République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Ahmed Draïa Adrar

Faculté des Sciences et de la Technologie
Département d'Hydrocarbures et Energies Renouvelables

Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplômede Master en :
Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie Chimique

Thème :

Production du biodiesel à partir des huiles végétales usagées

Préparé par :

Mr.Didi Omar

Mr. Dhabi Abderrahmane

Membres de jury d'évaluation :

Mr.Benabdlekabir Abbas	Président	MAA	Univ. Adrar
Mr.BakacheYounes	Encadreur	MAA	Univ. Adrar
Dr.ouazine lounace	Examinateur	MCB	Univ. Adrar

Année Universitaire : 2020/2021

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République algérienne populaire et démocratique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

UNIVERSITE AHMED DRAYA - ADRAR

BIBLIOTHÈQUE CENTRALE

Service de recherche bibliographique

N°.....B.C/S.R.B//U.A/2021

جامعة احمد دراية - ادرار

المكتبـــة المركـــزية

مصلحة البحث البيليوغرافي

الرقم.....م .م/م.ب.ب /ج.أ/2021

شهادة الترخيص بالإيداع

انا الأستاذ(ة): بقاش يونس

المشرف مذكرة الماستر.

الموسومة بـــ : Production du Biodiesel à partir des huiles usagées

من إنجاز الطالب(ة): ديدي عمار

و الطالب(ة): ذهبي عبد الرحمن

كلية : العلوم و التكنولوجيا

القسم : المحروقات والطاقات المتجددة

التخصص: الهندسة الكيميائية

تاريخ تقييم / مناقشة:

أشهد ان الطلبة قد قاموا بالتعديلات والتصحيحات المطلوبة من طرف لجنة التقييم / المناقشة، وان المطابقة بين النسخة الورقية والإلكترونية استوفت جميع شروطها.

وبإمكانهم إيداع النسخ الورقية (02) والاليكترونية (PDF).

- امضاء المشرف:

ادرار في: 2021/07/06

مساعد رئيس القسم:

د. خليفي عمر

رئيس قسم المحروقات والطاقات المتجددة

بكلية العلوم والتكنولوجيا

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - جامعة أدرار - كلية العلوم والتكنولوجيا - قسم المحروقات والطاقات المتجددة

ملاحظة :لاتقبل أي شهادة بدون التوقيع والمصادقة.

Remerciements

Nous remercions tout d'abord notre dieu ALLAH tout puisant pour laforce, le courage et la patience qu'il nous à donner durant toutes ces années universitaires Mes profonds remerciements s'adressent à notre encadreur **Mr BAKACHE.YOUNES** enseignant à l'université d'Adrar, pour avoir accepté de diriger ce travail,

pour ses aides, ses encouragements, ses précieux conseils, sa confiance…tout au long de ce mémoire, pour cela nous tenons à luiexprimer toute notre gratitude.

Nous remercions tous les enseignants du département des hydrocarbures et énergies renouvelables de l'université d'Adrar

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou deloin à réalisation de ce travail.

DÉDICACES

JE DÉDIE :

A VOUS MES PARENTS,
JE VOUS DÉDIE CE TRAVAIL POUR
TOUS LES SACRIFICES
QUE VOUS AVEZ CONSENTIS POUR
FAIRE DE MOI,
CE QUE JE SUIS MAINTENANT.

ET MES FRÈRES ET MES
SŒURSA TOUTE MA FAMILLE

DAHBI ABDERRAHMANE

JE DÉDIE :

A VOUS MES PARENTS(SIDI MOLAY ABDELKADER ET LALA) ,
JE VOUS DÉDIE CE TRAVAIL POUR TOUS LES SACRIFICES
QUE VOUS AVEZ CONSENTIS POUR FAIRE DE MOI,
CE QUE JE SUIS MAINTENANT.

ET MES FRÈRES(MOHAMED.AHMED CHERIF) ET MES SOEURS
A TOUTE MA FAMILLE.

DIDI OMAR

Liste de figure

Fig.I.1 : schéma explicatif de transformation des biocarburants de première génération.

Fig.I.2 : biocarburants de deuxième génération tirés de déchets de l'agriculture etde l'exploitation forestière

Fig. II.1 : Constituants des huiles végétales.

Figure III-1 : La distribution des sources MEAG dans le monde

Fig.III.2 : Réaction de transestérification.

Fig.IV.1 :Ppréparation de la solution de NaOH+méthanol

Fig. IV. 2 : Chauffage

Fig. IV .3 : Décantation

Fig. IV .4. le calcul de la densité.

Fig. IV .5. calorimétre.

Liste de tableaux

Tableau I :Les matériels et les produits.

tableau II :le différent des expérience.

Tableau III : les résultats.

Sommaire

Remerciements……I
Dédicace……II
Liste de tableaux……III
liste de figure……..III
Introduction General.....1

