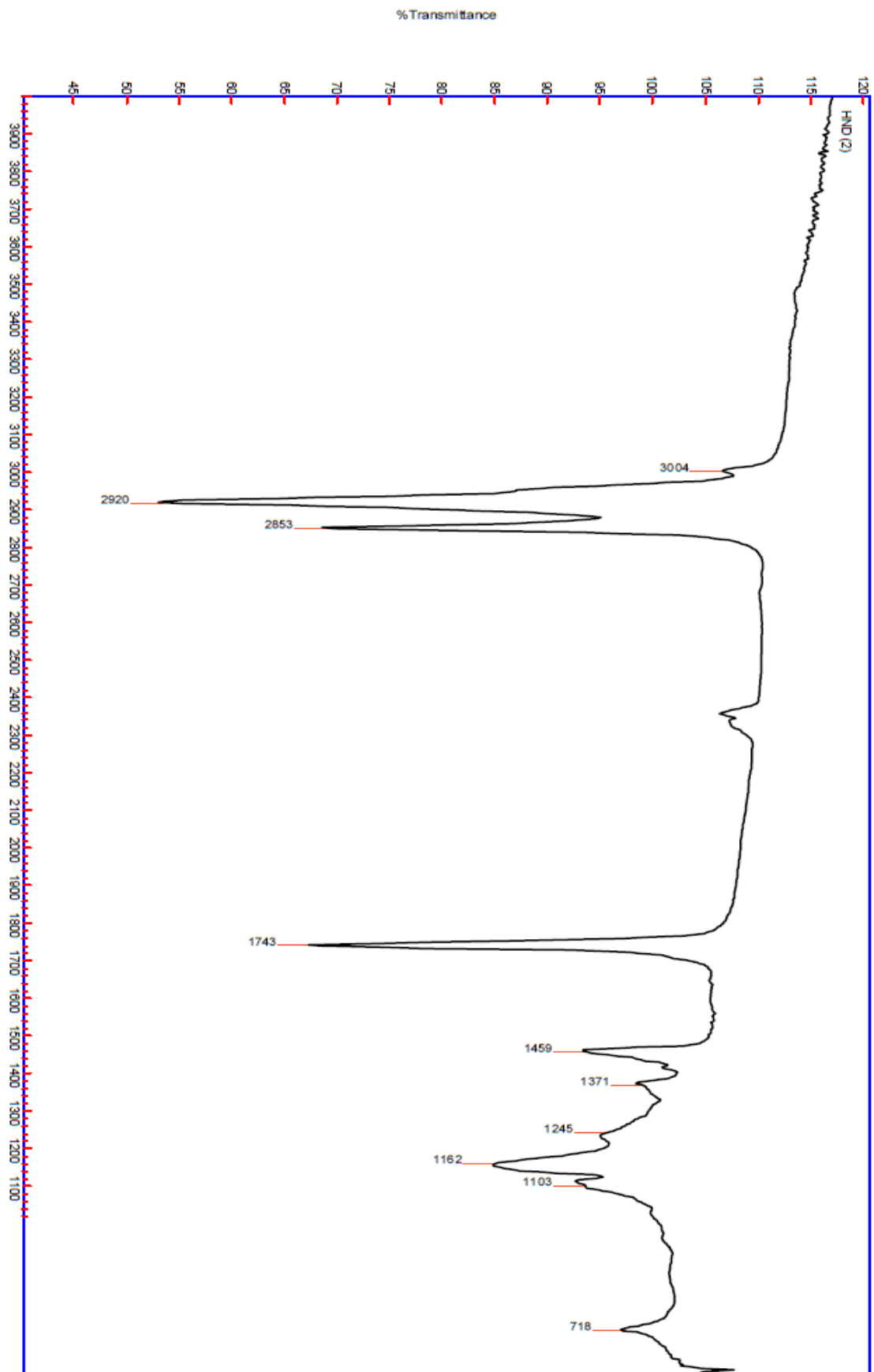


Figure 5-1: Spectre IR d'huile des noyaux de dattes.

- **Mode de vibration C–H**

Les bandes observables dans la région 3050 à 2800 cm^{-1} sont attribuables aux vibrations d'élongation de la liaison C–H des groupes CH_2 et CH_3 . Trois bandes inscrites à 2853, 2853 et 3004 cm^{-1} sont attribuables respectivement aux vibrations d'élongations asymétrique et symétrique du groupe CH_2 .

- **Mode de vibration =C–H**

Une bande de faible intensité est observable à 1459 cm^{-1} . Cette bande est attribuable à la vibration d'élongation "*cis*" du groupe =C–H.

- **Mode de vibration C=O**

La bande la plus intense des spectres est observable vers 1743 cm^{-1} . Cette bande est attribuable à la vibration d'élongation du groupe C=O, caractéristique des esters.

