



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



Université Echahid Hamma Lakhdar. El Oued  
Faculté de la Technologie

Mémoire de Fin d'Etude  
En vue de l'obtention du diplôme de  
**MASTER ACADEMIQUE**

Domaine: Sciences et Technique  
Filière: Génie des Procédés  
Spécialité: Génie Chimique

Présenté par:

M<sup>elle</sup> BOUHAFS Nour elhouda

M<sup>eme</sup> HADJAIDJI Amina

Thème

*Extraction d'huile des plantes oléagineuses  
locales (plant de ricin) pour la production du  
biocarburant en Algérie*

Soutenu le 30/05/2017

Devant le Jury de:

M <sup>m</sup> BOUBEKRI Cherifa	Président	MAA	U.El Oued
M <sup>r</sup> OUCIFE KHALED Med Tayeb	Examineur	MAA	U.El Oued
M <sup>r</sup> SEROUTI Abdelaghani	Encadreur	MAA	U.El Oued

2016/2017

# Abréviations

**T<sub>f</sub>** : La température final. (C°)

**d** : La densité.

**ρ<sub>huile</sub>** : La masse volumique d'huile.(g/cm<sup>3</sup>)

**ρ<sub>eau</sub>** : La masse volumique d'eau.(g/cm<sup>3</sup>)

**ρ<sub>bio</sub>** : La masse volumique de biodiesel.(g/cm<sup>3</sup>)

**m** : la masse d'huile.(g)

**v** : volume d'huile.(cm<sup>3</sup>)

**η** : Rendement (%)

**m<sub>h</sub>** : la masse d'huile transformé.(g)

**m<sub>T</sub>** : la masse d'huile totale après la réaction.(g)

**λ** : énergies de vibration de liaison moléculaire.(mm)

**EN** : Norms European.

**Mt**: million ton.

**MTEP**: Million de Tonnes Equivalent Pétrole est une unité d'énergie.

# Liste des figures

- Figure I-1** : Classification des lipides. (Page 4)
- Figure I-2** : Représentation d'un triglycéride issu de la condensation entre trois acides gras C18 :1 et une molécule de glycérol. (Page 5)
- Figure I-3** : Représentation des différents acides gras (Page 6)
- Figure I-4** : plant de ricin. (Page 9)
- Figure I-5** : Feuilles du plant de ricin. (Page 10)
- Figure I-6** : (a) les fruits de ricin et (b) les graines de Ricin. (Page10)
- Figure I-7** : l'huile de ricin. (Page 11)
- Figure II-1.** Principe de l'extraction par pression (Cuong Nguyen Van, 2010). (Page16)
- Figure II-2.** Extracteur Soxhlet. (Page 17)
- Figure II-3** : Biodiesel (page18)
- Figure II-4.** Réaction générale de la transestérification. (Page 19)
- Figure III-1.** le protocole de l'extraction d'huile et de récupération de solvant (Page24)
- Figure III-2** : les fruits de ricin (Page25)
- Figure III-3** : graines de ricin (Page 25)
- Figure III-4** : Fruit broyer (Page26)
- Figure III-5** : Formule développée de n- hexane. (Page 27)
- Figure III-6** : Montage d'un appareil de Soxhlet. (page27)
- Figure III-7** : Extracteur Soxhlet (page28)
- Figure III-8** : Mélange (solvant+l'huile) (Page28)
- Figure III-9** :Appareil rota vapeur. ( Page29 )
- Figure III-10:** L'huile extraite obtenus. (Page29)
- Figure III-11** : Mesure par viscosimètre (Page 31)
- Figure III-12** : Mesure par papier pH (Page32)
- Figure III-13** : Protocole d'estérification d'huile de ricin. (Page 33)
- Figure III.14** : Photo de réaction de transestérification. (Page34)
- Figure III.15** : Photo de séparation des phases. (Page35)
- Figure III-16** : Photo de lavage du biodiesel. (Page 36)
- Figure III-17** : Filtration de biodiesel. (Page 36)
- Figure III-18** : le biodiesel obtenu. (Page36)
- Figure III-19** : Appareil infrarouge (**Type Nicolet IS5**). (Page 37)
- Figure. IV. 1** : Spectre d'IR de biodiesel. (Page 41)

# Liste des tableaux

**Tableau I-1:** Propriétés physico-chimiques de l'huile de ricin et du pistachier lentisque.  
(Page12)

**Tableau II-2:** Propriétés de C1-C4 alcools.(Page20)

**Tableau II-3:** Conditions de transestérification avec les différentes matières(Page21)

**Tableau III-1:** Les produits et les matériels utilisés pour l'extraction.(Page24)

**Tableau III-2:** regroupe les produits et le matériel qu'on a utilisés pour la transestérification d'huile de ricin.(Page32)

**Tableau III-3 :** Quantités des réactifs utilisé.(Page 33)

**Tableau IV-1 :** Rendement et quelques caractérisations d'huile de ricin.(Page42)

**Tableau IV-2 :** groupements fonctionnels de spectre IR de biodiésel.(Page 42)

**Tableau IV- 3 :** Les caractéristiques physicochimiques de biodiesel obtenue. (Page 42)

# Sommaire

Abréviation

Liste des figures

Liste des Tableaux

Introduction générale.....

## Chapitre I : Les lipides

1. Généralité sur les lipides végétaux.....	3
1.1. Définition .....	3
1.2. Classification des lipides .....	3
1.2.1. Lipides vrais.....	3
1.2.2. Composés à caractère lipidique (lipoïdes).....	4
1.2.3. Associations des lipides simples et les lipides composés .....	4
1.3. Métabolisme des lipides .....	4
1.4. Composition d'une huile végétale .....	5
1.5. Propriétés physico-chimiques des lipides .....	6
1.5.1. Propriétés physiques.....	6
1.5.2. Propriétés chimiques.....	7
1.6. Rôle de lipide .....	7
1.7. Les applications des lipides .....	8
1.7.1. Application technologique .....	8
1.7.1.1. Emulsions .....	8
1.7.1.2. Hydrogénation .....	8
1.7.2. Application industrielle .....	9
2. Ricin ( <i>Ricinus communis</i> L.).....	9
2.1. Botanique de plante de ricin.....	9
2.1.a. Plante de ricin .....	9
2.1.b. Feuilles .....	10

2.1.c. Fèves(grains) de ricin.....	10
2.2. Cultivation du ricin .....	11
2.3. Huile de ricin .....	11
2.3.1. Propriétés physico-chimiques d'huile de ricin .....	11
2.4. Tourteaux de ricin .....	12
2.5. Domaines d'applications .....	12
2.6. Composition et toxicité .....	13

## Chapitre II : Extraction et Transestrification

INTRODUCTION.....	15
1. Extraction de l'huile .....	15
1.1. L'extraction par pressage (Procèdes mécaniques).....	15
1.2. L'extraction par solvant.....	16
1.2.1. La percolation .....	16
1.2.2. La macération .....	16
1.2.3. L'extraction par Soxhlet .....	17
2. Définition de biodiesel.....	18
2.1. Les méthodes de production de biodiesel.....	18
3. La transestérification .....	19
3.1. Réactions de transestérification.....	19
3.2. Choix d'alcools comme matières premières .....	19
3.3. Principales familles de catalyseurs.....	20
3.4. Les facteurs influençant de la réaction de transestérification.....	20
4. Les avantages et les inconvénients de biocarburants .....	21
4. 1. Les avantage .....	22
4. 2. Les inconvénients.....	22

## Chapitre III : MATERIELS ET METHODES

Introduction .....	24
1. Matériels et produits utilisés.....	24
1.1. Matériels et produits d'extraction.....	24
1.1.1. Matières premières pour l'extraction.....	25
1.1.2. Graines de Ricin.....	25
1.1.3. Opération de broyage.....	26
1.1.4. Caractéristiques des produits utilisés.....	26
1.1.5. Protocole de Soxhlet.....	27
2. Opération d'extraction d'huile de ricin .....	28
2.1. Caractéristique physico-chimique de produit obtenue .....	30
2.2. La densité.....	30
2.3. Viscosité .....	30
2.4. Le pH .....	31
3. Matériels et produits de transestérification.....	32
3.1. La transestérification .....	32
3.2. Quantité de réactifs.....	33
4. Opération de transestérification.....	34
4.1. Synthèse de biodiesel .....	34
4.2. Calcule le rendement de Biodiesel.....	36
4.3. Caractéristiques de biodiesel .....	36
4.4. Analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge(IR) .....	37

## CHAPITRE IV : Résultats et Discussions

1. Le rendement .....	39
2. Caractérisation physico-chimiques d'huile de ricin .....	39
2.1. La densité .....	39
2.2. pH .....	40
3. Calcule le rendement de Biodiesel .....	40
4. Caractérisations physico-chimiques de transestérification .....	41

4.1. La densité .....	41
4.2.Le pH	41
4.3. Viscosité .....	41
5. Analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge .....	41
5.1.Spectrophotomètre d'infrarouge de biodiesel.....	42
5.2.Discussion Spectre d'IR obtenu par Biodiesel .....	42
Conclusion .....	
Annex	

## *Remerciements*

Avant tous nous remercions Dieu tout puissant, les cléments et les Miséricordieux pour toute sa bonté. Il nous donné la force, les moyens et le courage pour terminer ce travail.

Nous tiens à remercier vivement le directeur de mémoire, **Mr SEROUTI Abdelghani**, Don le département de génie des procédés de l'université Hamma Lakhdar El oued, de nous 'avoir proposé le sujet de ce mémoire. Qu'il trouve ici l'expression des nous fortes gratitudes pour les conseils, le soutient et l'engagement qu'il nous dispensé au cours de la réalisation de ce travail.

Nous tiens à remercient vivement les grandes familles **BOUHAFS** et **HADJAIDJI**. et remercient sincèrement les enseignants du département de génie des Procédés, les personnes qui j'aurais partagé tant de bons et mauvais moments, dont nous apprécient les grandes faveurs, nous étions très chers amis et collègues, pour tout ce qu'ils font pour nous.

Enfin, nous présentent mon respectons et mon vif remerciement à tous et celles qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

**AMINA**

**NOUR ELHOUDA**

## *Introduction générale*

La production de biodiesel a attiré une attention considérable dans le passé récent comme biocarburant pouvant contribuer à diminuer notre dépendance vis-à-vis des combustibles fossiles. Ces biodiesels sont, en bonne partie, généralement fabriqués par transestérification d'huiles végétales ou de graisses animales ; il s'agit d'estérifier l'huile à l'aide d'un alcool pour obtenir des esters d'acide gras. La transestérification classique implique souvent une première étape d'extraction de l'huile ce qui rend l'ensemble de l'opération plus consommatrice en temps et en coût.

En premier lieu, c'est le remplacement d'une partie des carburants diesel au biodiesel, reçus par les huiles végétales et graisses animales. L'utilisation du biodiesel a une autre force- la réduction de l'élimination des éléments toxiques dans l'atmosphère, par conséquent, une amélioration considérable de l'environnement pour les personnes.

Etant donné l'importance croissante du biodiesel, il était justifié d'étudier la production de ce biocarburant par transestérification des huiles végétales par catalyseur en conditions douces de température et de pression. L'objectif de ce travail s'inscrit dans le cadre de l'exploitation/valorisation des huiles végétales dans le domaine renouvelable par l'utilisation industrielle, ces produits non alimentaires, et de contribuer au développement d'une voie de production « verte », en particulier si le réactif « Triglycérides » est aussi issu d'agro-ressources comme l'huile de ricin.

L'étude de l'effet des paramètres sur les deux opérations l'extraction d'huile et la transestérification a été réalisée de façons distinctes sur les graines de ricin.

Cette mémoire est composée des 4 parties suivantes :

La première partie est consacrée à l'étude de l'état de l'art à travers une synthèse bibliographique. Elle comprend 2 chapitres qui présentent les fondements généraux de traitement des lipides, les opérations d'extraction d'huile, et réaction de transestérification.

Une deuxième étape expose les démarches expérimentales ; elle comporte les moyens technologiques de traitement et les méthodes et protocoles d'extraction et transestérification que nous avons été amenés à adopter pour mener à bien l'ensemble de cette étude.

Une troisième étape est consacrée aux résultats expérimentaux par extraction de l'huile à partir des graines de ricin, et les résultats de biodiesel à partir les huiles de ricin fabriqués par la réaction de transestérification.

La dernière partie se présente sous forme d'une conclusion générale sur les différents travaux réalisés et les perspectives des actions à mener.



# Chapitre I: Les lipides



**Introduction :**

Alors que la plupart des familles de molécules de base du monde vivant sont définies par leurs structures chimiques, les lipides sont caractérisés par une propriété physique : la solubilité. Ce sont des composés à solubilité nulle ou faible dans l'eau mais par contre élevée dans les solvants organiques non polaires.