CHAPITRE I
Les biocarburants

I. Les biocarburants 2
I. 1.Introduction 2

I.2 . Classification des biocarburants..... 2

I. 2.1 Les biocarburants de première génération.....2

I. 2.2 Les biocarburants de deuxième et de troisième génération 4

I.3.Différents types de biocarburants 5

I.3.1.Le biogaz..... 5

I.3.2.Bioéthanol 5

I.3.3.Bio hydrogène.....5

I. 4. Les avantages et les inconvénients des biocarburants.....6

I. 5. Conclusion..... 6

CHAPITRE II
Les Huiles Végétales

II.Les Huiles Végétales..... 7

II.1.Introduction.....7

II. 2. Sources des huiles végétales 8

II.3.Les différents types d'huiles végétales.....10

II.4.Les différentes utilisations des huiles végétales..... 10

II.5.Conclusion……11

CHAPITRE III
Le biodiesel

III1.Introduction 12

III. 2.Historique et Définition 12

2.1)Historique 12

2.2)Définition 14

2.3.1)1ère génération 15

2.22) 2ème génération 15

2.2.3) 3ème génération 15

III. 3.Les sources du Biodiesel 15

III. 4. Les caractéristiques du biodiesel 16

1) La viscosité 17

2) Le point trouble et le point d'écoulement 17

3) Le pouvoir calorifique 17

4) L'indice de cétane 17

5) Le pouvoir lubrifiant 18

6) Les normes 18

III. 5. Disponibilité et renouvellement de biodiesel 18

III. 6.L'efficacité de combustion plus élevée de biodiesel 19

III. 7.Les méthodes de fabrications du biodiésel l à partir de l'huilevégétale 19

III.7.1.La réaction de transestérification 20

III.7.1.1.Historique de la réaction 20

III.7.1.2.La transestérificationjh 20

III.7.1.3But de la réaction de transestérificaton 21

III.8. Les applications de biodiesel 22

8.1)moteur diesel 22

8.2)Utilisation des biodiesels dans les moteurs diesel 22

8.3)Efficacité énergétique.....23

8.4)Les génératrices.....23

III.8. Les avantages et les inconvénients du biodiesel 23

III.9. Conclusion..... 25

CHAPITRE IV

Résultat

IV. Introduction..... 25

Parti 1):production du biodiesel 25

IV .1.Matériels et méthode 25

IV 1.1. les matériels..... 25

IV.1.2.Mode opératoire..... 25

IV.1.3. Transésterification 25

IV.1.3.2.Préparation de la solution de soude +méthanol 25

IV.1.3.3Chauffage 26

IV.1.3.4.Décantation et lavage 27

Parti 2) : caractérisation de biodiesel 28

IV.2. Résultats.....28

1- Densité 28

2-Pouvoir calorifique.....28

3- Rendement de la production de biodiesel 30

4- Conclusion générale 32

5- Référence.....33

Introduction générale

Dans notre monde, et avec le développement continu de l'industrie et des transports. la demande en énergie est en accroissement jour après jour. Le pétrole, voire tous les combustibles fossiles (gaz naturel, charbon et pétrole), fournissent actuellement la quasi-totalité de cette énergie. Or ces ressources ne sont pas renouvelables et leur consommation au rythme actuel mènera à la disparition des réserves dans quelques dizaines d'années.

Le biodiesel est un remplacement mieux que le pétrole et propre en plus La fabrication du biodiesel est une alternative de production de combustibles propres, biodégradables, renouvelables et non toxiques.

Le biodiesel peut être produit à partir d'huile végétale, de graisse animale par une réaction chimique appelée transestérification avec des alcools et des catalyseurs, Étant donné que les huiles végétales utilisé sont actuellement la principale source de matières premières dans la production commerciale de biodiesel.

L'accent est mis sur ce cadre du mémoire de fin d'études du cycle de master. La recherche est la production de biodiesel à base d'huiles végétales.

En plus des carburants de remplacement, le biodiesel est généralement considéré comme un additif de lubrification pour le diesel pétrolier. Parce que le biodiesel est miscible avec du diesel pétrolier dans toutes les proportions, une addition de seulement 1% en volume de biodiesel au diesel pétrolier améliore la propriété lubrifiante du diesel pétrolier

Dans le cadre de ce travail de fin d'études, nous commençons le présent mémoire en décrivant brièvement la méthodologie du plan . Ce dernier est constitué de quatre chapitres, le premier parle des biocarburants en générale . le second concerne le sujet des Huiles Végétales, et le troisième chapitre consacré au biodiesel.

Enfin ,Le dernier chapitre regroupe la partie expérimentale et les calculs, les résultats obtenus et les discussions sur le sujet .

Chapitre I

Les biocarburants

Les biocarburants :

I.1.Introduction :

Le terme biocarburants désigne les carburants liquides ou gazeux pour le secteur des transports qui sont principalement produits à partir de la biomasse. **[1]**

" La biomasse " : ce terme fait référence aux ressources non fossilisées et matière organique biodégradable provenant de plantes, d'animaux et de micro-organiques dérivés de sources biologiques. La biomasse comprend les produits, les sous- produits, résidus et déchets de l'agriculture, de la sylviculture et des solides industriels et déchet municipaux. Le terme biomasse désigne le bois, les cultures ligneuses à rotation rapide, les herbacées à courte rotation, déchets de bois, bagasse, résidus industriels, les déchets de papier, les déchets solides

municipaux, la sciure de bois, les bio solides, l'herbe, les déchets de la transformation des aliments, les plants aquatiques et les déchets d'animaux provenant d'algues, et une foule d'autres, et une foule d'autres matériaux. **[2]**

I.2 . Classification des biocarburants :

Les biocarburants sont utilisés sous forme d'additifs ou de complément aux carburants fossiles suivants : gazole (incorporation en tant que biodiesel), essence (incorporation sous forme d'éthanol ou d'ETBE2 lui-même produit à partir d'éthanol), au kérosène et aux carburants gazeux. On distingue trois générations de biocarburants selon l'origine de la biomasse utilisée et les procédés de transformation associés. Aujourd'hui, seule la première génération. **[3]**

I. 2.1 Les biocarburants de première génération

Les biocarburants de l ère génération correspondent à ceux obtenus à partir de cultures végétales . **[4]** Ils correspondent principalement à des combustibles à base d'éthanol obtenus à partir de la fermentation des sucres (maïs, betterave, canne à sucre, etc.), à des carburants à base d'huile (huile brute, biodiesel et diesel renouvelable produit à partir de l'hydrodéoxygénation catalytique des huiles) **[5]**, aux plantes oléagineuses (colza, palme,

etc). Les biogaz émis par les matières premières ou par les décharges font également partie des biocarburants de l ere génération.

Rappelons que l'utilisation d'huiles végétales comme carburant n'est pas un concept nouveau.