- **Mode de vibration C–O**

La région des basses fréquences contient souvent des bandes de faible intensité. Trois bandes clairement observables se situent à 1103, 1162, 1245 cm^{-1} , ces bandes sont attribuables à la vibration d'élongation du groupe C–O des esters ayant un intervalle entre 1000 et 1300 cm^{-1} .

- **Les groupements (-CH₂)_n**

Caractérisant les longues chaînes aliphatiques des acides gras, ont une bande de 718 cm^{-1} .

A partir de l'analyse spectrale, l'huile des noyaux de dattes contient des esters et des chaînes aliphatiques.

II.4. Indice d'acidité et l'acidité

Les résultats obtenus ont montré un grand nombre d'acides (8,9776 mg d'hydroxyde de sodium / g), qui ont nécessité deux processus consécutifs pour convertir l'huile en biodiesel (estérification et transestérification).

L'acidité (% d'acide oléique) d'huile des noyaux de dattes (4.48%) est légèrement supérieure aux valeurs trouvées sur trois variétés de l'huile d'olive : picual (0.15% d'AO), Hojiblanca (0.20% d'AO), dans une étude réalisée par (GUTIERREZ & al, 2002).

III. Caractérisations du biodiesel obtenu

Le **Tableau 5-5** regroupe les valeurs des indices physiques et chimiques de biodiesel.

Tableau 5-5: Les caractéristiques physico-chimiques de biodiesel.

Paramètres	Les valeurs
Point d'éclair (°C)	170
Point d'écoulement (°C)	-6
Pouvoir calorifique (Mj/kg)	27.432
Viscosité (mm ² /s)	21.01
Indice de réfraction	1.441
La densité (20°C)	0.8777
La densité (40°C)	0.8707

III.1. Le rendement de biodiesel

Le rendement est une façon de connaître le succès du processus de conversion d'huile en biodiesel.

Pour cette étude, le taux de conversion d'huile des noyaux de dattes (91%) est inférieur à la valeur trouvée (95%) par (TARABET & al) pour la conversion de l'huile de d'eucalyptus et très supérieur que le rendement de synthèse à partir des huiles végétales usagées (71%) trouvé par (BOULAL & al, 2016), ce résultat est sur les normes selon les travaux de recherche effectué.

III.2. Point d'éclair

Le point d'éclair est la température à laquelle les vapeurs de l'huile s'enflamment en présence d'une flamme. Si l'on retire la source de chaleur, l'inflammation s'arrête mais pas pour entretenir la combustion. Le point d'éclair pour le biodiesel de l'huile de noyau de

datte est 170°C . Cette dernière est en accord avec la norme de biodiesel qui supérieur à celle de diesel commercial qui compris entre 59 et 96°C , Ce qui reflète une sécurité lors du stockage, de la manipulation et de la manutention des biodiesels synthétisés à base de l'huile des noyaux de dattes.

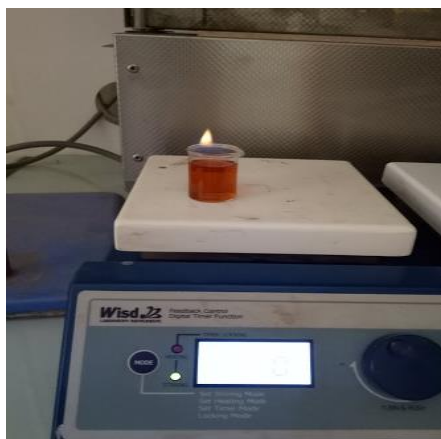


Photo 55-2 : Test d'inflammabilité de biodiesel.

III.2. Point d'écoulement

Le point d'écoulement est la température à laquelle la paraffine du carburant se cristallise à tel point que le carburant se congèle et ne s'écoule plus. Le point d'écoulement de notre biodiesel est de -6°C ; cette valeur est proche à celui du point d'écoulement de diesel commercial national qui varient selon le climat -15°C et -7°C . Cette résultat est donne une importance positif parce que le point d'écoulement influence au transport de biodiesel surtout au pays froid.

III.3. Indice de réfraction

La valeur de l'indice de réfraction a été mesurée avec un réfractomètre à température de 40°C et égale à 1.441 , cette valeur est inférieure à celle d'huile des noyaux de dattes et implique qu'il y a un changement dans la structure d'huile et la structure de biodiesel

III.4. Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique représente l'énergie dégagée sous forme de chaleur par la réaction de combustion par l'oxygène. Il s'agit de la quantité d'énergie libérée lors de la combustion d'un kilogramme de carburant.

Le pouvoir calorifique mesuré de biodiesel est égal à 27.432 MJ/kg, il est inférieur au Diesel conventionnel dont la valeur est de $45,4$ MJ/kg (KHIARI, 2017). Ce résultat est positif parce que le pouvoir calorifique élevé ayant une influence sur la combustibilité de biodiesel.