**1. Généralité sur les lipides végétaux****1.1. Définition :**

Les corps gras désignés aussi sous le nom de lipides font partie d'un ensemble complexe des Composés organiques. Les lipides sont caractérisés par leur insolubilité dans l'eau et leur solubilité dans les solvants organiques tels que l'hexane, l'éther éthylique, chloroforme, ... Les graisses (solides) et les huiles (liquides) sont les principales formes de stockage énergétique de nombreux organismes ; ces lipides ont un intérêt alimentaire certain en raison de leurs rôles [1] :

- ❖ **Réserve d'énergie** : stockés sous forme de triglycérides dans les tissus adipeux, les lipides constituent ainsi une réserve énergétique mobilisable (1 g de lipide donne environ 9,3Kcal).
- ❖ **Un rôle structural** : les acides gras servent à la synthèse d'autres lipides, notamment les phospholipides qui forment les membranes autour des cellules et des organelles. La composition en acides gras de ces phospholipides donne aux membranes des propriétés physiques particulières (élasticité, viscosité).
- ❖ **Un rôle de messenger** : les acides gras sont les précurseurs de plusieurs messagers intra et extracellulaires. Par exemple, l'acide arachidonique est le précurseur des eïcosanoïdes, hormones intervenant dans l'inflammation, la coagulation sanguine, etc.
- ❖ **Un rôle de transport de vitamines** : les corps gras alimentaires véhiculent quatre vitamines liposolubles : A, D, E et K. [2].

**1.2. Classification des lipides :****1.2.1. Lipides vrais**

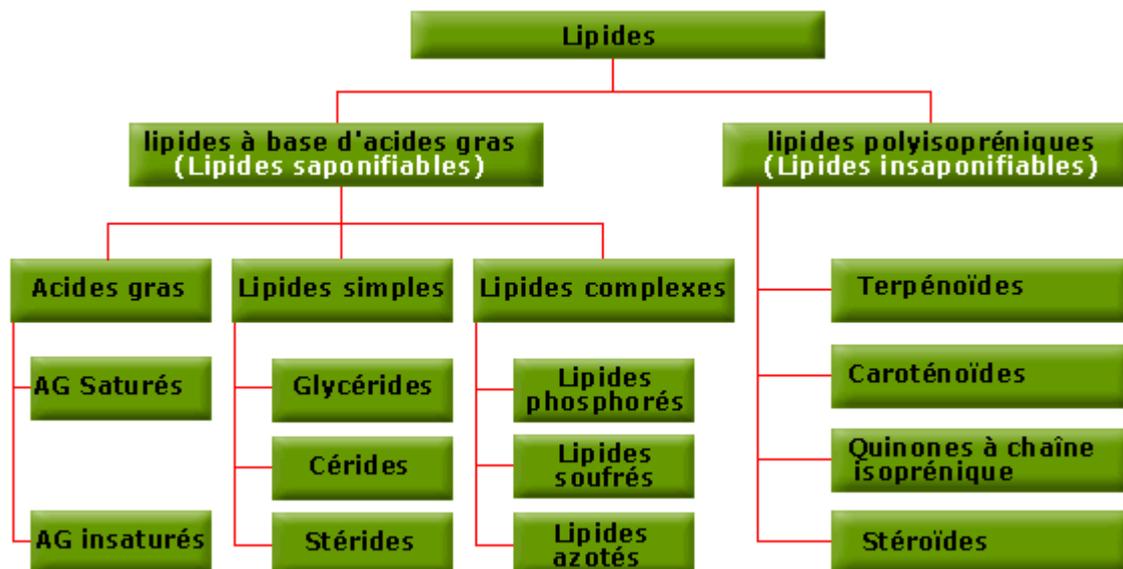
Ils résultent de la condensation d'acide « gras » avec des alcools par une liaison ester ou amide, ils se subdivisent en :

A. Lipides simples ou homolipides qui sont neutres comme les :

- **Glycérolipides** : l'alcool est le glycérol
- **Cérides** : les alcools sont à longues chaîne (gras)

- **Stérides** : l'alcool est un stérol (polycyclique)

**B.** Lipides complexes qui contiennent en plus des précédents du phosphore, de l'azote, du soufre ou des oses [3]



**Figure I-1** : Classification des lipides.

### 1.2.2. Composés à caractère lipidique (lipoïdes)

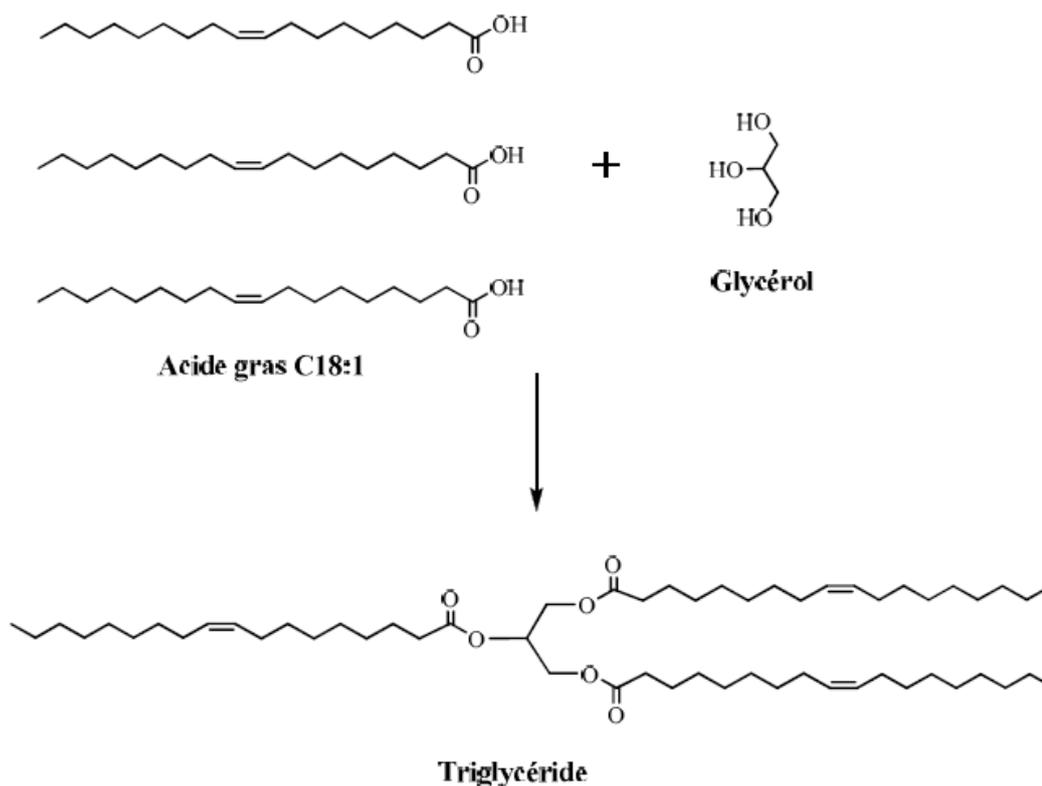
- Isoprénoïdes, dérivés d'unités isoprène : on trouve aussi le groupe des composés terpénique et les dérivés du stérol.
- Eicosannoïdes : des médiateurs dérivés d'acides gras à longue chaîne.

### 1.3. Métabolisme des lipides :

Le métabolisme des lipides désigne l'ensemble des processus chimiques grâce auxquels l'organisme est capable de dégrader les graisses et de les assimiler. Les graisses qui proviennent de l'alimentation sont prises en charge par des enzymes digestives qui les transforment en acides gras. Le foie est un organe essentiel au métabolisme des lipides. C'est lui qui va affecter les acides gras à la production d'hormones, les utiliser pour certains mécanismes cellulaires ou encore qui va ordonner leur stockage dans les cellules du tissu graisseux (adipocytes).[5]

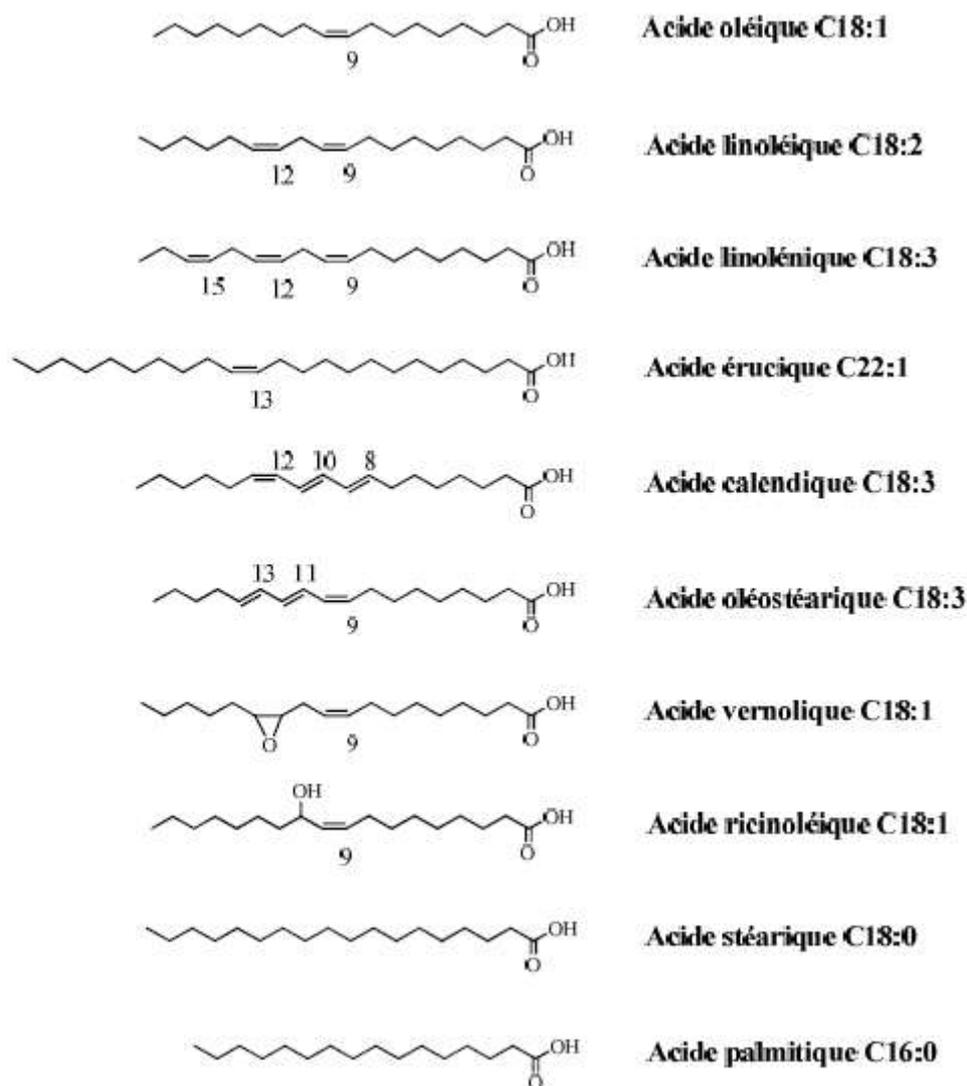
#### 1.4. Composition d'une huile végétale :

Les huiles végétales sont des triglycérides (combinaison entre trois acides gras et une molécule de glycérol, Figure I-2), 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.



**Figure I-2:** Représentation d'un triglycéride issu de la condensation entre trois acides gras C18 :1 et une molécule de glycérol

Les paramètres qui différencient les huiles et affectent leurs propriétés physiques et chimiques sont le nombre de carbones qui composent les acides gras, le degré d'insaturation et enfin, la stéréochimie des doubles liaisons. Dans le figure I-3 on rappelons quelques compositions d'acides gras dans huiles végétales [6].



**Figure I-3 :** Représentation des différents acides gras.

## 1.5. Propriétés physico-chimiques des lipides :

### 1.5.1. Propriétés physiques

**\*/Point de fusion :[7]**

Le point de fusion des lipides dépend de deux critères :

**a.** Longueur de la chaîne : nous citons trois exemples

- Acide butyrique (C4) : Tf= -8°C
- Acide palmitique (C16) : Tf= +63°C
- Acide stéarique (C18) : Tf= +69°C

Une augmentation du nombre d'atomes de carbone entraîne une augmentation du point de fusion. Donc à température ordinaire, les acides gras à nombre d'atomes de carbone inférieur à 10 sont liquides et ceux à nombre d'atomes de carbone supérieur à 10 sont solides

**b.** Taux d'insaturation : nous citons quatre exemples :

- Acide stéarique (0 $\Delta$ ) : Tf= +69°C
- Acide oléique (1 $\Delta$ ) : Tf=16°C
- Acide linoléique (2 $\Delta$ ) : Tf= -5°C
- Acide linoléique (3 $\Delta$ ) : Tf= -11°C

Une augmentation du nombre de doubles liaisons entraîne une diminution de la température de fusion [7].