En effet, inventeur des moteurs au biodiesel, R.C.K Diesel a démontré, lors de l'exposition universelle de Paris en 1900, la possibilité d 'utiliser les huiles végétales comme substitut de carburant dans un moteur à allumage par compression. Or, cette réussite a été mise de côté pour des raisons économiques et surtout à cause du feible prix du pétrole .En effet, l'obstacle majeur à la commercialisation du biodiesel est son coût de production d'environ 70-90% supérieur à celui du petro-diesel lié au prix des matières premières **[6]**.Cependant, à plusieurs niveaux (environnementaux, sociétaux), le fait que les ressources alimentaires pourraient être utilisées pour produire des biocarburants montre plusieurs limites à savoir la pollution des sols, le manque de terres agricoles (faim dans le monde) et la déforestation . Par exemple, dans certains pays européens, comme la France, les terres arables disponibles pour la culture de plantes oléagineuses utilisées pour la production de biocarburants de 1ere génération ne seront pas en mesure de soutenir la demande de biocarburants d'ici 2015, sauf en saturant les terres en jachère, ce qui créerait des problèmes d'appauvrissement des sols . **[7]**

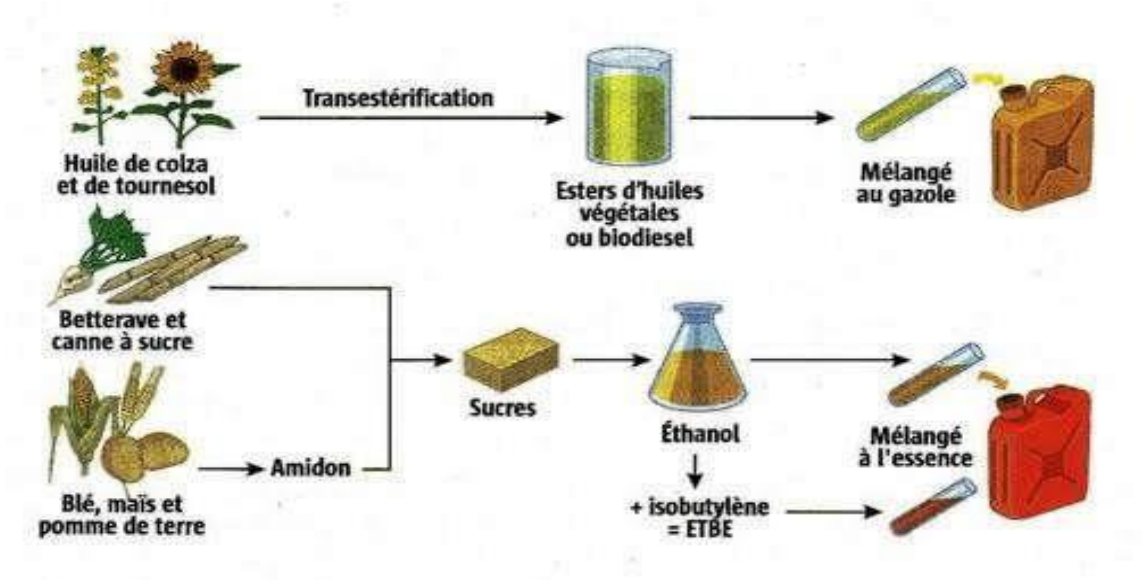


Fig.I.1 : schéma explicatif de transformation des biocarburants de première génération. [8]

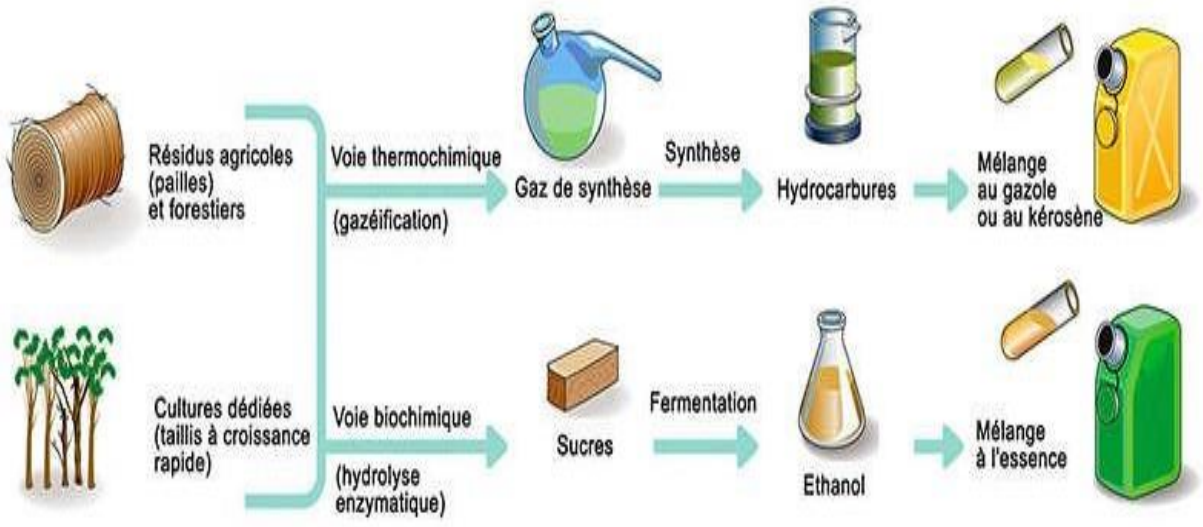
I. 2.2 Les biocarburants de deuxième et de troisième génération

Les biocarburants de 2ème génération sont les biocarburants cellulosiques à base de matériaux obtenus à partir de cultures non alimentaires (bois, feuilles, paille, etc.). Ces biocarburants comprennent tes bioalcools, 1e bio-huile, le 2,5-diméthylfurane (BioDMF), te biohydrogène, te diesel Fischer-Tropsch, le dieselde bois **[9]**.

Les biocarburants de 3ème génération sont des biocarburants produits avec des microorganismes (levures, champignons), à base d'algues, des combustibles comme les huiles végétales, le biodiesel, le diesel renouvelable etc. . **[10]**

Les biocarburants de 2eme et de 3eme générations sont meilleurs que ceux de l ère génération pour le développement durable car ils sont neutres en carbone et ils réduisent la concentration de CO_2 atmosphérique . Par exemple, **[11]**e biodiesel de l ère génération (comme le soja) induit seulement une réduction nette des émissions de GES de 41% .

En comparaison, pour chaque tonne de biomasse de microalgues produites, certains auteurs estiment que 1,8 tonnes de CO_2 seraient consommées (180% de réduction).



FigI.2 : biocarburants de deuxième génération tirés de déchets de l'agriculture et de l'exploitation forestière [12].