III.5. La viscosité

Le biodiesel obtenu par huile de noyau de dattes présente une viscosité de $21.01 \text{ mm}^2/\text{s}$, ce qui est supérieur aux normes ASTM ($9 \text{ mm}^2/\text{s}$), même pour le biodiesel obtenu par : Huile de grignon d'olive ($11.13 \text{ mm}^2/\text{s}$) et inférieur à la valeur de diesel ($41 \text{ mm}^2/\text{s}$) trouver par (JOEL BLIN, 2013), cette résultat est donnée une importance positif parce que le problème posé dans le monde jusqu'à maintenant sur la viscosité très élevés.

Une viscosité élevée peut poser des problèmes pour l'alimentation des moteurs en carburant (pression à la pompe à injection, diamètre des durites trop petit) et à l'injection (taille des gouttelettes trop grosse, à l'origine d'une mauvaise combustion et donc d'imbrûlés à l'échappement). Par contre, une viscosité trop faible peut provoquer des fuites dans l'injecteur ainsi qu'une perte de charge élevée dans la pompe d'injecteur (SELAIMIA, 2018).

III.6. La densité

Les valeurs de la densité du biodiesel produits et de l'ordre de 0.8777 et 0.8707 g/cm^3 aux différentes températures (20 et 40°C). Ces valeurs sont presque identiques à ceux des normes européennes (NF EN 14214) dont la valeur varie entre $0,86$ à $0,9 \text{ g/cm}^3$. Les valeurs de la densité des biodiesels sont inférieures à ceux des huiles (BETTAHER & al, 2016).

Conclusion Générale

Le présent travail a montré que la valorisation des noyaux de dattes de faible valeur marchande de la wilaya d'Adrar, en vue de leur éventuelle transformation en biodiesel est possible. Ce substrat est contient matière grasse, dont la transformation semble prometteuse. Dans cette optique, un essai de valorisation d'un extrait huileux des noyaux de dattes à biocarburant a été réalisé, dont 1kg des noyaux de dattes donne en minimum 81.74% de matière grasse.

Des résultats obtenus, il ressort que les noyaux de dattes représentent 53.34% de la masse totale de la datte entière. Les études se faites sur ces noyaux montre qu'ils se caractérisent par : l'humidité 57.22, la teneur en matière grasse 5.722%, avec une production de 1177.507 quintaux par an ce qui d'une manière justifier la valorisation de cette biomasse.

L'analyses d'huiles extraite permet de mettre en évidence son acidité 4.4888% correspond à l'indice d'acide 8.9776, une viscosité 387.54 à 20°C, une densité 0.33 et un indice de réfraction 1.4635. La valeur de l'indice d'acide était supérieur qu'il nécessite de faire la réaction de l'estérification avant de réaliser la transestérification.

Les esters méthyliques d'huile végétales EMHV obtenus par la réaction de transestérification présentent un rendement de 91%, dans les conditions opératoires. Les propriétés physiques et chimiques de biodiesel d'huile des noyaux de dattes sont intéressantes sauf pour la masse volumique qui était acceptable (0.8777) et la viscosité cinématique qui était inférieur à celui trouve au travail effectue (41mm²/s), cette résultat donne une importance positif parce que le problème posé jusqu'à maintenant pour la production de biodiesel est la valeur de viscosité très élèves.

Il y a des paramètres et des analyses qui peuvent donnent plus des informations sur ce biodiesel produit, il sera mieux de les laisse pour des nouveaux études pour but de préciser les caractéristique physico-chimiques de ce produit d'une part et d'agrandir ce projet a l'échelle industrielle.