### \*/ Solubilité

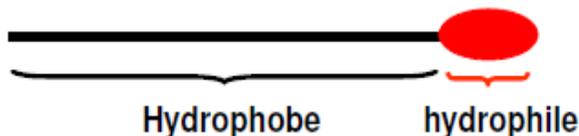
La solubilité des lipides est liée à la structure de type bipolaire de leurs molécules. L'hydrophobie de leur chaîne hydrocarbonée apolaire l'emporte sur le faible hydrophile de leur groupement carboxylique peu dissocié. Seuls les premiers termes sont solubles dans l'eau, les homologues supérieurs étant insolubles [4].

### 1.5.2. Propriétés chimiques

#### A. Formation de sels de sodium ou potassium

Ce sont des savons à propriétés moussantes, mouillantes et émulsionnantes.

L'anion a 2 pôles :  $\text{Na}^+ + \text{R-COO}^-$



Ces molécules appelées amphiphiles ou amphipathique, sont tensioactives, elles abaissent la tension superficielle de l'eau d'où leurs propriétés [8].

### 1.6. Rôle de lipide :

Les lipides représentent environ 20% du poids du corps [9].

- Ils sont une réserve énergétique mobilisable : 1g lipide  $\rightarrow$  9.3 Kcal
- Ils ont un rôle de précurseurs : stéroïdes, vitamines, prostaglandines.
- Deux acides gras polyinsaturés sont des facteurs nutritionnels essentiels car ils ne sont pas synthétisés par l'organisme et doivent lui être apportés par l'alimentation. Ce sont des acides gras indispensables : acide linoléique et acide et acide linoléique.
- Les membranes ont une structure lipidique.

- Les plaques d'athérome constituées de dépôt lipidique entraînent le durcissement des artères (athérosclérose) [10]

## **1.7. Les applications des lipides :**

### **1.7.1. Application technologique :**

#### **1.7.1.1. Emulsions :**

Une émulsion est une dispersion d'un liquide ou d'un gaz dans un autre liquide. Pour que cette dispersion soit classée dans la catégorie des émulsions, il faut qu'elle soit stable, c'est-à-dire que les deux phases mélangées ne reforment pas naturellement deux phases distinctes. Ainsi, lorsqu'un mélange de l'eau et de l'huile, l'huile tend à remonter à la surface du fait de sa plus faible densité. Dans toute émulsion, il faut donc un agent qui permette de garder les gouttelettes dispersées malgré les forces gravitationnelles ; ce sont des molécules tensioactives qui vont jouer ce rôle. En cuisine, celles-ci sont des protéines qui possèdent un pôle hydrophile (affinité pour l'eau) et un pôle lipophile (affinité pour les lipides). Ces molécules tensioactives permettent donc la formation de gouttelette stable : les micelles. L'œuf est particulièrement riche en protéines tensioactives, aussi bien dans le blanc (il est plus difficile d'obtenir des émulsions à partir du jaune d'œuf, cela vient du fait que les lipides contenus dans le jaune viennent se placer sur les pôles lipophiles des protéines et rendent ainsi l'émulsion plus difficile à obtenir) [7].

#### **1.7.1.2. Hydrogénation :**

L'hydrogénation des lipides est un procédé visant à rendre les huiles solides ou semi-solides (margarines) moins sensibles à l'oxydation (rancissement). Les acides gras partiellement hydrogénés sont utilisés dans l'industrie agroalimentaire comme agents de rancissement. L'hydrogénation des acides gras insaturés se fait en employant l'hydrogène (H<sub>2</sub>) sous une pression de 100 à 200 bar, une température de 200 à 400°C et en présence de catalyseur (platine, nickel, zinc, ...). Dans ces conditions, les acides gras insaturés fixent l'hydrogène pour donner des acides gras saturés.

La réaction d'hydrogénation présente des inconvénients, surtout quand elle est partielle. Il s'agit de la formation d'isomères géométriques Cis et Trans. Ces derniers sont moins digestibles que les isomères Cis et impliqués dans des maladies d'athérosclérose (plaques d'athéromes qui se constituent dans la paroi artérielle par accumulation de lipides et de tissu fibreux) [11].

### 1.7.2. Application industrielle :

Ils trouvent de multiples applications industrielles grâce à leur grande versatilité : caoutchoucs, peintures et vernis ...etc.[12].

## 2.Ricin (*Ricinus communis* L.)

### 2.1. Botanique de plante de ricin

Le nom générique *Ricinus* signifie « tique » en latin : la graine est ainsi nommée parce qu'elle a des marques et une bosse qui la fait ressembler à certaines tiques [13].

*Ricinus Communis* L fait partie de la famille des Euphorbiacees comportant 8100 espèces, cette plante est le seul représentant du genre *Ricinus* qui est un arbre a grandes feuilles palmées. Euphorbiaceae vient du genre le plus important de la famille, *Euphorbia*, lui-même dédiée par le roi Juba II de Mauritanie a son médecin Euphorbos au 1er siècle avant Jésus Christ, et conserve par Linné. D'aspect très variable, les plantes de cette famille se caractérisent essentiellement par leur latex blanc, irritant la peau, collant et épais avec un fruit a trois loges [14].

#### 2.1.a. Plante de ricin :

*Ricinus communis* est une plante de la Famille des Euphorbiaceae, connue en arabe sous le nom de Kharouaa. Originnaire d'orient, le ricin se trouve en grande Bretagne, Ouest de la France, Inde et en Brésil. C'est la source de l'huile de ricin, qui a diverses applications et de la ricine, un poison [15]

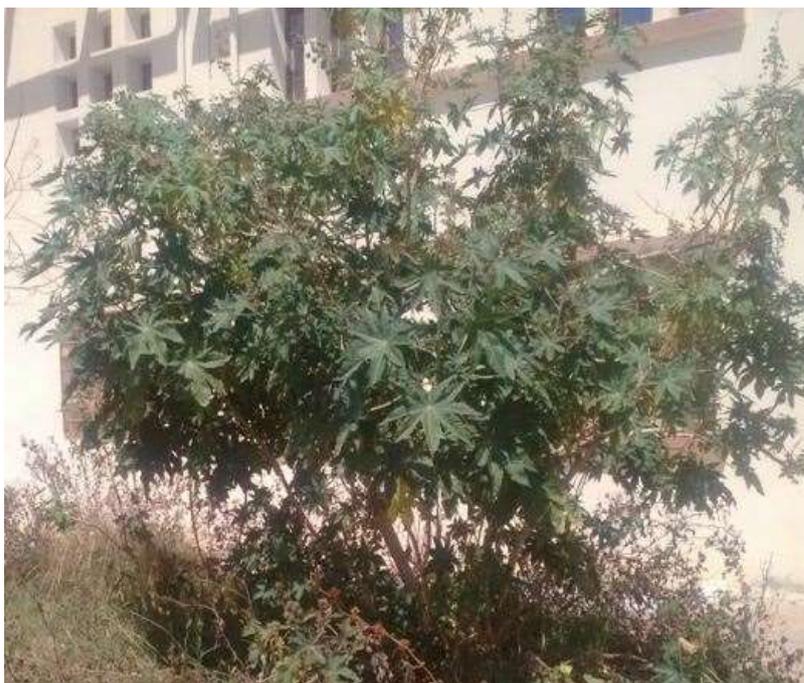


Figure I-4 : plant de ricin.

**2.1.b. Feuilles :**

Sont alternes, grandes parfois de plus d'un pied, palmées de 7 à 9 lobes, glabres, vertes glauques, avec une veine médiane de couleur rougeâtre, dentées irrégulièrement, rouge à leur développement, portées par de longs et forts pétioles glanduleux vers leur sommet [16].



**Figure I-5 :** Feuilles du plant de ricin.

**2.1.c. Fèves(grains) de ricin :**

Les graines de ricin (*Ricinus communis*), sont des graines oléagineuses importantes, elles contiennent approximativement 50% de l'huile et 18% de protéines [17].



(a)



(b)

**Figure I-6:(a)** les fruits de ricin et **(b)** les graines de Ricin.

## 2.2. Cultivation du ricin :

Dans le monde, le ricin est cultivé sur 12 600 km<sup>2</sup> avec une production annuelle de graines de 1.14 (mt) et un rendement moyen de semences de 902 (kg/ha) [18].

## 2.3. Huile de ricin :

L'huile de ricin est dérivée des graines de *Ricinus communis* L, qui est essentiellement une espèce tropicale, se développé naturellement sur un éventail de régions géographiques elle se compose de 35% à 55% du poids des graines. Elle est un liquide visqueux ambre pale, parfois connues sous le nom de l'huile de Ricinus. L'huile de ricin brute a une couleur jaune pâle de paille ou légèrement jaunâtres. Après le raffinage et le blanchissement, il a une odeur distincte, mais elle peut facilement être éliminée dans le processus de raffinage [19].



**Figure I-7 :** l'huile de ricin.

### 2.3.1. Propriétés physico-chimiques d'huile de ricin :

La détermination des propriétés physico-chimiques du ricin nécessite une extraction des huiles à partir des graines. Les propriétés physico-chimiques étudiées du ricin sont le rendement, la densité, l'indice de réfraction, la viscosité et le pouvoir calorifique supérieur. La viscosité est une propriété importante des carburants, celle-ci influx directement sur le fonctionnement du système d'injection surtout aux basses températures. Elle dépend fortement de la température.

Les résultats obtenus pour les propriétés physico-chimiques sont représentés dans le Tableau I-1 [20].

Tableau I-1: Propriétés physico-chimiques de l'huile de ricin et du pistachier lentisque.

Caractéristiques	Huile de ricin
Rendement (%)	45
Densité à 15°C	0.9453
Viscosité à 20°C (mm <sup>2</sup> /s)	448.14
Indice d'acide	0.901
Indice d'iode	104.03
Indice de saponification	176.6
Indice de réfraction	1.4730
PCS (kJ/kg)	40629.4

#### 2.4. Tourteaux de ricin :

Le tourteau de ricin est issu du résidu solide obtenu après le traitement des graines pour obtenir de l'huile de ricin. C'est un engrais naturellement azoté, 100% d'origine végétale, en oligo-éléments et en matières organiques [21].

#### 2.5. Domaines d'applications :

L'huile de ricin entre dans la composition de nombreux produits, dans des secteurs très divers.

- a) **Pharmacologie** : c'est sans doute l'application la plus ancienne. En effet, l'huile de ricin est un purgatif très puissant, et elle entre dans la composition de nombreux traitements.
- b) **Cosmétologie** : Les cosmétiques sont généralement élaborés à partir d'une base lipidique. L'huile de ricin est largement utilisée pour sa bonne tenue, sa souplesse et sa bonne résistance (rouge à lèvres, par exemple) [22].
- c) **Lubrification** : le pouvoir lubrifiant de l'huile de ricin est excellent et durable dans le temps. Elle permet d'améliorer les performances mécaniques. Toutefois, elle ne présente pas une bonne résistance aux températures élevées. C'est pourquoi on l'utilise essentiellement pour des boîtiers de transmission (motoculteurs...) ou en incorporation dans des produits de synthèse de haut de gamme (huile moteur des formules) [23].

- d) **Fibres Nylon** : la société ELF ATOCHM a mis au point un procédé de fabrication d'une fibre nylon (RILSAN B) à base d'huile de ricin. Ce produit reste incontournable dans le monde entier, pour ses caractéristiques exceptionnelles : forte résistance mécanique, souple, bonne tenue dans une plage étendue de température (de 40°C à +130°C) On fabrique ainsi des conduites d'air comprimé, des canalisations pour le dispositif de freinage des poids lourds, des colliers de serrage pour les gaines électrique, des fibres pour des brosses, des équipement sportifs (chaussures de ski), etc.
- e) **Polyuréthannes** : l'utilisation de polyuréthane pour la fabrication de vernis, peintures, etc. se généralise. Aux Etats-Unis, l'huile de ricin entre dans la fabrication d'un certain nombre de produits. Ces débouchés connaissent un développement croissant en Europe. La bonne tenue des produits permet de l'appliquer en couches fines et régulières, tout en conservant une bonne résistance mécanique [24].

## 2.6. Composition et toxicité :

La totalité de la plante semble toxique en raison de la présence d'une lectine glycoprotéique : la ricine. La concentration en ricine est maximale dans les graines qui renferment par ailleurs des protéines, de l'eau et des lipides.

Ces graines sont riches en une huile qui doit ses propriétés purgatives à la présence de l'acide ricinoléique. Le rendement en huile du Ricin est de 1200 à 2000 litres à l'hectare et par an. L'huile de ricin contient de l'acide ricinoléique qui altère la muqueuse intestinale et provoque des pertes importantes en eau et en électrolytes (sels minéraux), d'où son action purgative intense et irritante. La ricine, protéine présente dans la plante et les graines, est une toxine redoutable [25].