I.3.Différents types de biocarburants :

I.3.1.Le biogaz :

Le biogaz est un mélange composé essentiellement de méthane (CH_4) et de gaz carbonique(CO_2). Suivant sa provenance, il contient aussi des quantités variables d'eau ; d'azote ;d'hydrogène sulfuré (H_2S), d'oxygène, d'aromatiques, de composés organo- halogénés (chlore et fluor) et des métaux lourds, ces trois dernières familles chimiques étant présentes à l'état de traces. Le biogaz est produit par un processus de fermentation anaérobie des matières organiques animales ou végétales, qui se déroule en trois étapes (hydrolyse, acidogènes et méthanogènes) sous l'action de certaines bactéries,Il se déroule spontanément dans les centres d'enfouissement des déchets municipaux, mais on peut le provoquer artificiellement dans des enceintes appelées "digesteurs" où l'on introduit à la fois les déchets organiques solides ou liquides et les cultures bactériennes. Cette technique de méthanisation volontaire peut s'appliquer.

I.3.2.Bioéthanol :

Les biomasses sucrées, amylacées (riches en amidon) ou oléagineuses (riches en huiles) peuvent être utilisées pour la production de biocarburants. L'éthanol
L'éthanol CH_3-CH_2- OH est le produit de la fermentation des sucres. Le bioéthanol est l'éthanol élaboré à partir de la biomasse. Il est obtenu par la fermentation des sucres fermentescibles contenus dans la biomasse en présence d'une levure, Saccharomyces ceveresiae qui est l'une des levures utilisées lors de la fermentation des sucres.

I.3.3.Bio hydrogène :

La production de Bio hydrogène, un biocarburant de 3eme génération, à partir de la dégradation de la biomasse constitue une opportunité pour la production d'énergie renouvelable sans émission de gaz à effet de serre. Sa maîtrise nécessite d'élucider les mécanismes des interactions microbiennes.
Les micro-organismes produisent l'énergie nécessaire à leur survie en évacuant des produits métaboliques liquides tels que des cétones*, des alcools et des acides organiques, et gazeux tels que du CO_2, de l'H_2 ou du CH_4. Les bactéries des ordres *s :* Clostridiales et Enterobacteriale et Thermotogales sont spécialisées dans l'utilisation d'hydrates de carbones ou d'acides organiques pour produire de l'hydrogène.
Ces interactions permettent aux bactéries de se développer dans des conditions de stress nutritionnel, et augmentent la production de biohydrogène.

I. 4. Les avantages et les inconvénients des biocarburants :

➢ **Les avantages :**

- ressources renouvelables.
- Limitent les émissions de gaz à effet de serre (GES) et les consommations d'énergie non renouvelable.
- Emettent moins de polluants tels que le soufre (à l'origine des pluies acides),les suites, les particules fines.
- Permettent de diversifier les sources de production d'énergie et réduire la dépendance à l'or noir et de valoriser des ressource domestique.

➢ **Les inconvénients :**

- L'augmentation de la demande en biocarburants a eu pour conséquence le renchérissement des cours mondiaux des céréales et des oléagineux.
- Ils sont gourmands en énergie, coûteux à cultiver à collecter et à transformer.
- Ils instaurent une concurrence redoutable entre cultures énergétiques et cultures alimentaires.
- Le développement des biocarburants issus de cultures énergétiques peuvent être une menace pour les écosystèmes et les puits.

I.5.Conclusion

Avec intention de remplacer les carburants pétroliers, de nombreuses études ont été menées sur des alternatives d'énergie non renouvelable et renouvelable. Les recherches sur les énergies non-renouvelables sont principalement basées sur le charbon et le gaz naturel. En 2009, 89% de énergie produite au Canada a été en provenance de sources non renouvelables Par exemple, le charbon peut être converti en gaz de synthèse (CO, Ffe) par gazéification , puis en carburant par la réaction de Fischer-Tropsch, méthanol ou gaz naturel synthétique par des procédés catalytiques.

Chapitre II

LesHuiles Végétales

Les Huiles Végétales :

II. 1.Introduction :

Les huiles végétales sont des denrées alimentaires qui se composent essentiellement de glycérides d'acides gras exclusivement d'origine végétale **[13]**. Ils constituent les principales matières premières bio sources pour le développement d'une nouvelle industrie chimique **[14]** très riches en vitamines, et notamment en vitamines A. D, E et K **,** 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 e qui sont cultivés dans ce but **[15]**. Une huile végétale est extraite de la plante par pression à froid à partir de deux organes principaux, les graines et les fruits. Les plantes riches en huile sont appelées des oléagineux ou plante oléagineuses. **[16]**Les huiles végétales sont habituellement subdivisées en deux classes principales :

- **Huiles végétales fluides :** huile d'arachide, de colza, de germe de ma□s, de tournesol, de soja et d'olive
- **Huiles végétales concrètes (graisse) :** coprah (provenant de la noix de coco), huile de palme.