Références

- ADRAR, I. (2016). Utilisation des noyaux de dattes pour l'élimination des ion Fe^{2+} . Tiziouzou: Université Mouloud Mammeroi.
- AKBI, A. (2014). Les implications du développement des biocarburants : Quel impact sur les pays en développement? paris: HAL Id.
- ALAOUI, S. B. (2002). Les utilisations alternatives des huiles végétales. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, BP 6202, Rabat-Instituts, Rabat, Maroc.
- AL-FARSI, M., & LEE, C. y. (2008). optimization of phenolics and dietary fibre extraction from date seeds. food chemistry, 977-985. Récupéré sur researchgate: <https://www.researchgate.net/publications>
- ALLOUNE, R., & al. (2012). Algérie, Etudes comparatives de deux plantes oléagineuses locales pour la production du biodiesel en. Oran: Université des Sciences et de Technologie Mouhamed Bouafia.
- AWAD, S. (2011). Contribution à l'étude de la valorisation énergétique des résidus gras et de leur combustion dans les moteurs à combustion interne. NANTES: UNIVERSITÉ DE NANTES.
- BELGUEDJ, N. (2014). Préparations alimentaires à base de dattes en Algérie : Description et diagrammes de fabrication. Constantine: (I.N.A.T.A.A.).
- BELLERINI, D., & ALAZARD-TOX, N. (2006). Les Biocarburants : Etat Des Lieux, Perspectives Et Enjeux Du Développement. Dans D. BALLERINI, & N. ALAZARD-TOX, Les Biocarburants : Etat Des Lieux, Perspectives Et Enjeux Du Développement (p. 348). paris: Editions Technip.
- BEN ABBES, F. (2011). Etude de quelques propriétés chimiques et biologiques d'extraits de dattes « Phoenix dactylifera L. ». setif: université Ferhat Abbas.
- BENHMED DJILAL, A. (2012). Analyse des aptitudes technologique de poudre de dattes (Phoenix-dactylifera L) améliorées par la spiruline. etude des propriétés rethologiques, nutritionnelles et antibactériennes. Boumerdes: Université M'hamed Bougara.
- BENKHEDDA, A. (2014). Le mode des dattes. Adrar: A.G.R.I.V.E.T. Consulting.
- BENTHEAUD, E. (2011). Document ressource. Comité Français du Parfum.

- BESBES, S., & al. (2005). Heating effects on some quality characteristics of date seed oil. Food chemistry, vol. 91, pp. 469-476.
- BETTAHER, Z., & al. (2016). Etude de la transestérification d'un mélange des huiles usagées pour la production du biodiesel. Blida: Université de Blida1.
- BIOBELLE, C. (2019). L'extraction à froid des huiles. 46 Cité Keur Damel, Dakar - Sénégal.
- BIOENLIGNE. (2017, mars lundi 20). Techniques d'extraction des huiles essentielles bio-enligne.com. Montpellier, Boutique Bio en Ligne, france.
- BIONDY, J., GUTLER, E.-I., & FEMENAS, A. (2009). Production de bioénergies. Agriculture Énergie 2030.
- BORNER, R. T. (s.d.). les acides gras insaturés. Fédération des Producteurs Suisses de lait PSL.
- BOULAL, A. (2017). contribution a l'etude de la microflore des dattes conservées par des méthodes traditionnelles (btana), et valorisation des dattes de faible valeur marchande. Oran: Universite d'Oran 1 Ahmed ben bella.
- Boulal, A., & al. (2016). Synthèse de biodiesel en utilisant des huiles végétales usagées. Revue des énergies renouvelables, 409-413.
- Boulal, A., Benali, B., & Touzi, A. (s.d.). Transformation des Déchets des Dattes de la Région d'Adrar en Bioéthanol. adrar: Unité de Recherche en Energies Renouvelables en Milieu Saharien, B.P. 478.
- Boussena, Z., & Khali, M. (2016). Extraction Et Composition Chimique D'huile De Noyaux De Dattes Algériennes. [extraction And Chemical Composition Of Algerian Date Seeds Oil]. Nutrition & Santé <https://www.asjp.cerist.dz/en/article/5027>, Volume 5, Numéro 2, Pages 100-106.
- BOUSSENA, Z., KHALI, M., & BOUTAKERBET, L. (2013). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. Dans M. KHALI. Algérie.
- BOYER, A. (2010). Design de nouveaux synthons dérivés de l'acide oléique : application à la synthèse de polyuréthanes. : Université de Bourdeaux .
- CANDY, L., & al. (2012, 10 25). Les huiles végétales et leurs dérivés pour une application dans le domaine des polymères. LCO laboratoire de chimie agro-industrielle.

- CHAHMA, A., LONGO, H., & SIBOUKEUR, A. (2000). Estimation du tonnage et valeur alimentaire de sous produits du palmier dattier chez les ovins. *Recherche Agronomique*, 7-15.
- CHAIRA, N. (s.d.). Nouvelles approches technologiques de valorisation des dattes tunisiennes à faible valeur marchande. Médenine: Etablissement institut des régions arides de Médenine (IRA) .
- CHERIFI, M. (2007). Valorisation d'un résidu naturel ligno-cellulosique en charbon actif-exemple des noyaux de dattes. *Revue des énergies renouvelables ICRES-07 Tlemcen*, 187-192.
- CHNITI, S. (2015). Optimisation de la bioproduction d'éthanol par valorisation des refus de l'industrie de conditionnement des dattes. Rennes: Hal id.
- CIRAD. (2013, janvier 23). *passionsvegetales*. Récupéré sur Morphometry date palm: <http://www.listephoenix.com>
- COUET, M. C., & al. (2013). Acide gras de la famille omega 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations. *Nutrition humaine*.
- CURTO, J.W., & al. (s.d.). A comparative analysis of biodiesel and diesel emissions. <http://www.wpi.edu/academics/ugradstudies/project-learning.html>.
- CUVELIER, C. (2004). Acides gras : nomenclature et sources alimentaires. *Formation continue - article de synthèse*, 133-140.
- D.S.A. (2018). Direction de services agricoles. Adrar.
- DAOUDI, I. (2013). Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*.L) dans la région de Biskra. Université Mohamed Kheider Biskra.
- DAWSON, C. (2017). Marché de la datte en croissance continue. *Mehdarine passeport pour l'exotisme*, carolina.dawson@cirad.fr.
- DELRUE, F. (2012). Micro-algue et biocarburants de roisième génération . *Rencontres ceas-industries*.
- DJILALI, A. B. (2012). Analyse des aptitudes technologiques des poudres de dattes (*phoenix dactylifera*-l) améliorée par la spiruline. études des propriétés rhéologique, nutritionnellement et antibactérienne. Boumerdes: université M'hamed Bougara.