L'ingestion de graines, souvent accidentelle chez les jeunes enfants, peut provoquer des intoxications graves (en raison de la présence de ricine) nécessitant impérativement une prise en charge hospitalière. On considère que trois graines peuvent être fatales à un enfant, quatre graines peuvent déterminer une intoxication sérieuse chez l'adulte et six à huit graines pourront lui être fatales [26].

Ces chiffres sont cependant à nuancer, la gravité de l'intoxication dépendra de la sensibilité individuelle de chacun à la ricine, de plus, selon que les graines sont mastiquées ou non, la gravité de l'intoxication ne sera pas la même. Dans tous les cas, lorsque les intoxiqués sont pris en charge à temps en milieu hospitalier, l'issue de l'intoxication est presque toujours favorable.[27]



# Chapitre II : Extraction et Transestrification



## INTRODUCTION

Les biodiesels sont, généralement fabriqués par transestérification d'huiles végétales ou de graisses animales ; il s'agit d'estérifier l'huile laide d'un alcool pour obtenir des esters d'acide gras. La transestérification classique implique souvent une première étape d'extraction de l'huile ce qui rend l'ensemble de l'opération plus consommatrice en temps et en coût.

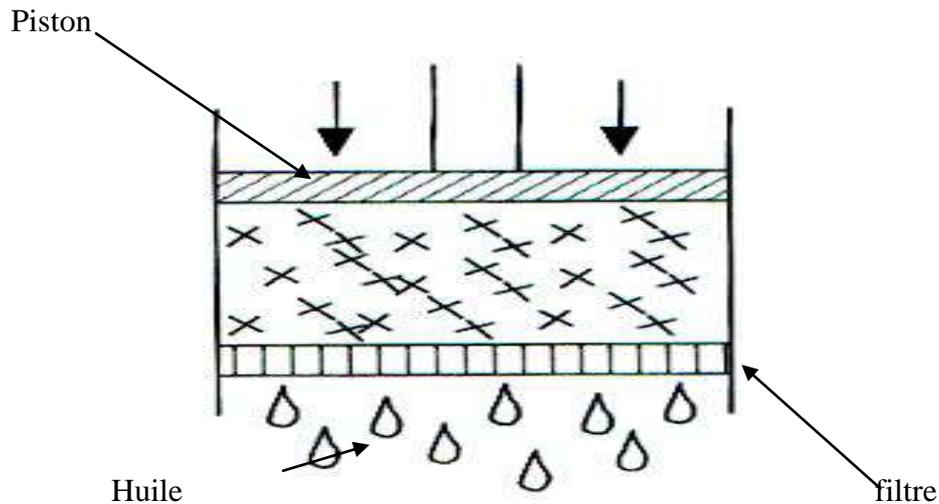
### 1. Extraction de l'huile :

L'extraction est une opération ancienne utilisée pour retirer, des plantes et de certains organes d'animaux, des produits alimentaires, pharmaceutiques ou odoriférants, sous formes de breuvages, drogues ou parfums [28]. L'extraction par solvant fait généralement appel, dans le cas des produits végétaux, à l'eau, aux alcools, aux solvants chlorés et/ou organiques dont l'hexane ou le mélange chloroforme-méthanol.

De nombreuses méthodes d'extraction sont spécifiquement utilisées dans le cas des lipides des matières végétales. On en cite, en tout premier lieu le pressage à plaque ou à vis. L'extraction par Soxhlet, l'extraction assistée par micro-ondes et/ou ultra-son, l'extraction par fluide supercritique, etc. doivent également être considérées comme des opérations d'extraction par solvant [29].

#### 1.1. L'extraction par pressage (Procèdes mécaniques)

A partir d'un produit composé de solides et de liquides, l'extraction par pression (ou pressage) permet de séparer les liquides en leur appliquant une pression extérieure (Figure II-1). Le produit est supporté par une paroi ou une toile permettant le passage du liquide. Cette opération est relativement répandue et est utilisée pour extraire du jus(raisins, tomates, etc.), de l'huile (olives, graines oléagineuses), concentrer en matière sèche(pulpes de sucrerie de betterave, divers déchets et boues, etc.). Cependant le pressage a des limites mécaniques évidentes à partir des quelles, l'accroissement de la pression appliqué en 'engendre pratiquement plus d'extraction notable ; on atteint ainsi une limite technique ou économique.



**Figure II-1** : Principe de l'extraction par pression [29].

## 1.2. L'extraction par solvant

Dans le cas de processus d'extraction par solvant et de séparation de l'huile (ou de molécules spécifiques) présentes dans un milieu solide, l'opération fait souvent appel, d'un point de vue technologique, à la diffusion au sein du solide d'un fluide (liquide) porteur, appelé solvant d'extraction ; l'extraction se présente ainsi comme une interaction solide – liquide.

Les opérations d'extraction solide-liquide regroupent plusieurs méthodes différentes consistant toutes à faire interagir le solvant sur le matériau solide afin de dissoudre ses composants solubles :

### 1.2.1. La percolation :

Consiste à laisser couler un solvant (généralement très chaud) sur un lit de solides finement divisés. La préparation du café relève de cette opération.

### 1.2.2. La macération :

Est une infusion dans un solvant à froid. L'opération bien que généralement longue et à rendement souvent médiocre, est la seule méthode utilisable dans le cas de l'extraction d'un ensemble de molécules fragiles. Pour être efficace, une macération, peut durer de 4 à 10 jours environ ; ceci peut présenter quelques inconvénients, en termes de fermentation, ou de contamination bactérienne notamment si le solvant utilisé est l'eau. Ces phénomènes peuvent entraîner une dégradation rapide des molécules actives. En vue d'éviter ou de réduire ces

inconvenients, la macération peut être opérée dans un récipient couvert, le tout à l'abri de la lumière et, dans certains cas, maintenue dans un réfrigérateur.

### 1.2.3. L'extraction par Soxhlet

L'extraction par soxhlet a été employée pendant long temps, est une technique standard et la référence principale pour évaluer la performance d'autres méthodes d'extraction solide-liquide. La conception de cette technique d'extraction a été décrétée pour la première fois par Franz Von Soxhlet en 1879 pour la détermination de la teneur lipidique du lait [29]

L'extraction par Soxhlet est une technique générale et bien établie, et qui dépasse en performance les autres techniques conventionnelles d'extraction, excepté dans le cas de l'extraction des composés thermolabiles. Un système conventionnel de Soxhlet comme montré dans la Figure II-2 .

L'extraction par Soxhlet dépend fortement des caractéristiques de la matrice solide et de la dimension des particules car la diffusion interne est souvent l'étape limitante pendant l'extraction. [29]

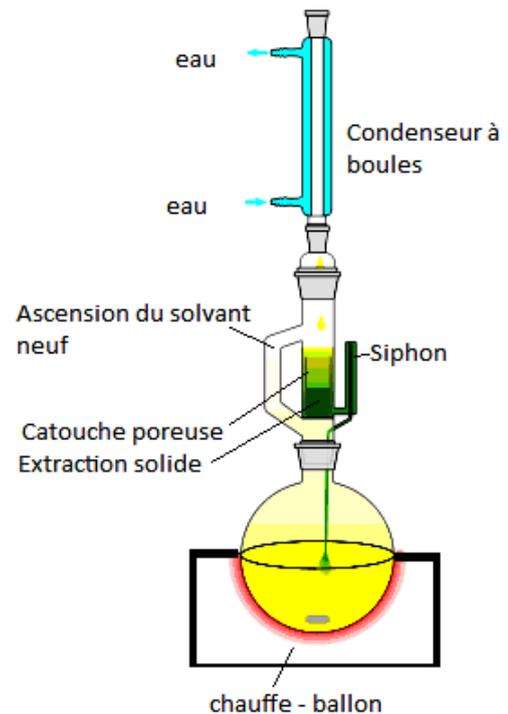


Figure II-2 : Extracteur soxhlet

## 2. Définition de biodiesel

Le biodiesel est un ester méthylique obtenu par réaction chimique avec un alcool léger et des matières grasses végétales ou animales.

Le biodiesel est un carburant renouvelable propre, a récemment été consid er e en tant que meilleur candidat pour une substitution de gazole parce qu'il peut être employ e dans n'importe quel moteur à allumage par compression sans le besoin de modification.



**Figure II-3 : Biodiesel**

### 2.1. Les méthodes de production de biodiesel

Beaucoup de travaux ont été effectu es dans le but de produire des dérivés des huiles végétales ayant des propriétes et performances assez voisines de celles du diesel. On distingue quatre méthodes principales de production de dérivés d'huiles végétales [35].

- Microémulsion.
- Pyrolyse.
- Dilution.
- La transt erification.

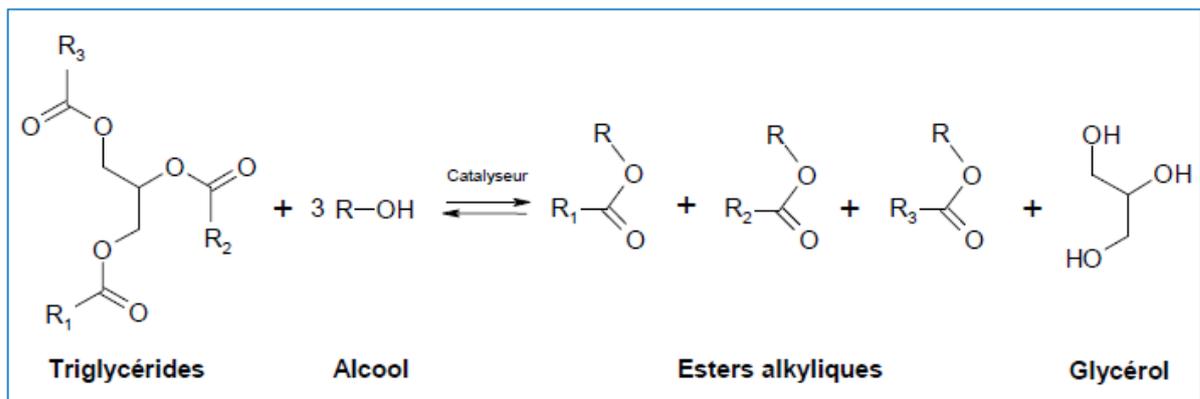
Dans le chapitre suivant nous irons détailler la méthode de transt erification pour la production de biodiesel à partir l'huile de ricin.

### 3. La transestérification :

En général, le biodiesel, en tant que carburant renouvelable fabriqué à partir d'huiles végétales, de graisses (ou l'huile) de cuisson recyclée ou de graisses animales, est un alternatif de remplacement du diesel. Le principal processus de fabrication de biodiesel consiste à convertir l'huile ou graisse en produits chimiques généralement appelés esters méthyliques(alcooliques) d'acide gras.

#### 3.1. Réactions de transestérification

La réaction de transestérification (alcoololyse) est une transformation d'un ester en un autre ester. La transestérification est la technique classique de production de biodiesel. Il s'agit d'un procédé dans lequel les huiles végétales, les graisses animales ou les huiles à base de micro-algues sont mélangées à froid à un alcool (éthanol ou méthanol) en présence d'un catalyseur base (hydroxyde de sodium NaOH ou de potassium KOH) ou d'un catalyseur acide(acide sulfurique H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). La réaction de transestérification est présentée généralement par l'équation suivante [31]. :



**Figure II-5 :** Réaction générale de la transestérification.

#### 3.2. Choix d'alcools comme matières premières :

Généralement, le méthanol et l'éthanol sont les deux alcools les plus utilisés pour transestérifier. Pourtant, l'ester le plus employé est l'ester méthylique car le prix de méthanol est moins coûteux que les autres alcools sauf dans quelques pays. Les esters de l'huile végétale et de graisse animale ayant une masse moléculaire basse sont étudiés pour la production potentielle de biodiesel. Les propriétés des alcools utilisés de C1 à C4 sont introduites dans le tableau suivant :

Tableau II-2. Propriétés de C1-C4 alcools.