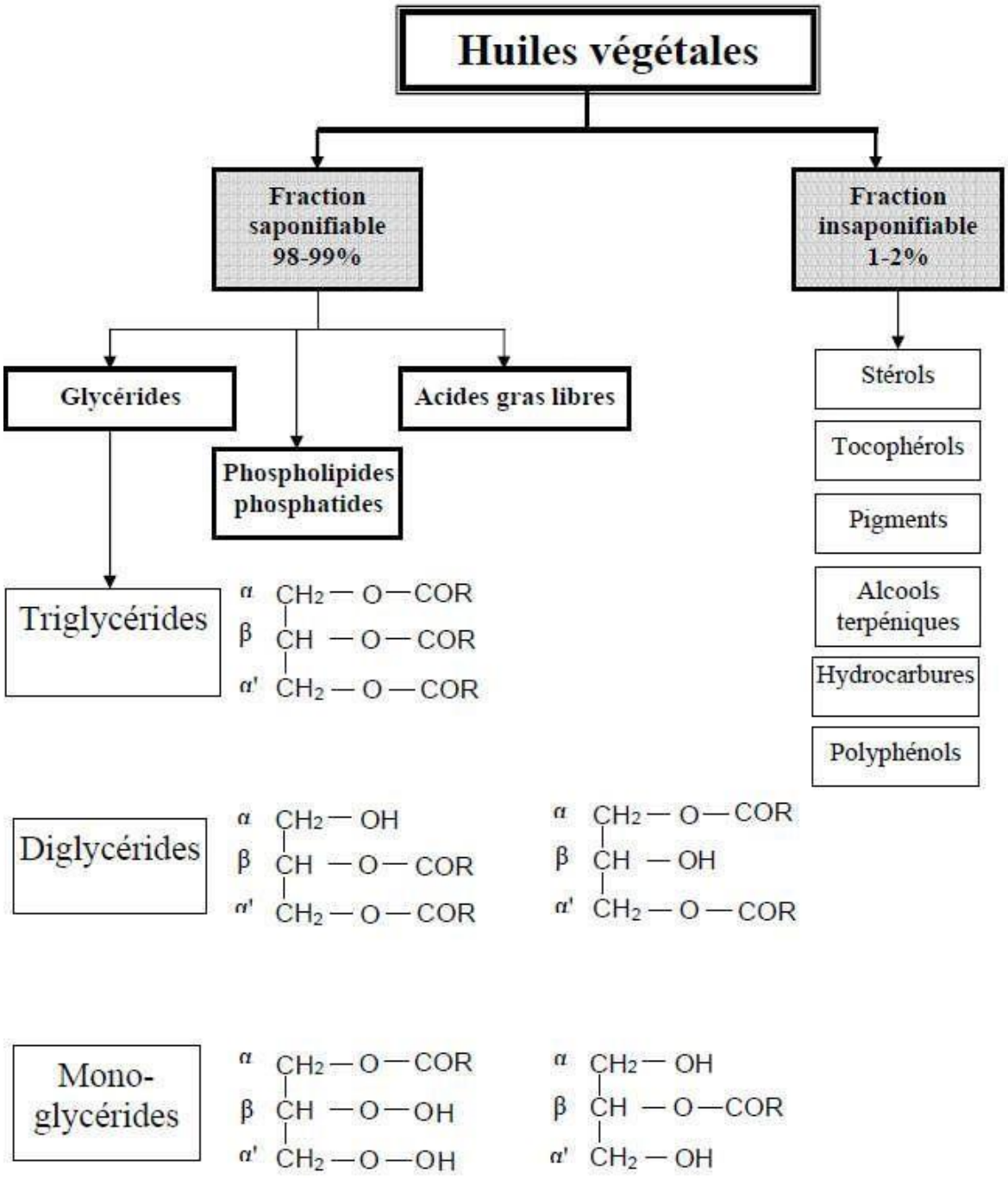


Fig. II.1 : Constituants des huiles végétales. [17]

II. 2. Sources des huiles végétales :

En principe, toute source de corps gras peut être utilisée pour préparer du biodiesel.

Cependant, certaines sources sont privilégiées plus que d'autres selon les pays.

Ainsi, aux Etats –Unis, les fabricants utilisent l'huile de soja .Ils sont les plus grands

producteurs de l'huile de soja devant le Brésil .les brésiliens quant à eux, utilisent différentes sources d'huile en raison de la biodiversité du pays. Par exemple dans le nord du pays c'est surtout l'huile de palme et de soja alors que le centre-principalement l'huile de colza **[18]**

3.Caractérisation des huiles végétales : [19]

Pour caractériser les huiles, on utilise deux types de critères, à savoir
Les critères distinctifs; les critère de qualité.

II.3.1 Les critères distinctifs:

Ils renseignent sur la composition et la structure des constituants des huiles.

- Densité ou la mass volumique (d ; ρ) :

Renseigne sur l'instauration, l'état d'oxydation ou la polymérisation

- La viscosité η : La viscosité est la propriété de l'huile, résultait de la résistance qu'opposent ses molécules a une force tendant è les déplacer par glissement. Elle varie avec la température.

- L'indice de réfraction :

C'est une caractéristique du groupe auquel appartient l'huile et elle permet d'identifier celles de composition inconnue.

- L'indice d'iode I_{i2} :

Il renseigne sur le degré d'insaturation.

- L'indice de saponification :

C'est la quantité de NaOH nécessaire pour saponifier la totalité des acides gras libres ou estérifiés. Il permet donc d'évaluer la quantité d'acide non engagée dans la liaison glycéridique.

- L'insaponifiable :

C'est l'ensemble des substances qui ne réagissent pas avec les alcalis pour donner du savon er qui

ne sont pas volatiles à plus de 100 °C.

II.3.2 Les critères de qualité :

Ils concernent soit l'état d'altération plus ou moins important de l'huile, soit le classement en différentes catégories (brute, vierge ou raffinée).

Nous pouvons citer parmi ceux-ci :

- L'indice d'acidité Ia :

Il est fonction de la quantité d'acides gras libres et caractérise I 'état 'altération de l'huile par hydrolyse. C'est la quantité en milligrammes de KOH par gramme d'huile.

- L'indice de peroxyde :

il mesure le degré de rancidité. C'est la quantité en milligrammes de dioxygène par gramme d'huile. il permet d'apprécier l'état de dégradation par oxydation.

Les paramètres d'huiles à considérer pour la transestérification

Les spécifications suivantes concernant les huiles ne sont appliquées que pour les catalyses homogènes et sont :

• Indice d'acide IA (exprimé en mg KOH/g huile) < 1 ;

• Teneur en phosphore <10 ppm ;

• Teneur en eau (% poids) < 0,1.

Pour les catalyses hétérogènes, ces spécifications restent valables sauf l'indice d'acide IA (exprimé en mg KOH/g huile) doit être inférieur ou égal à 10.

II.3.Les différents types d'huiles végétales :

Les huiles végétales son multiples de leurs origines est d'une façon général on trouve par ordre d'importance : soja, palme, colza, tournesol, cotonnier et arachide sont les plus disponibles par contres, olives, carthame, coprah, coprah, amande, lin, maïs, courge, ricin,pistache, arganier, sésame, sont des espèces de moindre importance et sont des huiles de terroirs. **[20]**

II.4.Les différentes utilisations des huiles végétales

Les huiles végétales peuvent être de multiples usages : alimentaires, cosmétiques, pharmaceutiques et énergétique. **[21]**

Exemple

1. l'alimentation (friture et assaisomement)
2. cosmétique (savon et détergent)
3. pharmaceutique (produit de beauté et de crème)
4. énergétique (production d'électricité et biocarburant)

II.5.Conclusion

Les huiles alimentaires usagées pourraient être recyclées en les convertissant en savon par saponification ou bien les réutiliser comme lubrifiants ou comme fluides hydrauliques. Néanmoins, la production du biodiesel semblerait l'alternative la plus attractive pour le traitement des huiles usagées. Certes celles-ci ne résolvent pas le problème énergétique du fait que seul un faible pourcentage de la demande en diesel pourrait être couvert, mais celadiminue la dépendance en énergie fossile tout en réduisant un problème écologique .