- DJOUDI, I. (2013). Contribution à l'identification et à la caractérisation de quelques accessions du palmier dattier (*Phoenix Dactylifera*.L) dans la région de Biskra. Biskra: Université de Mohamed Kheider Biskra.
- DOE/GO. (2011, 02). Vehicule technologies program. Récupéré sur Energie efficiency and renewable energie: www.eere.energy.gov/informationcenter
- EL BARNAOUI, O. (2016). Journal Algérien des Régions Arides (JARA). CRSTRA, 84.
- EL MANNOBI, I., & al. (2010). Caractérisation de l'huile des grains de l'organe malaise (*citrus sinensis*) poussant en tunisie. Journal de la société chimique de Tunisie, 31-36.
- ESTANOVE, p. (1990). Valorisation de la datte. Dans V. DOLLE, & G. TOUTAIN, Les systemes agricoles oasiens (pp. 301-318). Ciheam.
- EYBERT, S. (2012, 10 18). Les différents procédés d'extraction des principes actifs des plantes.
- FAO. (1999). Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique. Codex alimentaires normes alimentaires internationales, 210-1999.
- FAO. (2007). Paying farmers for environmental services. Food and agriculture organization of the united nations.
- FAO. (2015). la situation mondial de L'alimentation et de l'agriculture.
- FINE, F., & al. (2013). Les agro-solvants pour l'extraction des huiles végétales issues de graines oléagineuses. oilseeds and fats crops and lipids, 5-20.
- GAUTHIER, G. (2013). Synthèse de biocarburants de deuxième génération : étude de la pyrolyse à haute température de particules de bois centimétriques. PARIS: École Nationale Supérieure des Mines d'Albi-Carmaux conjointement avec l'INP Toulouse.
- GHISLENGHIEN. (s.d.). les huiles végétales de paranarome. PRANARÔM INTERNATIONAL S.A. pranarom@pranarom.be, B-7822.
- GILLES, p. (2013). Des microalgues pour la producton de biocarburants ? marseille: Commissariat à l'énergie atomique et aux energies alternatives.
- GUETTOUCHI, A. (2017). Caractérisation Botanique et moléculaire du palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.) de la région de Bou-Sâada. Université Frères Mentouri Constantine.

- GUTIERREZ, F., & al. (2002). Changes in the main components and quality indices of virgin olive oil during oxidation. Spain: Jacos.
- HAMAD. (2009). Transestérification des huiles végétales par l'éthanol en conditions douces par catalyses hétérogènes acide et basique. Lyon: Hal id.HAMADAA, J. S., & al. (2011). Preliminary analysis and potential uses of date pits in foods. Al ain: El servier.
- HAMATH, S. (2007). programme spécial biocarburant. senegal.
- HAMIA, C. (2007). contribution a la composition et a l'étude de l'huile de fruits de l'arganier "argania spinosa". Ouargla: Université Kasdi Merbah .
- HASHIM, I. B., & al. (2015). Composition and Functional Properties of the Date Fruit Residue a by-product of date syrup/debis production. Egypt: Sciforschen.
- HELLAL, Z. (2011). Contribution à l'étude des propriétés antibactériennes et antioxydantes de certaines huiles essentielles extraites des Citrus. Application sur la sardine(Sardina pilchardus). Université Mouloud Mammeri DE Tizi-ouzo.
- HININGER-FAVIER, I. (2012). Les lipides et dérivés Partie 1 : Les acides gras. Grenoble: Université Joseph Fourier .
- IDIR, A. (2016). Utilisation des noaux de dattes pour l'alimentation des ion Fe²⁺ en solution aqueuse. Tizi-ouzo: Université de Mouloud Mammeri.
- IJEOMA, K. H., & PRISCA, U. I. (2015). Characterization of the chemical properties of some selected refined vegetable oils commonly sold in Nigeria. British journal of applied science & technology, 538-546.
- ISO 734-1. (1998). Oilseed residus - determination of oil content. intrnational standard.
- ISO 9001 . (s.d.). Solution d'extraction – Trouvez la solution parfaite pour chaque application. France: Laboratoire humeau.
- JAHOUACH, W., & ÉPOUSE, R. (2009). Etude des propriétes physico-chimiques des huiles d'olive et de grignon d'olive décolorées par des argiles Tunisienne activées aux ondes ultrasonores. Sfax: Université de Sfax.
- JAUVE. (2006). Fascicule de brevet européen. EP 1 414 404 B1 .
- JEACKER-VORIOL, A. (2015). Les biocarburants d'aujourd'hui et de demain en jeux et perspectives. Paris: IFP school- fondation tuk.