Nom	Formules	Masse moléculaire(g)	Point bout (°C)	Point de fusion (°C)	Densité (mg/L)
Méthanol	CH <sub>3</sub> OH	32,042	65	-93,9	0,7914
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	46,069	78,5	-117,3	0,7893
1-propanol	CH <sub>2</sub> OHCH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	60,096	97,4	-126,5	0,8035
2-iso-propanol	CH <sub>3</sub> -CHOH-CH <sub>3</sub>	60,096	82,4	-89,5	0,7855
1-butanol	CH <sub>3</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> OH	74,123	117,2	-89,5	0,8098
2-butanol	CH <sub>3</sub> -CHOH-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	74,123	99,5	-	0,8080
2-Methyl-1-propanol	CH <sub>2</sub> OH-CH(CH <sub>3</sub> )-CH <sub>2</sub> -CH <sub>3</sub>	74,123	108	-	0,8018
2-Methyl-2-propanol	CH <sub>3</sub> -CHOH(CH <sub>3</sub> )-CH <sub>3</sub>	74,123	82,3	25,5	0,7887

### 3.3. Principales familles de catalyseurs

Les catalyseurs utilisés dans la réaction de transestérification sont généralement les bases (NaOH, KOH, etc.) ou les acides (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). En général, dans la transestérification avec catalyseurs basique, la vitesse de réaction est plus rapide qu'avec catalyseur acide. Le rendement d'esters méthyliques obtenu par la transestérification avec catalyseurs basique est également supérieur au rendement d'esters méthyliques obtenus par la réaction avec catalyseurs acide. [30]

### 3.4. Les facteurs influençant de la réaction de transestérification

Le procédé de transestérification est influencé par les facteurs dépendant de la condition de la réaction utilisée. Quelques principaux facteurs sont discutés dans la partie suivante. Ce sont le taux molaire d'alcool et l'huile, la teneur en eau et l'acides gras libres dans l'huile, le type de catalyseurs, la concentration de catalyseur, la température, l'intensité de mélange, la durée de réaction, la taille particule de la graine dans la transestérification in-situ, etc. Le tableau II-3 présente les conditions de transestérification avec les différentes matières et le rendement d'ester.[30]

Tableau II-3. Conditions de transestérification avec les différentes matières.

Matière	Conditions de Transestérification					Rend. d'ester (%)
	Alcool	Taux molaire d'alcool/huile (graine)	Catalyseur	T (°C)	Temps (min)	
Huile de tournesol	Méthanol	100:1 à 300:1	16-100% H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		60 - 240	91 - 98
		600:1	4 g H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	40	180 -240	38
		3:1 à 18:1	0,25-1,5% wt NaOH	60	120	52 - 97
Huile de coton	Méthanol	7:1	1-2% wt NaOH	60	60	90 - 95
	Éthanol	7:1	1-2% wt NaOH	80	60	65 - 90
Huile de colza	Méthanol	3:1 à 20:1	0,1-1,2% wt KOH/NaOH	30 - 65	10 - 60	60 - 99
	Méthanol	4,5:1 à 9: 1	0,5-1% wt KOH	45	120 -240	91 - 98
	Éthanol	4,5:1 à 6: 1	0,5-1,5% wt KOH	60-65	180 -300	84 - 98
	Propanol	09:01	2,0% wt KOH	97	300	64
	Propanol	09:01	1,5% wt H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	84/90	300 -180	97-98
	Butanol	06:01	2,0% wt KOH	117	300	15
	Butanol	6:1 à 15:1	0,5-2% wt H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	117	180 -300	83 - 97
	Butanol	9:1	1,5% wt H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	99	240 -300	96
Huile de jatropha	Butanol	6:1 à 21:1	NaOH	75 - 115	60	60 - 80
	Méthanol	5:1	0,55% w/v KOH	60	20 - 40	94 - 100
	Méthanol	6:1	1.3% KOH	64	20	>98

#### 4. Les avantages et les inconvénients de biocarburants :

##### 4. 1. Les avantages :

- ❖ **Renouvelables** : il faut des milliers d'années pour produire des combustibles fossiles tandis que la matière première des biocarburants est renouvelable beaucoup plus rapidement.
- ❖ **Sécurité** : en réduisant la dépendance sur les sources d'énergies étrangères, les pays peuvent protéger l'intégrité de leurs ressources énergétiques et se libérer des influences extérieures.
- ❖ **Biodégradabilité** : Les biocarburants sont facilement biodégradables et beaucoup moins dangereux à manipuler que les carburants traditionnels.
- ❖ **Faible émission de carbone** : lorsque les biocarburants sont brûlés, ils produisent significativement moins de carbone et beaucoup moins de toxine. C'est une alternative plus sûre pour préserver la qualité atmosphérique.

##### 4. 2. Les inconvénients :

- ❖ **Production d'énergie** : Les biocarburants ont un rendement énergétique plus faible que les carburants traditionnels et nécessitent donc une plus grande quantité pour produire le même niveau d'énergie.
- ❖ **Coût élevé** : Raffiner les biocarburants pour produire de l'énergie plus efficace et construire des usines de fabrication nécessaires pour augmenter les quantités de biocarburants nécessitera un investissement initial important.
- ❖ **Les prix de l'alimentation** : Certaines cultures vivrières pourraient être utilisées pour l'alimentation et pour les biocarburants (exemple du maïs). La demande augmentant, les prix risquent de s'accroître également.
- ❖ **Disponibilité** : Les biocarburants ne sont pas encore disponibles facilement pour les consommateurs et la plupart des véhicules ne sont pas équipés pour fonctionner avec des biocarburants [36].



# Chapitre III: Matériels et méthodes



### Introduction :

La plupart des travaux qui traitent de la modification d'huiles végétales, ont pour but la Synthèse de biodiesel par méthanols des triglycérides, La transestérification classique implique souvent une première étape d'extraction de l'huile ce qui rend l'ensemble de l'opération plus consommatrice en temps et en coût.

En effet, les tests de caractérisation des huiles, ainsi que les matériels utilisés et les méthodes appliquées, dans ce travail sont présentés dans ce chapitre.

## 1. Matériels et produits utilisés

### 1.1. Matériels et produits d'extraction

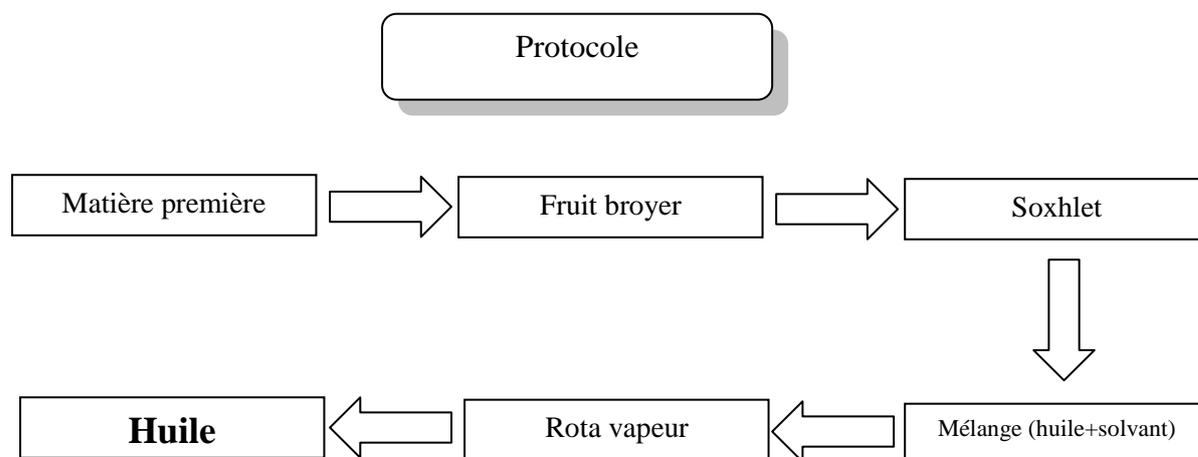
Le tableau III.1 regroupe les produits et les matériels qu'on a utilisés pour l'extraction d'huile de ricin.

**Tableau III.1** : Les produits et les matériels utilisés pour l'extraction.

Produits	Matériels
Grain de ricin	Un appareil Soxhlet.
Hexane	Une chauffe de ballon
L'eau distille	Un ballon de 250 ml.
	Papier filtre

### ♣ Protocole d'extraction

Les figures III-1 est ci-dessous englobent le protocole de l'extraction d'huile et de récupération de solvant :



**Figure III-1** : Protocole de l'extraction

### 1.1.1. Matières premières pour l'extraction

Nous prends l'échantillon de la cité universitaire des filles Hami masaouda quartier al chatte a EL-OUED ou afit ça au mois de janvier. Les grains de ricin étaient secs cela nous facilite l'étude.



**Figure III-2 :** Les fruits de ricin

### 1.1.2. Graines de Ricin

A partir de ces fruits secs, des graines matures de ricin ont été récoltées. Les graines des ricinés utilisées pour l'extraction des huiles fixes de ricin. Pour cela, les graines des ricinés sont nettoyées et séchées au soleil à l'air libre pour réduire leurs teneurs en humidité puis sont décortiquées.



**Figure III-3 :** Graines de ricin

### 1.1.3. Opération de broyage

Avant de faire l'extraction, les graines de ricine subissent une opération de broyage. Cette opération vise à faciliter la capacité de diffusion du solvant d'extraction. Dans notre travail, le broyeur utilisé est un broyeur de café Sayona (50g ; 100w ; 220 – 240v ; 50-60hz). La taille moyenne des particules a été de 0,3 mm environ pour les graines de ricin considérés, qu'ils soient destinés pour l'extraction.

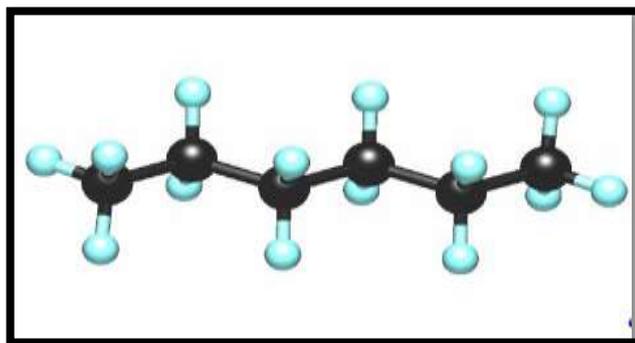


**Figure III-4 :** Fruit broyer

### 1.1.4. Caractéristiques des produits utilisés

L'hexane, ou n-hexane, est un hydrocarbure saturé de la famille des alcanes de formule brute  $C_6H_{14}$  (Figure III-5). L'hexane est un solvant utilisé en chimie organique (notamment pour les réactions et les extractions).

L'hexane est un liquide incolore, volatil, et d'odeur désagréable. Il n'est pas soluble dans l'eau mais miscible par la plupart des solvants organiques. C'est un bon solvant des graisses, et un produit stable dans les conditions normales d'emploi, mais il peut réagir fortement avec les produits oxydants.



**Figure III-5 :**Formule développée de n- hexane.

### 1.1.5. Protocole de Soxhlet

Il s'agit d'une extraction solide-liquide, L'extracteur de Soxhlet permet le traitement de solides de toutes tailles avec des solvants en phase liquide ou partiellement vaporisés (Figure III.6). Le corps de l'extracteur (Soxhlet), contenant un support de cartouche qui remplit de solide, est fixé sur un réservoir de solvant (ballon) et est surmonté d'un réfrigérant.

Le solvant est vaporisé puis condensé, et reste en contact avec le solide. La solution est soutirée périodiquement par l'amorçage d'un siphon. La solution du ballon s'enrichit petit à petit en soluté et le solide est toujours mis en contact avec du solvant fraîchement distillé.



**Figure III-6 :** Montage d'un appareil de Soxhlet

## 2. Opération d'extraction d'huile de ricin :

On a nettoyé tous les équipements par l'acétone, puis on a réalisé le montage d'extraction de soxhlet, 3<sup>ème</sup> chose remplir la cartouche par une quantité de fruit de ricin (10g) puis on a mettre la papier filtre dans le support de l'appareil, après on a ajouté 150 ml du solvant n-hexane dans le ballon puis le placer dans le support, puis on allumer le chauffage, le vapeur montant tomber sur la papier filtre après le refroidissement avec le condenseur, puis on Laisser cette opération réalise six cycles(06) pour bonne extraction,



**Figure III-7 : Extracteur soxhlet**

Après l'opération d'extraction obtenu le mélange (solvant+ l'huile).



**Figure III-8 : Mélange (solvant+l'huile)**

Après l'opération de l'extraction on passe à l'étape d'évaporation a la température 64 C° pour obtenir l'huile extraire et récupérer le solvant.



**Figure III-9 :**Appareil rota vapeur

L'huile obtenue est présentée dans la figure suivante:



**Figure III-10:** L'huile extraite obtenus.

Les résultats Ci-après proviennent d'une série d'extractions faites en mettant l'accent sur les diverses natures de la matière première (Ricinus communis).

Après l'extraction nous avons calculé le rendement d'huile extrait par la relation suivant :

$$\eta = \frac{m_h}{m_T} \times 100$$

$\eta$  :Rendement d'extraction;

$m_h$  :la masse d'huile extraire en g;

$m_T$  : la masse des grains ricin avant l'extraction en g

### 2.1. Caractéristique physico-chimique de produit obtenue :

Pour obtenir des données sur la composition et le degré de pureté d'une matière grasse et dans certains cas pour l'identifier, on procède à l'étude de ses propriétés physiques et chimiques. Les méthodes physiques d'examen pour l'analyse des corps gras s'attachent surtout à la détermination de la densité, pH, etc...