Dans le but de réduire le coût de production, les huiles usagées pourraient être une meilleure source de matière première vu que son coût est faible comparé à celui des huiles végétales. La quantité des WCO générée par chaque pays est immense .

Chapitre III

le biodiesel

III. 1.Introduction :

La production et l'utilisation de biodiesel à l'échelle mondiale ont connu une forte croissance en raison des préoccupations environnementales accrues, de l'incertitude concernant la sécurité des réserves de pétrole brut, du surplus mondial de graines Oléagineuses et des différentes subventions et politiques gouvernementales favorables Consécutives à la hausse des prix des combustibles minéraux.

La fabrication du biodiesel est une alternative de production de combustibles propres, biodégradables, renouvelables et non toxiques.

il peut à la fois servir de carburant de remplacement au diesel. Pur ou mélangé, il réduit lesémissions de CO_2, de matières particulaires, de monoxyde de carbone, d'hydrocarbures etde fumée noire que génèrent les véhicules.

Ce phénomène pourrait provoquer des changements désastreux dans l'environnement,

Le biodiesel est produit à partir de graisses animales ou de déchets de graisses de cuisson ; combinés avec de l'alcool (habituellement le méthanol). La transformation de ces produits donnent du biodiesel pur et de la glycérine brute comme produit final.

Le biodiesel entre dans les perspectives de la réduction des gaz à effet de serre

III. 2.Historique et Définition :

2.1)Historique :

Le processus de fabrication de carburant à partir de biomasse utilisé dans les années 1800 est essentiellement le même que celui utilisé aujourd'hui. L'histoire du biodiesel est plus politique et économique que technologique. Les compagnies pétrolières ont été obligées de raffiner le pétrole brut pour fournir de l'essence qu'elles se sont retrouvées avec un excédent de distillat, qui est un excellent carburant pour les moteurs diesel et beaucoup moins cher que les huiles végétales. D'autre part, l'épuisement t des ressources a toujours étéune préoccupation à l'égard du pétrole, et les agriculteurs ont toujours cherché de nouveaux marchés pour leurs produits. Par conséquent, le travail s'est poursuivi sur l'utilisation des huiles végétales comme carburant.

La Production de biodiesel à partir d'huiles végétales n'est pas un nouveau procédé. La conversion d'huiles végétales ou de graisses animales en des esters monoalkyliques ou biodiesel est connu comme transestérification. La transestérification de triglycérid es dans

les huiles n'est pas un nouveau processus. Duffy et Patrick ont mené la transestérification dès 1853. La vie pour le moteur diesel a commencé en 1893, lorsque le célèbre inventeur allemand Docteur Rudolph Diesel a publié un document intitulé «La théorie et la construction d'un moteur thermique rationnel». Le document décrit un moteur révolutionnaire dans lequel l'air serait comprimé par un piston à une pression très élevée, provoquant ainsi une température élevée. Dr. Diesel a conçu le moteur diesel à l'origine pour fonctionner à l'huile végétale.

Dr. Diesel a fait ses études à l'Université technique de Munich en Allemagne. En 1878, il a présenté un travail de Sadi Carnot, qui a théorisé que le moteur peut atteindre une efficacité beaucoup plus éleva é que les moteurs à vapeur. Diesel a cherché à appliquer la théorie de Carnot au moteur à combustion interne. L'efficacité du cycle de Carnot augmente avec le taux de compression, le rapport du volume de gaz en pleine expansion de son volume à pleine compression. Nickelas Otto a inventé un moteur à combustion interne en 1876 qui était le prédécesseur du moteur à essence moderne. Une flamme ou une étincelle a été utilisé pour enflammer le mélange air -carburant au moment opportun. Toutefois, l'air devient plus chaud car il est compressé, et si le taux de compression est trop élevé, la chaleur de compression va enflammer le carburant prématurément. Les faibles ratios de compression nécessaires pour éviter l'inflammation prématurée du mélange air -carburant a limité l'efficacité du moteur Otto. Dr. Diesel voulait construire un moteur à taux de compression le plus élevé possible. Il a présenté le carburant seulement lorsque la combustion a été voulue et a permis au carburant de s'enflammer tout seul dans l'air chaud comprimé. Le moteur diesel a atteint un rendement plus élevé que celui du moteur Otto et beaucoup plus élevée que celle de la machine à vapeur. Le Diesel a reçu un brevet en 1893 et a démontré un moteur réalisable en 1897. Aujourd'hui, les moteurs diesel sont classés comme "moteurs à allumage par compression", et les moteurs Otto sont classés comme «moteurs à allumage commandé».

Dr. Diesel a utilisé l'huile d'arachide pour alimenter un de ses moteurs à l'Exposition nuniverselle de Paris de 1900 **[22]**. En raison des températures élevées créées, le moteur était en mesure d'exécuter une variété d'huiles végétales dont le chanvre et l'huile d'arachide. À l'Exposition mondiale de 1911 à Paris, le Dr Diesel a provisionné son moteur à l'huile d'arachide et a déclare é "le moteur diesel peut être alimenté avec des huiles végétales et contribuera considérablement au développement de l'agriculture des pays qui

l'utilisent». Une des premières utilisations de l'huile végétale transestérifiée a alimenté les véhicules lourds en Afrique du Sud avant la Seconde Guerre mondiale. Le nom de «biodiesel» a été donné à l'huile végétale transestérifiée pour décrire e son utilisation comme gazole **[23]**. Les huiles végétales ont été utilisées dans les moteurs diesel jusqu'aux années 1920. Durant les années 1920, les fabricants de moteurs diesel ont modifié leurs moteurs à utiliser la plus faible viscosité du pétro diesel, plutôt que de l'huile végétale.

L'Union européenne a représenté presque 89 % de toute la production de biodiesel dans le monde entier en 2005.

2.2)Définition :

Le Biodiesel (grec, bio, vie + diesel de Rudolf Diesel) se réfère àun diesel équivalent, le carburant transformé issus de sources biologiques. Le biodiesel est le nom d'une variété de carburants oxygénés à base d'ester de sources biologiques renouvelables. Il peut être fabriqué à partir d'huiles et de graisses organiques transformées.