- JEAN-MARC, A., & MIREILLE, H. (2003). Qualité des huiles et acides gras de palm et des mélanges des huiles acide caractérisation chimiques et biochimiques. Cinquièmes Journées de la recherche avicole, Tours, 26-27.
- KAIDI, F., & TOUZI, A. (2001). Production de bioalcool à partir des déchets de dattes. Rev. Energ. Ren. : production et valorisation – Biomasse, 75-78.
- KALEEM, M. (2013). Effets des produits d'oxydation de l'acide linoléique sur sa biohydrogénation ruminale. Toulouse: Institut nationale polytechnique de Toulouse (INP Toulouse).
- KATZ, D. A. (2012). The synthesis of biodiesel from vegetable oil. Récupéré sur chymist: www.chymist.com
- KEMASSI, H., & al. (2018). Valorisation des graines "noyaux" de dattes de la région de Ouargla (Sud algérien) par la production de levure alimentaire. ouargla: Université Kasdi Merbah.
- KHALI, M., & al. (2015). Effet de l'incorporation de noyaux de dattes sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles de la farine de blé tendre. Revue « nature & technologie ». B- sciences agronomiques et biologiques, n° 12, 16-26.
- KHIARI, K. (2017). Contribution à l'étude des propriétés thermo-physiques des biocarburants de seconde génération et leur influence sur le comportement des moteurs. France: Hal id.
- KOUIDRI, M. (2008). Extraction et caractérisation physico-chimiques de l'huile d'argan provenant d'arbres cultivés dans deux régions de l'Algérie (Tindouf et Mostaganem) . Chlef: université Hassiba Ben Bouali.
- KUHNE, p. (s.d.). Huiles de table – De la lumière et de la chaleur dans l'alimentation Un guide pour le monde diversifié des huiles végétales. info naturata n°6-1000, 11-12.
- LAMBERT, J. (2005). Les huiles végétales : 2 000 plantes oléagineuses répertoriées. Institut français des huiles végétales pures - IFHVP, 5-22.
- LECHEB, F. (2010). Extraction et caractérisation physico-chimique et biologique de la matière grasse du noyau des dattes: essai d'incorporation dans une crème cosmétique de soin. boumerdes: Université M'hamed Bougara.
- LEFEBVRE, I. (s.d.). les huiles végétales et leurs usages en cosmétique. Bailleul: 2cole des plantes de bailleul.

- MACHADO, M. F. (2013). Nouvelles approches pour l'évaluation environnementale des biocarburants avancés. paris: ENAM.
- MARCUSSON, J., & JOUVE, A. (1929). Manuel de Laboratoire pour l'industrie des huiles et graisses. Dans C. BERANGER, Manuels de Laboratoires pour les Industries Chimiques et similaires. Paris: Paris et liege librairie polytechnique Ch, BERANGER .
- MEBARKI, L. (2015). Intitulé recherche d'activité biologique de molécules végétales pour la lutte contre *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. Oran: USTOMB.
- MEROUFEL, B. (2015). Adsorption des polluants organiques et inorganiques sur des substances naturelles : Kaolin, racines de *Calotropis procera* et Noyaux de dattes. Lorraine: École doctorale Ressources procédés Produits environnement (RP2E).
- MESBAHI, D. (2012). La transestérification hétérogène de l'huile de tournesol sous alumine : Production du biodiesel EEHV. L'université Abou Bekr Belkaid de Telemcen.
- MESSAID , H. (2008). Optimisation du processus d'immersion - rehydratation du système dattes sèche - jus d'orange . Boumerdes: universite M'hamed Bougara.
- M'HIRI, N. (2015). Étude comparative de l'effet des méthodes d'extraction sur les phénols et l'activité antioxydante des extraits des écorces de l'orange « Maltaise demi sanguine » et exploration de l'effet inhibiteur de la corrosion de l'acier au carbon. Tunis: INAT.
- MILOUDE, S. (2010). Analyse physico-chimique, chromatographique et spectroscopique de l'huile essentielle d'*Ammodendron Verticillata* de la région d'Adrar. Etude de son activité biologique et anti-oxydant. université d'Oran-Sonia.
- MIMOUNI, Y. (2015). Développement de produits diététiques hypoglycémiant à base de dattes molles variété « Ghars », la plus répandue dans la cuvette de Ouargla. Ouargla: universite Kasdi Marbah.
- MKAOUAR, S., & KECHAOU, N. (2013). Valorisation des écartes de tirage de dattes par séchage pour l'obtention d'une poudre pour l'alimentation animale. Déchet science et technique, 26-30.
- MONNATTE-LAUSSUS, S. (2017, mai). Modes d'extractions d'une huile végétale.
- MORIN, O., & PAGES-XATART-PARES, X. (2012). Huiles et corps gras végétaux : ressources fonctionnelles et intérêt nutritionnel. Dossier fonctionnalisés des huiles , 63-75.