Les méthodes chimiques d'examen, à côté de l'étude approfondie des constituants de la matière grasse, comportent la détermination de certains indices dont la valeur dépend de la nature et des proportions des différents constituants. Dans notre étude nous avons mesuré les propriétés physicochimiques suivantes :

### 2.2. La densité :

La densité d'une substance est égale à la masse volumique de la substance divisée par la masse volumique du corps de référence à la même température. Pour les liquides et les solides, l'eau est utilisée comme référence, pour les gaz, la mesure s'effectue par rapport à l'air.

On calcule avec la relation suivant :

$$d = \frac{\rho_{huile}}{\rho_{eau}}$$

d : densité d'huile ;

$\rho_{huile}$  : La masse volumique d'huile g/cm<sup>3</sup>;

$\rho_{eau}$  : La masse volumique d'eau est égal 1 g/cm<sup>3</sup>.

On dit :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$\rho$  : La masse volumique d'huile g/cm<sup>3</sup>;

m : la masse d'huile g ;

v : volume d'huile cm<sup>3</sup>.

### 2.3. Viscosité :

La viscosité est définie comme la résistance à l'écoulement uniforme et sans turbulence se produisant dans la masse d'une matière. La viscosité de l'huile d'un

viscosimètre Fungilab dont le dispositif est illustré (Une sphère figure III-11.) se déplace sous l'action de la pesanteur dans un bécher qui contient le fluide à expérimenter. La bille atteint rapidement une vitesse limite, ce qui permet de calculer la viscosité du liquide.

On mesure le temps nécessaire à la bille pour parcourir la distance entre deux traits gravés sur le bécher.

On calcule avec la relation suivante :

$$\mu = K \times (\rho_b - \rho_h) \times t$$

t : Le temps par minute.

$\rho_h$ : La masse volumique de l'huile ( $\text{g/cm}^3$ ).

$\rho_b$  : La masse volumique de la bille ( $8.02 \text{ g/cm}^3$ ).

k= Constante viscosimètre 3.1 pour size 2.

L'unité de viscosité obtenue est le centipoise ( $1 \text{ cp} = \text{mPa/s}$ )

On calcule la viscosité cinématique par la relation suivante:

$$\nu = \mu / \rho_h$$



**Figure III-11** : Mesure par viscosimètre

#### 2.4. Le pH :

C'est une grandeur mesurant la concentration des ions hydrogènes dans une solution. C'est une mesure de l'acidité ou la basicité d'une solution. Nous avons mesuré le pH d'huile par papier pH.



**Figure III-12** : Mesure par papier pH

### 3. Matériels et produits de transestérification

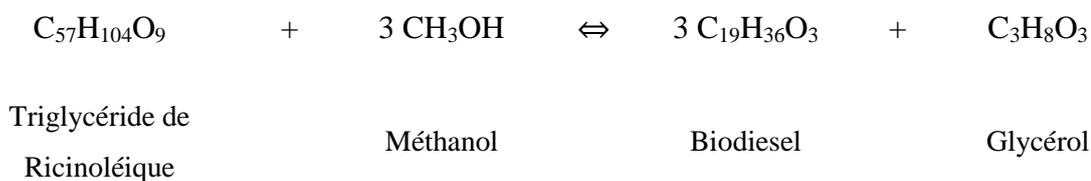
Le tableau III.2 regroupe les produits et le matériel qu'on a utilisés pour le transestérification d'huile de ricin.

Produits	Matériels
Huile de ricin	Erlenmeyer.
Méthanol $\text{CH}_3\text{OH}$	Un bécher.
Hydroxyde de potassium KOH	Un barreau magnétique.
L'eau distillé	Entonnoir et des ampoules de décantation.
	Support.
	PH mètre de type HANNA.
	Un thermocouple pour contrôler la température
	Agitateur
	Balance

#### 3.1. La transestérification :

La transestérification est la technique classique la plus utilisée pour la production de biodiesel. Au cours de cette réaction les huiles végétales réagissent avec des molécules de méthanol pour former des mono esters méthyliques et du glycérol (25). Dans notre étude nous avons appliqué cette méthode sur l'huile de ricin extraire pour obtenir un biodiesel.

Dans cette étape nous avons réalisé la transestérification de l'huile de ricin. Le procédé a été effectué comme suit :



Matière	Formule	Masse moléculaire g/mol	Quantité g
Triglycéride de Ricin oléique	$\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_9$	933.45	29,40
Biodiesel	$\text{C}_{19}\text{H}_{36}\text{O}_3$	312	29,47

♣ **de estérification**

Le figure III-13 est ci-dessous englobent le protocole de estérification d'huile de ricin pour obtenu le biodiesel :

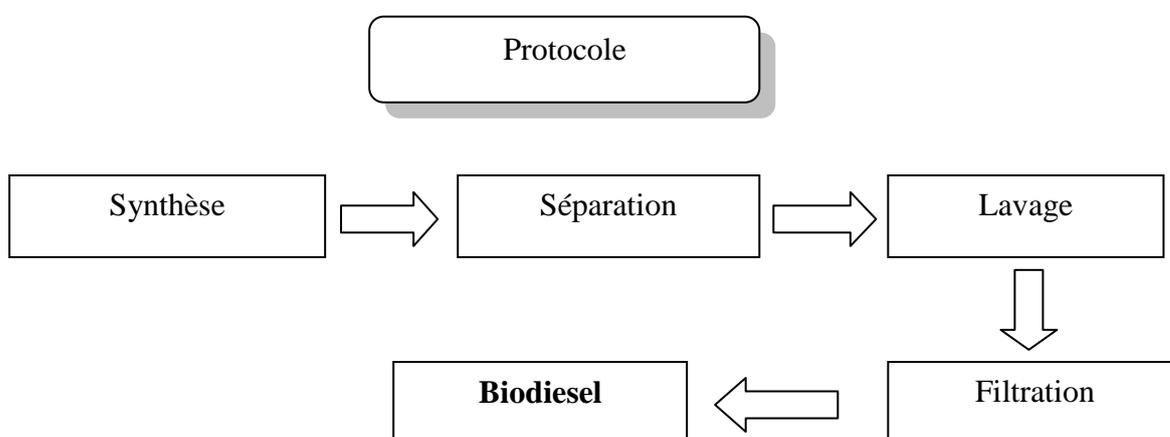


Figure III-13 : Protocole de estérification d'huile de ricin.

❖ **3.2. Quantité de réactifs**

Toutes les quantités des produits résumées dans le tableau (III.3).

Tableau III.3 : Quantités des réactifs utilisé

Huile	Méthanol	Catalyseur
51.44g	10.29g (20% la masse d'huile)	0.52g(1% la masse d'huile)

## 4. Opération de transestérification

### 4.1. Synthèse de biodiesel :

La synthèse de biodiesel comporte les étapes suivantes:

#### A / La réaction

La réalisation pratique de la réaction de transestérification est effectuée suivant le protocole qui suit (Figure III-14).

🌿 Dissoudre le catalyseur dans le méthanol ce qui demande d'agiter le mélange et de le chauffer très légèrement.

🌿 Verser la solution obtenue à l'huile et agiter vigoureusement.

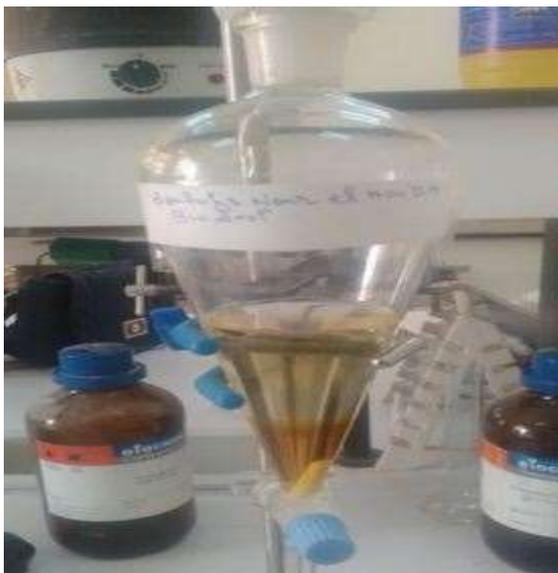


**Figure III.14 :** Photo de réaction de transestérification.

🌿 Après 120 mn d'agitation laisser reposer le mélange pour que la séparation s'effectue (la décantation est très longue, il faut attendre au moins une demi-journée).

#### B/ La séparation des phases:

Le succès d'une réaction de transestérification est matérialisé par la présence de deux phases. Le glycérol qui a une densité plus grande que l'ester est situé en bas de l'ampoule a décanté après plusieurs heures de décantation. On voit nettement sur la figure (III-15) la séparation des deux phases.



**Figure III.15 :** Photo de séparation des phases.

### **C/ Le lavage :**

Le biodiesel obtenu doit être lavé pour éliminer l'excès d'alcool et de catalyseur. Placer le biodiesel dans une ampoule à décanter et verser lentement l'eau distillé pour le rinçage. A chaque fois mesuré le PH de l'eau distillé séparé jusqu'à obtenir le pH première.



**Figure III-16 :** Photo de lavage du biodiesel.

Après 12 h biodiesel récupéré dans un béccher Et enfin filtrer et récupérer le biodiesel.



**Figure III-17** : Filtration de biodiesel.



**Figure III-18** : le biodiesel obtenu.

#### 4.2. Calcule le rendement de Biodiesel

La formule générale est :

$$\eta = \frac{m_h}{m_T} \times 100$$

$\eta$  : Rendement de production de biodiesel ;

$m_h$  : la masse d'huile transforme g ;

$m_T$  : la masse d'huile totale après la réaction g.

Théoriquement 1 kg d'huile donne 1 kg de biodiesel par la réaction de transestérification alors la masse théorique de biodiesel est la masse d'huile que nous avons utilisée dans la réaction.

#### 4.3. Caractéristiques de biodiesel :

L'ester méthylique d'huile consiste de trois acides gras : Acides linoléique, acides oléique, Acides palmitique et les autres acides sont présents sous forme des traces.

- ❖ Les caractéristiques de biodiesel obtenu c'est un le même méthode mesuré les caractéristiques d'huile de ricin.

#### 4.4. Analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge (IR) :

La spectroscopie IR est une méthode d'analyse qualitative permet de caractériser les principales fonctions d'une molécule organique.

Le rayonnement **infrarouge (IR)** est un rayonnement électromagnétique d'une longueur d'onde supérieure à celle de la lumière visible mais plus courte que celle de la micro-onde [36].

Le domaine infrarouge, dans lequel se trouvent les énergies de vibration des liaisons moléculaires, est divisé en trois zones [37]. :

- ✓ Proche infrarouge :  $\lambda = 0.8$  à  $2.5$  mm (ou  $\nu = 4000$  à  $12500$   $\text{cm}^{-1}$ ).
- ✓ Moyen infrarouge :  $\lambda = 2.5$  à  $25$  mm (ou  $\nu = 400$  à  $4000$   $\text{cm}^{-1}$ ).
- ✓ Lointain infrarouge :  $\lambda = 25$  à  $1000$  mm (ou  $\nu = 10$  à  $400$   $\text{cm}^{-1}$ ).



**Figure III-19** : Appareil infrarouge (Type Nicolet IS5).



# CHAPITRE IV : Résultats et Discussions



### 1. Le rendement :

Les résultats Ci-après proviennent d'une série d'extractions faites en mettant l'accent sur les diverses natures de la matière première (*Ricinus communis* L.). Résultats d'extraction ce qui suit :

- Masse initiale : c'est la masse de ricin avant l'extraction 10g.
- Masse d'huile extraite : 4.77g.

D'après le résultat nous avons calculé le rendement d'huile extraite à partir de voie, utilisant la relation suivante :

$$\eta = \frac{m_h}{m_T} \times 100$$

Les résultats obtenus sont comme suivis :

$$\eta = \frac{4,77}{10} \times 100 = 47,7 \%$$

- Rendement de **Ricinus communis** L. : 47.7 %

A partir de ce rendement nous avons acquis dans notre travail ce bon résultat.

Il existe un certain nombre de facteurs qui interviennent et agissent plus ou moins directement sur la vitesse d'extraction, la concentration de l'extrait et le rendement.

- ✓ Nature et composition du solvant.
- ✓ La température d'extraction.
- ✓ Temps d'extraction.