Chimiquement, le biodiesel est défini comme les esters monoalkyliques d'acides gras à longue chaîne dérivés de biodiesel renouvelable les. Le biodiesel est typiquement produit par la réaction d'une huile végétale ou de graisse animale avec du méthanol ou de l'éthanol en présence d'un catalyseur pour donner les esters méthyliques ou éthyliques (biodiesel) et de la glycérine .Les acides gras des esters éthyliques ou biodiesels sont fabriqués à partir d'huiles et de graisses naturelles. En règle générale, le méthanol est préférable pour la transestérification, car il est moins cher que l'éthanol **[24].**

En termes généraux, le biodiesel peut être défini comme un carburant renouvelable domestique pour les moteurs diesel dérivé d'huiles naturelles comme l'huile de soja qui répond aux spécifications de la norme ASTM D 6751. En termes techniques (ASTM D 6751) le biodiesel est un carburant du moteur diesel copossède mono alkyles d'acidesgras à longue chaîne dérivée d'huiles végétales ou de graisses animales, désignées B100 et répondant aux exigences de la norme ASTM D 6751. Le biodiesel possède un certain nombre de caractéristiques prometteuses, notamment la réduction des émissions de gaz d'échappement **[25].**Chimiquement, le biodiesel est mentionné comme les esters monoalkyliques, en particulier (m) éthylique, d'acides gras àlongue chaîne provenant de sources lipidiques renouvelables via un procédé de transestérification.

On distingue différents types de biodiesels :

2.2.1)1ère génération

Les biodiesels de la 1ère génération se partagent principalement en deux filières, selon les deux grands types de moteurs à explosion : la filière de l'huile pour les moteurs Diesel à allumage par compression, fonctionnant au gazole, et la filière de l'alcool pour les moteurs à allumage commandé, qui fonctionnent à l'essence.

2.22) 2ème génération

Les biodiesels de deuxième génération sont obtenus à partir de biomasse sans concurrence avec l'utilisation alimentaire : paille de céréales, miscanthus, bois et résidus forestiers et cultures dédiées.

2.2.3) 3ème génération :

Il s'agit des agro carburants à partir de micro-algues ou les Algocarburants. Les microalgues peuvent fournir différents types d'énergies renouvelables. Il s'agit notamment du méthane produit par la digestion anaérobie des algues **[26]**, du biodiesel dérivé de l'huile des micro-algues **[27]** ainsi que de la production d'hydrogène par photobiologie**[28]** .

L'idée d'utiliser les micro-algues comme sources de carburant n'est pas nouvelle **[29]** mais elle commence à être prise en compte sérieusement en raison de l'escalade des prix du pétrole et du réchauffement de la planète qui est associé à la consommation des combustibles fossiles **[30]**

III. 3.Les sources du Biodiesel :

Il y a plus de 350 récoltes pétrolifères identifiées, parmi lesquels seulement le soja, la paume le tournesol, le carthame, l'huile de coton, on considère la graine de colza et des huiles d'arachide comme des carburants alternatifs potentiels pour des moteurs diesel **[31].**La consommation mondiale d'huile de soja est la plus haute en 2003 (27.9 millions de tonnes métriques).

L'huile végétale est l'un des carburants renouvelables. Les huiles végétales sont devenues plus attrayantes récemment en raison de leur s avantages pour l'environnement et

le fait que ceux-ci sont fabriqués à partir de ressources renouvelables. Les huiles végétales sont une source d'énergie renouvelable et d'énergie potentiellement inépuisable avec un contenu énergétique proche du gazole.

Une variété de biolipides peut être utilisée pour produire le biodiesel. Ce sont:

(a) vierge charge d'huile végétale, les huiles de colza et de soja sont les plus couramment utilisées, mais d'autres cultures comme la moutarde, l'huile de palme, le tourne sol, le chanvre et même des algues montre la promesse;

(b) l'huile végétale usée;

(c) les graisses animales y compris le suif, saindoux et graisse jaune et ;

(d) les huiles non comestibles telles que le jatropha, huile de neem, huile de ricin, huile de pin, etc.

Figure III-1 : *La distribution des sources MEAG dans le monde* **[32]**

III. 4. Les caractéristiques du biodiesel :

Les propriétés physicochimiques du biodiesel présentant le plus grand intérêt sont :

1) La viscosité :

Comme indice de cétane, la viscosité augmente avec le nombre de carbone et diminue avec le degré d'instauration. Une plus grande viscosité cinématique créerait des problèmes comme des dépôts dans le moteur. La transestérification favorise donc une diminution de la viscosité de huile à des valeurs généralement comprises entre 4 à **6** mm2/s

2) Le point trouble et le point d'écoulement :

Les propriétés d'écoulement à froid sont des paramètres importants tors de la production debiodiesel pour les pays nordiques et pourraient être évaluées par le point d'écoulement et lepoint trouble. La diminution de la température pourrait conduire à la formation de cristauxvisibles (d > 0,5 pm) dans le biodiesel à une limite de température appelée point trouble.La température du point trouble diminue avec la fraction molaire de composés non saturéset augmente légèrement avec la longueur de la chaîne carbonée.

Le point d'écoulement est défini comme la température à laquelle le biodiesel ne coule plus. Habituellement, les points de trouble et 'écoulement augmentent en fonction du rapport volumique de biodiesel dans le carburant pétro-diesel. [33]

3) Le pouvoir calorifique :

Le pouvoir calorifique indique si un biodiesel est adapté brûler dans un moteur diesel. Le pouvoir calorifique augmente avec la longueur de la chaîne carbonée **[34] .**

En utilisant des lipides extraits de microalgues hétérotrophes, en présence de H_2SO_4 dans le méthanol, ont obtenu un biodiesel avec un pouvoir calorifique de 41 MJ/kg, valeur se trouvant dans la gamme du carburant diesel (40-45 MJ/kg).