- MOSER, B. R. (2009). Biodiesel production, properties, and feedstocks. *The society for in vitro biology*, 229-266.
- NOUI, Y. M. (2017). Fabrication et caractérisation des produits alimentaires élaborés à base de dattes (phoenix dactyléfira-L). Batna: Université de Batna L'hadj Lakhdar.
- OUCIF KHALED, M. T. (2017). Mise en valeur des dérivés de dattes de la région d'Oued Souf pour la production de bioéthanol. Université Kasdi Merbah Ouargla.
- PENCHEV, P. I. (2010). Étude des procédés d'extraction et de purification de produits bioactifs à partir de plantes par couplage de techniques séparatives à basses et hautes pressions. Université de Toulouse.
- POITRAT, é. (s.d.). Biocarburants. Centre français d'exploitation.
- RAHMAN, M. S., & al. (2007). Composition characterisation and thermal transition of date pits powders. *Journal of food engineer*, 1-10.
- RAMIREZ, L. (2014). Production de bio-carburants de 3ème génération à partir de microalgue. Lyon: Hal id.
- REHAB SALIH, M. A., & al. (2012). Physico-chemical characteristics of date seed oil G grown in sudan. Sudan: University of Alzaiem Alazhari.
- ROMANO, S. D., & SORICETTI, P. A. (2011). Introduction to biodiesel Production. Dielectric spectroscopy in biodiesel production and characterization, green energy and technology, 7- 25 (<http://www.springer.com/978-1-84996-518-7>). Récupéré sur <http://www.springer.com/978-1-84996-518-7>
- ROUSSEOU, I. (2010). Defis et enjeux des énergies fossiles au XXI ème siècle. paris: Centre d'études internationales d'El Colegio de Mexico et chercheuse associée au Ceri.
- RUP, S. (2009). OXYDATION CATALYTIQUE DE L'ACIDE OLEIQUE SOUS ULTRASONS PAR LE TETRAOXYDE DE RUTHENIUM : VALORISATION DE L'ACIDE PELARGONIQUE POUR LA PRECIPITATION SELECTIVE DE CATIONS METALLIQUES. Lorraine: Univesrité Paul Verlaine - Metz.
- SAGUENAY-LAC-SAINT-JEAN. (2010). production d'huile végétale pure. Alma: Collège d'Alma.
- SCHEIDECKER, D. (s.d.). Lipide - Technique d'extraction et de dosage - Principaux indices des matiers grasses. O.R.S.T.O.M. Fond documentaire.

- SELAIMIA, R. (2018). Etude de l'huile d'olive d'Algérie. Guelma: Université 8 Mai 1945 Guelma.
- SOACHIM, J. (1997). Composition et propriétés physico-chimique des huiles végétales non conventionnelles . 1-8.
- SOUMANOU, M., & al. (2005). Valorisation des huiles végétales d'origine béninoise par alcoolysé enzymatique. Fondamental OCL vol . 12 N° 4 juillet - aout.
- TAMIER. (2016, mars 7). Les huiles végétales. Nutritionniste tramier.
- TARABET, L., & al. (s.d.). Conversion d'huile végétale en carburant pour le moteur diesel. Energétiques et environnement.
- TAYEB, M., OUCIF, K., & SEGNI, L. (2014). production of bioethanol from variétés of dates of poor quality. african journal of agricultural research, 991-637.
- VAILINGOM, G. (2015). Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. research gate, 27-29.
- VAITILINGOM, G. (2009). Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique, 27-29.
- VAITILINGOM, G. (2015). Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. recherche gate, 27-29.
- VALBIUM, A. (2009). les biocarburants ou agrocarburants (ER 13). infos fiches-énergie, 3-4.
- Vanabelle, B., & Larondelle, Y. (1996). Valeur alimentaire des noyaux de dattes et effet du taux d'incorporation dans la ration. Annales de zootechnie, 57-57.
- WINFO NUTRITION. (2011, 01 24). Fabrication et obtention des huiles végétales. Winfo sprl, Rue B bruyères d'inchebroux 41, B-1325 chaumont-gistoux.
- ZOVI, O. (2009). Fonctionnalisation et photopolymérisation de l'huile de lin en vue de l'élaboration de nouveaux matériaux sans émission de composés organiques volatils (COV). Rouen: Ecole doctorale normande de chimie.