### 2. Caractérisation physico-chimiques d'huile de ricin :

#### 2.1. La densité :

Nous avons mesuré la densité d'huile par la relation suivante :

$$d = \frac{\rho_{huile}}{\rho_{eau}} \dots\dots\dots(**)$$

Premièrement on applique la relation ci-dessus pour calcul la masse volumique d'huile (g/cm<sup>3</sup>) :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{1,71}{2} = 0,855 \text{ g/cm}^3$$

Donc la masse volumique d'huile de ricin égal 0,855 g/cm<sup>3</sup>

Si :

$$(**) \Rightarrow d = \frac{0,855}{1} = 0,855$$

Donc la densité d'huile de ricin égal 0,855

## 2.2. pH :

Nous avons mesuré le pH d'huile par papier pH, il donne le résultat suivant : pH = 5,5

On résume toutes les résultats en ce qui concerne l'extraction d'huile de ricin dans le tableau suivant :

**Tableau IV-1 :** Rendement et quelques caractérisations d'huile de ricin.

Caractères	Huile de ricin
Rendement%	47.7
Masse volumique (g/cm 3)	0,855
pH	5.5
Densité	0,855

## 3. Calcule le rendement de Biodiesel :

La formule générale est :

$$\eta = \frac{m_B}{m_T} \times 100$$

- ✓ La masse d'huile de ricin avant la réaction : 51.44g
- ✓ La masse de biodiesel : 29.47g

Les résultats obtenus sont comme suivis :

$$\eta = \frac{29,47}{51,44} \times 100 = 57,29$$

- ✓ Rendement de biodiesel : 57.29 %

Le rendement du biodiesel obtenu à partir de l'expérience que nous avons faite était bon parrapport à l'expérience précédente de l'huile estérification de ricin.

#### 4. Caractérisations physico-chimiques de transestérification :

##### 4.1. La densité :

$$d = \frac{\rho_{bio}}{\rho_{eau}} \dots\dots\dots (***)$$

Premièrement on applique la relation ci-dessus pour calcul la masse volumique de biodiesel ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) :

Si :

$$\rho = \frac{m}{v} = \frac{29.47}{34} = 0.866 \text{ g}/\text{cm}^3$$

Donc la masse volumique de biodiesel  $0.866 \text{ g}/\text{cm}^3$

$$(***) \Rightarrow d = \frac{0.866}{1} = 0.866$$

Donc la densité de biodiesel égal 0.866

##### 4.2. pH :

Nous avons mesuré le pH de biodiesel par papier pH, il donne le résultat suivant : pH = 6

##### 4.3. Viscosité :

Nous avons mesuré la viscosité de biodiesel par appaaris viscosimètre, il donne le résultat suivant :  $5.4386 \text{ mm}^2/\text{s}$

#### 5. Analyse par le spectrophotomètre d'infrarouge :

La spectroscopie IR est une méthode d'analyse qualitative permet de caractériser les principales fonctions d'une molécule organique.

##### 5.1. Spectrophotomètre d'infrarouge de biodiesel :

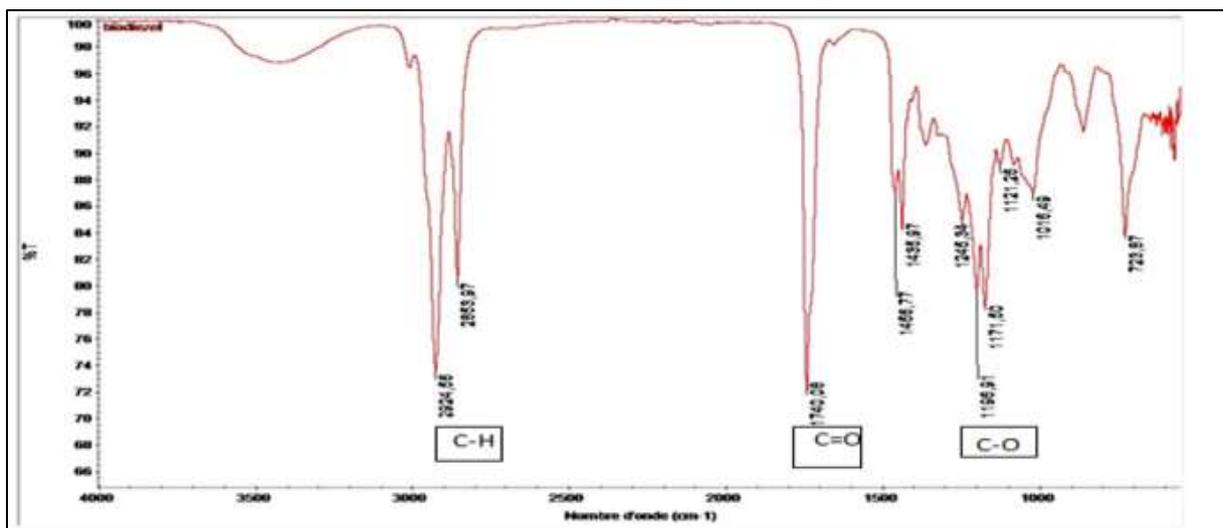


Figure IV. 1 : Spectre d'IR de biodiesel.

### 5.2. Discussion Spectre d'IR obtenu par Biodiesel :

Le spectre IR (Figure VI-1) présente les bandes d'absorption caractéristique des groupements fonctionnels:

- Une vibration de valence entre 2800-3000  $\text{Cm}^{-1}$  correspond d'un groupement d'un C-H.
- Une vibration de valence entre 1700-1740  $\text{Cm}^{-1}$  correspond d'un groupement d'un ester RCOOR d'élongation C=O.
- Une vibration de valence entre 1000-1300  $\text{Cm}^{-1}$  correspond d'un groupement d'ester d'élongation C-O.

Ces données, confirme la présence d'un ester

L'analyse le spectre IR de biodiésel. Nous permettons de tirer les informations suivantes :

**Tableau IV-2. :** groupements fonctionnels de spectre IR de biodiésel

Groupe fonctionnel	C-H Aliphatique	C-H Aliphatique	C=O	C-O
Nombre d'onde ( $\text{Cm}^{-1}$ )	2924.55	2853.97	1740.08	1196.91

### IV-3. Tableau récapitulatif des résultats :

**Tableau IV- 3 :** Les caractéristiques physicochimiques de biodiesel obtenue.

Caractère	Huile de ricin	Biodiesel	Norme mondiale de biodiesel
Densité	0,855	0.86	0.86-0.9
pH	5.5	6	Neutre
Viscosité cinématique	-	5.4386	3.5 - 5
Rendement	47.7%	57.29	-

Les caractéristiques de carburant des esters méthyliques synthétisées ont été évaluées selon l' EN 14214.

De l'analyse des résultats présentés au tableau IV-3; il ressort que ; pour viscosité cinématique ; les résultats obtenus de biodiesel est identique avec la norme. En ce qui

concerne le pH ; la valeur enregistrée pour le biodiesel ; il est un peu plus loin à la référence. Pour la densité ; les résultats obtenus prouvé que dans les conditions de travail, le biodiesel synthétisé dans cette étude a une densité légèrement le résultat identique celles de référence

**\*Conclusion :**

A partir de ce chapitre ont conclue :

- le ricin communs riche par les lipides.
- La transestérification est la méthode la plus utilisé pour la synthèse de biodiesel par ce qu'elle est simple et facile à manipuler ainsi que le rendement et important.
- les analyses physicochimiques sont très importantes pour savoir la qualité de biodiesel

## *Conclusion générale*

Le biodiesel est l'une des sources d'énergie renouvelable les plus importantes. Il est non toxique, biodégradable, son pouvoir calorifique est important, sa teneur en soufre est faible et son utilisation réduit l'émission des imbrûlés et des suies. Par contre, il y a des problèmes techniques liés à ses propriétés d'écoulement à basse température, à l'émission des NOx, et sa stabilité lors du stockage.

L'objectif de ce travail consiste à l'extraction d'huile et synthétiser le biodiesel à partir de la plante oléagineuse locale qui est la plante ricinus communis L. par la transestérification, qui est la technique la plus utilisée pour la synthèse de biodiesel. Nous avons aussi utilisé d'alcool à courte chaîne (méthanol), pour la réaction et le KOH comme catalyseur. Nous avons obtenu un rendement d'huile de l'ordre de 47.7%, il est très important, ainsi qu'on a obtenu un rendement de 57,29% pour la réaction de transestérification, ce dernier dépend des conditions de travail.

La caractérisation de notre biodiesel a été entamée par la suite, on a utilisé la spectroscopie infrarouge pour identifier le biodiesel obtenu, chose qui nous confirme que les biodiesels synthétisés sont bien des esters méthyliques des acides gras.

D'autres paramètres sont aussi vérifiés pour l'huile et les biodiesels, à savoir : le pH, la densité et de la viscosité. L'analyse de ces paramètres et leurs comparaisons avec les normes nous permet de tirer les conclusions suivantes :

Le pH de huile de ricin presque le même donne tout les références mondial, et la densité  $d = 0.855$  petit faible par rapport le huile de ricin  $d = 0.9453$  Alor le résultat en raison du climat de cette région [17].

Le pH de biodiesel le même donne tout les références mondial, la densité et la viscosité donne les normes mondial.

Dans cette étude, la quantité d'huile et de biodiesel ne suffit pas pour ce faire toutes les analyses physico-chimiques, ce ci suggère aux étudiants dans les prochaines études :

- Procéder plus d'analyse pour l'huile et le biodiesel comme (point d'éclair, point d'inflammation et l'indice de cétane...etc.).
- Synthés du biodiesel par différentes manières et que la modification de l'alcool et catalyseur.
- Appliquer le biodiesel dans les moteurs diesel.

Enfin, et comme recommandation de cette étude on propose d'étudier la même plante oléagineuse locale mais en d'autres domaines comme cosmétiques, médicinales, pesticides et domaines industriels (polymère, caoutchouc...etc.).



# Annexe



## Annexe

### A) Les Normes mondial de biodiesel

**Tableau 1** : Norme Européenne EN 14214 / Biodiesel

Propriétés	Unités	Min.	Max.	Méthodes d'essai
<b>Densité à 15°C</b>	kg/m <sup>3</sup>	860	900	EN ISO 3675, EN ISO 12185
<b>Indice de cétane mesuré</b>	-	51,00	-	EN ISO 5165
<b>Viscosité cinématique à 40°C</b>	mm <sup>2</sup> /s	3,50	5,00	EN ISO 3104
<b>Point d'éclair</b>	°C	101	-	ISO / CD 3679
<b>Résidu de carbone (sur 10% du résidu de distillation)</b>	% m/m	-	0,30	EN ISO 10370
<b>Stabilité à l'oxydation à 110°C</b>	Hrs	6	-	pr EN 14112
<b>Corrosion à la lame de cuivre (3h à 50°C)</b>	classification	Classe 1		EN ISO 2160
<b>Esters</b>	% m/m	96,50	-	EN 14103
<b>Eau</b>	mg/kg	-	500	EN ISO 12937
<b>Cendres sulfatées</b>	% m/m	-	0,02	ISO 3987
<b>Soufre</b>	mg/kg	-	10	-
<b>Indice d'acide</b>	mg KOH/g	-	0,50	pr EN 14104
<b>Indice d'iode</b>	-	-	120	pr EN 14111
<b>Linoléate de méthyle</b>	% m/m	-	12,00	pr EN 14103
<b>Esters méthyliques polyinsaturés</b>	% m/m	-	1,00	-
<b>Méthanol</b>	% m/m	-	0,20	pr EN 14110
<b>Glycérides</b>				
<b>Monoglycérides</b>	% m/m	-	0,80	pr EN 14105
<b>Diglycérides</b>	% m/m	-	0,20	
<b>Triglycérides</b>	% m/m	-	0,20	
<b>Glycérol libre</b>	% m/m	-	0,02	
<b>Glycérol total</b>	% m/m	-	0,25	
<b>Métaux alcalins (Na, K)</b>	mg/kg	-	5	pr EN 14108, pr EN 14109
<b>Phosphore</b>	mg/kg	-	10	pr EN 14107
<b>Contamination totale</b>	mg/kg	-	24	EN 12662

## B) Les produits

Dans les tableaux ci-dessous qui représentent les propriétés des produits utilisés dans ce travail.

### n-hexane :

**Tableau 2 :** les principales caractéristiques de n-hexane

<b>La masse molaire</b>	<b>86.18g/mol</b>
<b>La masse volumique</b>	0.66
<b>Température de fusion</b>	-95.3°C
<b>Température d'ébullition</b>	68.7°C
<b>Point d'éclair</b>	-22°C
<b>Fiche de sécurité</b>	 H225, H304, H315, H336, H361f, H373, H411.