Résumé

Les activités agricoles et agro-industrielles génèrent des quantités importantes de déchets. Selon des études précédentes, cette biomasse peut être recyclée et transformée en produit à haute valeur ajoutée par des procédés biotechnologiques. La valorisation des sous-produits des palmiers dattiers en biocarburant s'inscrit dans une démarche économique et environnementale. Cette valorisation, grâce aux procédés biotechnologiques, permet de mettre sur le marché national une nouvelle génération de produits fortement prisés et souvent importés. Parmi les quelques substances à forte valeur ajoutée, susceptible d'être dégagées de cette valorisation, on peut citer le biocarburant, substance énergétique stratégique et base de nombreuses industries. Ce travail se propose de produire du biodiesel à partir des huiles de noyaux des dattes de faible valeur marchande. Le procédé utilisé consiste à une extraction des huiles des noyaux de dattes par solvant volatil par la méthode soxhlet, Les résultats obtenus montrent une teneur en huile de 4 à 5 pourcent, avec un indice d'acide très élevé de 8.9776, cela nous impose de faire une réaction de l'estérification et transestérification. Le biodiesel obtenu un rendement de 91 pourcent et ses propriétés sont proches des normes reconnues par rapport aux études précédentes.

Mots clés : Palmiers dattiers – Noyaux de dattes – Valorisation– Extraction d'huile – Estérification - Transestérification –Biodiesel.

Abstract

Agricultural and agro-industrial activities generate significant quantities of waste. According to previous studies, this biomass can be recycled and converted into a high value product by biotechnological processes. The valorization of byproducts of date palms in biofuel is part of an economic and environmental approach. This valorization, thanks to the biotechnological processes, makes it possible to put on the national market a new generation of products highly appreciated and often imported. Among the few substances with high benefit, likely to be released from this valorization, one can quote the biofuel, strategic energetic substance and base of many industries. This work proposes to produce biodiesel from the kernel oils of dates of low market value. The process used consists of extracting the oils of the date kernels by a volatile solvent by the Soxhlet method. The results obtained show an oil content of 4 to 5 percent, with a very high acid number of 8.9776, which imposes on us make a reaction of esterification and transesterification. Biodiesel has a 91 percent yield and its properties are close to recognized standards compared to previous studies.

Key words: Date palms - Date kernels - Valuation - Oil extraction - Esterification - Transesterification - Biodiesel.

ملخص

تقوم النشاطات الفلاحية والصناعة التحويلية للمنتجات الفلاحية بإنتاج كميات معتبرة من النفايات. حسب دراسات سابقة، هذه الكتلة الحيوية بالإمكان إعادة تدويرها وتحويلها إلى منتجات ذات قيمة عالية من خلال العمليات التكنولوجية الحيوية والتي تعتبر الحل الأفضل لعلاج مشكلة التلوث. يعتبر تثمين منتجات النخيل الثانوية وتدويرها إلى وقود عضوي جزء من النهج الاقتصادي والبيئي. هذه الأخيرة، وبفضل العمليات التكنولوجية الحيوية، تمكن من طرح جيل جديد من المنتجات التي يتم طلبها بشدة والتي يتم استيرادها في كثير من الأحيان في السوق الوطنية. من بين المواد القليلة ذات القيمة المضافة العالية من المحتمل ان يتم إصدارها من هذا التقييم، يمكننا ان نذكر ان الوقود الحيوي يعتبر مادة الطاقة الاستراتيجية واساس العديد من الصناعات. تقترح هذه الدراسة إنتاج وقود الديزل الحيوي من نوى التمر ذات القيمة السوقية المنخفضة. العملية المستخدمة تركز على استخلاص زيوت نوى التمر باستعمال مذيب متبخر بواسطة طريقة السوكسلي. الزيوت المستخلصة هي بنسبة 4 الى 5 نسبة مئوية، وتتميز بحامضية عالية 8.9776. هذا مما أوجب القيام بعملية الأسترة وإعادة الأسترة. وقود الديزل الحيوي بلغت نسبته المئوية 91 ومميزاته قريبة من المعايير المحددة مقارنة بنتائج الأبحاث السابقة.

الكلمات المفتاحية: نخيل التمر - نوى التمر - تثمين - استخراج الزيت - أسترة - وقود الديزل الحيوي.