### Méthanol :

**Tableau 3 :** les principales caractéristiques de Méthanol

<b>Température de fusion</b>	<b>-97.8°C</b>
<b>Température d'ébullition</b>	64.5°C
<b>Densité (d<sup>20</sup>) en g/cm<sup>3</sup></b>	0.791
<b>Température d'autoinflammation</b>	464°C
<b>La masse molaire</b>	32.04g/mol
<b>Moment dipolaire</b>	1.70 ± 0.02D
<b>Fiche de sécurité</b>	 H225, H301, H311, H331, H370

### L'hydroxyde de sodium :

**Tableau 4 :** les principales caractéristiques de NaOH

<b>Forme brute</b>	<b>NaOH</b>
<b>Masse molaire</b>	39,9971 g/mol
<b>T° fusion</b>	318°C
<b>Solubilité dans l'eau à 20°C</b>	1 090 g. l <sup>-1</sup>
<b>Masse volumique</b>	2,1 g. cm <sup>-3</sup>
<b>Fiche de sécurité</b>	 H314

### C) Spectroscopie infrarouge.

**Tableau 5 :** Nombres d'onde des vibrations de valence et de déformation.

Liaison	Nature	Nombre d'onde (cm <sup>-1</sup> )	Intensité <sup>1</sup>
O-H alcool libre	Valence	3580-3670	F ; large
O-H alcool lié	Valence	3200-3400 3100-3500	F ; large
N-H amine primaire : 2 bandes	Valence	3100-3500	m
amine secondaire : 1 bande	Valence	3300-3310	F
N-H amide	Valence	3000-3100	m ou f
C <sub>sp</sub> -H	Valence	3030-3080	m m
C <sub>sp2</sub> -H	Valence	2800-3000	F
C <sub>sp2</sub> -H aromatique	Valence	2750-2900	m ; 2 bandes F à m ;
C <sub>sp3</sub> -H	Valence	2500-3200	large f
C <sub>sp2</sub> -H aldéhyde	Valence	2100-2250	F ou m
O-H acide carboxylique	Valence	2120-2260	F ; 2 bandes
C≡C	Valence	1700-1840	F
C≡N	Valence	1770-1820	F
C=O anhydride	Valence	1700-1740	F
C=O chlorure d'acide	Valence	1650-1730	F
C=O ester	Valence	abaissement de 20 à 30cm <sup>-1</sup> si conjugaison	F m
C=O aldéhyde et cétone	Valence		variable ; 3 ou 4 bandes
C=O acide	Valence	1680-1710	F ; 2 bandes
C=O amide	Valence	1650-1700	F ou m
C=C	Valence	1625-1685	F
C=C aromatique	Valence	1450-1600	F ; 2 bandes
N=O	Déformation	1510-1580 et 1325-1365	F
N-H amine ou amide	Déformation	1560-1640	variable variable variable
C <sub>sp3</sub> -H	Déformation	1415-1470	variable
C <sub>sp3</sub> -H (CH <sub>3</sub> )	Valence	1365-1385	m
C-O	Valence	1050-1450	F
C-O alcool primaire	Valence	1000-1075	F
secondaire	Valence	1075-1150	F m
tertiaire	Valence	1100-1200	F ; 2 bandes
phénol	Valence	1180-1260	F
C-N	Valence	1020-1220	F et m ; 2 bandes
C-C	Valence	1000-1250	F
C-F	Valence	1000-1040	F
C <sub>sp2</sub> -H de -HC=CH- (E)	Déformation	950-1000	F
(Z)	Déformation	650-770	F
C <sub>sp2</sub> -H aromatique	Déformation	730-770 et 690-770	F
monosubstitué C <sub>sp2</sub> -H	Déformation	735-770	F
aromatique o-disubstitué	Déformation	750-810 et 680-725	
m-disubstitué	Déformation	800-860 700-800	
p-disubstitué	Déformation	600-750	
C-Cl	Valence	500-600	
C-Br	Valence		
C-I	Valence		

<sup>1</sup> F = fort ; m = moyen ; f = faible

## *Références*

- [1] **S. DJADOUN** « Influence de l'hexane acidifiée sur l'extraction de l'huile de grignon d'olive assisté par micro-onde », mémoire de magister, Université Mouloud Mammeri, TIZI-OUZOU ,(2012).
- [2] **S.MAAMRI** « Etude de listaciaatlantica de deux régions de sud algérien : dosage de lipides, dosage des poly phénols, essais antiepileptiques »,mémoire de magister Biochimie et microbiologie appliquées, Université M'Hamed Bougara,Boumerdes (2008).
- [3] **N.IBA** « Biochimie structurale » , (2012).
- [4] **B. KAHINA** « Etude de l'effet des antioxydants naturels et de synthèse sur la stabilité oxydative de l'huile d'olive vierge »,mémoire magister chimie de l'environnement, Université Mouloud Mammeri, TIZI- OUZOU ,(2011).
- [5] **L.GRIENE** « Les lipides »,mémoire magister Biochimie ,Université Benyoucef Benkhadda , Alger 10, (2014).
- [6] **A.BOYER** « Design de nove aux synthèse dérivés de l'acide oléique :application à la synthèse de polyuréthanes », Thèse doctorat , Université de Bordeaux 1, (2010 ).
- [7] **S. BERRADA** « Les lipides: structure, propriétés et application technologie Montpellier », p8 ,(2009).
- [8] **CH.SIX** « Biochimie structurale des composés lipidique », Station biologique , Roscoff, Bureau 354.
- [9] **I.HININGER** « Les lipides et dérivés», France :Joseph Fourier de Grenoble, p72, (2010).
- [10] **Y.TOUITOU** « Biochimie :structure des glucides et lipides », Paes.Pierre et marie curie 48, (2005).
- [11] **M.DESROCHES** « Fonctionnalisation d'huiles végétales et de leurs dérivés pour la formulation de nouveaux revêtements polyuréthanes agro-ressourcés »,Thèse de doctorat, Académie de Montpellier,(2011).
- [12] **A.NAJJAR**« Etude quantitative de la sécrétion de lipase, de la lipolyse et du stockage de lipides chez Yarrowia lipolytica lors de sa croissance en présence d'huile d'olive», Thèse de doctorat Université de la Méditerranée, AIX- Marseille,(2010).
- [13] **R.RAMPRASAD** « Future of ricinus communis after completion of the draft genome sequence » curr.sci.99(10):p1316 – 1318, (2010).
- [14] **H.GUERGOUR** « Etude de la toxicité d'huile de Ricinus Communis L sur les animaux de laboratoire », mémoire magister en Biochimie, Université Farhat Abbass,Stif, (2011).
- [15] **J. GARCIAA** « Pollinosis to Ricinus Communis(castor bean) an aerobiological», Clinical and immunochemical study, Clin, Exprim Allerg 29,(1999).

- [16] **E.O.ANOSIKE** « Biochemical changes during the fermentation of Castor oil (*Ricinus communis*) seeds for use as seasoning agent », *Plant Fd. Hum.Nutr.*30,p758-763, (1981).
- [17] **R. ALLOUNE** « Etude comparatives de deux plantes oléagineuses locales pour la production du biodiesel en Algérie », *Renue des énergies Renouvelables SIENR12* ,Ghardaïa Vol 19-22, (2012).
- [18] **O.O. OGUNLEYE , F.A.OYAWALE and E. SURU** « Effects of Castor oil on the physical properties of poly ether Based Flexible polyurethane Foam», University of Ibadan, Ibadan- Nigeria ,*Advances in Natural an Applied Science* 2(1) Vol10-15, (2008).
- [19] **C.M.DRAPCHO, N.P.NHUAN et T.H.WALKER** « Biofulels Engineering process Technology», MCGRAW – Hill professional Pub,p371, (2008).
- [20] **J. ALEXANDE** « Ricin (from *Ricinus Communis*) as undesirable substances in animal feed scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain », *The EFSA journal*726 Vol 1-38, (2008).
- [21] **W.LI, Z.LI, Y.ZHAI,CHANGLU** « A Highly Efficient Castor Regeneration system indentified through WUSCHEL Expression », University of science and technology,Tianjin300457,P.R.China ,*Chemical Engineering transactions* Vol 46,(2015).
- [22] **V.POLVECHE** « La culture du ricin en Europe », *Ingénieries-EAT,IRSTEA*,p49-85, (1996).
- [23] **L.ELBERT, JR. LITTELE** « Trees of Purto Rico and the Virgin Isslands » ,*Agriculture Handbook.449.U.S.Depart Agricul.Forst.Serv* Washington DC.2,(1974).
- [24] **W.GHNIMI** « Etude phytochimique des extraites de deux Evaluation de leur propriété de l'acety le cholinestérase », Thèse de doctorat en cotutelle, Université de lorraine (France)et Université de cartage,Tunisie,(2015).
- [25] **L.AULD** « Développement of castor (*Ricinus Communis*) Var Brigham with ultra low ricin content by analyzing soluble seed protein», The degree of doctor of philosophy Texas Tech University, Ruwanthi Wettasinghe, (2012).
- [26] **COI**, «Norme commerciale application à l'huile d'olive et à l'huile de grignons d'olive » ,*COI/T.15/NC n°2/ Rév . 10*,(2001).
- [27] **P. XAVIER** « Technologies des corps gras (huiles et graisses végétales).Technique l'ingénieur», (2012).
- [28] **N. VANCUONG** « Maitrise de l'aptitude technologique des oléagineux par modification structurelle Applications aux opérations d'extraction et de transestérification in situ », Thèse pour obtenir le grade de docteur de l'université de la Rochelle, France, (2010).
- [29] **T.SWETMAN** « Extraction de l'huile », *Practical Action the Schumacher Centre Bourton – Dunsmore Rugby, Warwickshire,CV23 9QZ Royaume-Uni*,(2008).

- [30] **H. BERNA** « Transestérification des huiles végétales par l'éthanol en conditions douces par catalyses hétérogène acide et basique », Thèse doctorat, Université Claude Bernard, LYON 1, (2009).
- [31] **R. CREHAY, D. MARCHAL** « Le bois énergie », Centre Wallon de Recherches agronomiques département génie rural, (2004).
- [32] « Biogaz Energie Renouvelable », Naskeo Environnement (2008).
- [33] « Le biodiesel », Le secteur énergétique au Québec :Contexte, enjeux, questionnement, (2005).
- [34] **N.ELHADJIBRAHIMA** « Caractérisation thermo physique des Biodiesels :vitesse du son, densité, compressibilité », Thèse de doctorat énergétique, Université de PAU et PAYS de l'ADOUR ,(2012).
- [35] **L.RAMIREZ** « Production de biocarburants de 3<sup>ème</sup> génération à partir de micro algues », Thèse de doctorat Génie chimique ,Université Claude Bernard, Lyon1,FRANÇAIS (2013).
- [36] **H.ANNOU ,A.CHIBANI** « Synthèse de biodiesel d'une algue vert », mémoire master académique ,Université Kasdi Merbah Ouargla,(2016).
- [37] **B.LAKEHAL , A.FADJI** « Synthèse de biocarburant à base d'huile végétale de chêne », mémoire master Académique ,Université Kasdi Merbah Ouargla,(2015).

**Résumé :** Ce travail a été réalisé au sein de laboratoire de sciences et technologies, le but de cette présente étude est de synthétiser le biodiesel à partir d'huile de ricin par la technique de transestérification. Dans notre étude on a réussi d'extraire l'huile de cette ricin le rendement est 47.7% ; L'étude de quelques propriétés physico-chimique d'huile obtenu a été réalisé. Le rendement de la réaction de transesterification est de l'ordre de 57.29 %, quelques propriétés physico-chimique de biodiesel obtenus a été également effectuée, à la fin de cette étude une comparaison de nos résultats avec les normes mondial, nous a montré que notre biodiesel à des propriétés très proches avec ceux des normes.

**Mots clés :** Transestérification. Extraction. Biodiesel . Ricin.

**Abstract:** This work was carried out in the laboratory of science and technology, the purpose of this study is to synthesize biodiesel from castor oil by the transesterification technique. In our study it was possible to extract the oil from this castor the yield is 47.7%; The study of some physicochemical properties of the oil obtained was carried out. The yield of the transesterification reaction is of the order of 57.29%, some physicochemical properties of biodiesel obtained were also carried out, at the end of this study a comparison of our results with the world norms showed us that our Biodiesel to very similar properties with those of the standards.

**Keywords:** Transesterification, Extraction, Biofuels, Ricinus communis L.

**ملخص:** أجري هذا التطبيق في مخبر العلوم والتكنولوجيا. والهدف من هذه الدراسة هو استخلاص الديزل الحيوي من نبات الخروع بتقنية إعادة الأسترة، استخلصنا من نبات الخروع المدروس الزيت. المردود المتحصل عليه من استخلاص الزيت % 47.7 وقمنا بعدها بقياس بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذا الزيت. في ما يخص تفاعل إعادة الأسترة بلغ المردود % 57.29 كما تم أيضا قياس بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية للوقود المتحصل عليه. في نهاية هذه الدراسة قمنا بمقارنة نتائجنا التي تحصلنا عليها مع المعايير العالمية للديزل الحيوي حيث تبين لنا أن الوقود الحيوي المتحصل عليه في هذه الدراسة ذو خصائص مشابهة جدا لتلك المعايير المتفق عليها دوليا.

**الكلمات المفتاحية:** إعادة الأسترة، الاستخراج، الوقود الحيوي، الخروع.