4) L'indice de cétane :

L'indice de cétane est un indicateur de qualité de rallumage d'un carburant qui augmente avec le nombre de carbone et diminue avec le nombre de liaisons de carbone insaturées **.** Par conséquent, un biodiesel avec une instauration élevée comme le biodiesel issu des micro algues aurait un indice de cétane plus faible que celui du biodiesel saturé. Selon nos connaissances, aucune mesure de indice de cétane du biodiesel des micro algues n'a été effectuée. Cependant, certaines études ont estimé l'indice de cétane de nombreuses espèces de micro algues en fonction de leur teneur en FAME et ont trouvé des valeurs variant de 39à54 , tandis que l'indice de cétane du carburant pétro -diesel se situe entre 47 et 51

L'oxydation L'oxydation du biodiesel pourrait se produire lorsque les FAME sont en contactavec l'oxygène et sont transformés en hydrogénoperoxides, aldéhydes, acides et autres composés oxygénés, ce qui pourrait for mer des dépôts dans le moteur .
L 'oxydation du biodiesel augmente en fonction du degré d'instauration La stabilité l'oxydation des lipides de micro algues est un réel problème qui peut être sur mont éparl'ajout d'antioxydants si le mélange de biodiesel est stocké plus de quelques mois. **[35]**

5) Le pouvoir lubrifiant

La définition de la lubricité pour un carburant est «la capacité à réduire la friction entre les surfaces solides en mouvement relatif». La
Lubricité du diesel est influencée par sa viscosité, son acidité, sa teneur en eau et les composés soufrés . Même avec des additifs, le frottement mesuré(pas d'unité déclarée) du biodiesel (0,114 et 0,117) est inférieur à celui du diesel (0,238 et 0,210) pour le températures de 25 et 60°C . Par conséquent, un avantage de l'ajout de biodiesel ayant une faible teneur en soufre dans du pétro -diesel conventionnel est d'améliorer sa lubrification [36].

6) Les normes

Les normes européenne (EN 14214) et américaine (ASTM D6751 -10) diffèrent sur certains niveaux pour le biodiesel. Par exemple, la norme EN 14214 stipule que, la teneur en esters polyinsaturés (> 4 liaisons) et la teneur en esters linoléiques doivent être inférieures à1% (mol / mol) et à 12% (mol / mol) respectivement **[35] .**Ces restrictions sont importantes pour la production de biodiesel par les microalgues puisque la composition d'esters est souvent riche en composés polyinsaturés et est donc supérieure à ces niveaux Certains autres paramètres de la norme EN 14214 ne sont pas présents

III. 5. Disponibilité et renouvellement de biodiesel :

Le biodiesel est le seul carburant de remplacement ainsi que la faible concentration de biodiesel-diesel mélange peut fonctionner sur des moteurs conventionnels non modifiés. Il peut être stocké n' importe où, où le gazole de pétrole est stocké. Le biodiesel peut être fabriqué à partir de produits dans le pays, les cultures oléagineuses renouvelables telles quele soja, le colza et le tournesol. Les risques de manutention, le transport et le stockage

de biodiesel sont beaucoup plus faibles que ceux-là, associés avec du pétrodiesel. Le biodiesel est sûr à manipuler et à transporter car il est aussi biodégradable que le sucre et a un point d'éclair élevé par rapport au gazole de pétrole. Le biodiesel peut être utilisé seul ou mélangé dans un rapport quelconque avec le gazole de pétrole. Le mélange le plus courantest un mélange de 20% de biodiesel et 80% de diesel, ou B20 dans des études scientifiquesrécentes, mais en Europe, la réglementation actuelle prévoit un maximum de 5,75% de biodiesel.

III.6.L'efficacité de combustion plus élevée de biodiesel :

La teneur en oxygène du biodiesel permet d'améliorer le processus de combustion et diminue son potentiel d'oxydation. Le contenu d'oxygène structurel d'un carburant améliore l'efficacité de combustion en raison de l'augmentation de l'homogénéité d 'oxygène avec le carburant pendant la combustion. Ainsi l'efficacité de combustion de biodiesel est plus haute que le petro diesel aussi bien que l'efficacité de combustion de méthanol/éthanol est plus haute que celle d'essence. Une inspection visuelle des types d'injecteurs n'indiquerait aucune différence entre les carburants biodiesel lors d'essais sur le pétro diesel. Le biodiesel contient 11% d'oxygène en poids et ne contient pas de soufre. L'utilisation de biodiesel peut prolonger la durée de vie des moteurs diesel parce qu'il est plus lubrifiant que le gazole de pétrole. Le biodiesel a obtenu de meilleures propriétés lubrifiantes que pétro diesel.

Les valeurs de chauffage plus élevés (HHVs) de biodiesels sont relativement élevés. Les HHVs de biodiesels (39-41 MJ / kg) sont légèrement inférieures à celle de l'essence (46 MJ/ kg), pétro diesel (43 MJ / kg) ou le pétrole (42 MJ / kg), mais supérieur à celui du charbon(32-37 MJ / kg).[37]

III. 7.Les méthodes de fabrications du biodiésel l à partir de l'huile végétale :

La possibilité d'employer les huiles végétales comme carburant a été accréditée dès la première utilisation des moteurs diesel. L'huile végétale possède une haute viscosité pour être utilisée dans les moteurs diesel existants, et remplacer immédiatement le mazout. Il existe plusieurs méthodes visant à réduire la viscosité

de l'huile végétale ; la dilution, le micro émulsif cation, la pyrolyse, et la transestérification en sont les quatre techniques appliquées. Il faut noter que la dernière méthode, la Transestérification en l'occurrence est la plus fréquente, car elle permet d'obtenir des produits bien définis. La transestérification avec du méthanol donne trois molécules d'ester méthylique, et une molécule de glycérol à partir d'une molécule de triglycéride, et de trois molécules de méthanol **[38]**

III.7.1.La réaction de transestérification :

III.7.1.1.Historique de la réaction :

La transestérification des triglycérides n'est pas un processus nouveau. Elle date dès 1853 lorsque Patrick et Duffy ont mené cette réaction beaucoup d'années quele premier moteur diesel soit fonctionnel.

Cette réaction a été l'objet de recherches intensives ou PET dans l'industrie polymères, la synthèse des intermédiaires pour l'industrie pharmaceutique, le durcissement des résines dans l'industrie de peinture et dans la production dubiodiesel en tant que alternatif du diesel.[39]

III.7.1.2.La transestérification :

Transestérification consiste en la réaction d'un alcool et des ester gras pour formerdes esters de cet alcool et de glycérine. Les esters gras sont constitués de triglycérides solides à température ambiante dans le cas des graisses ; et liquides àtempérature ambiante dans le cas des huiles. La réaction de transestérification peut s'écrire. [40]

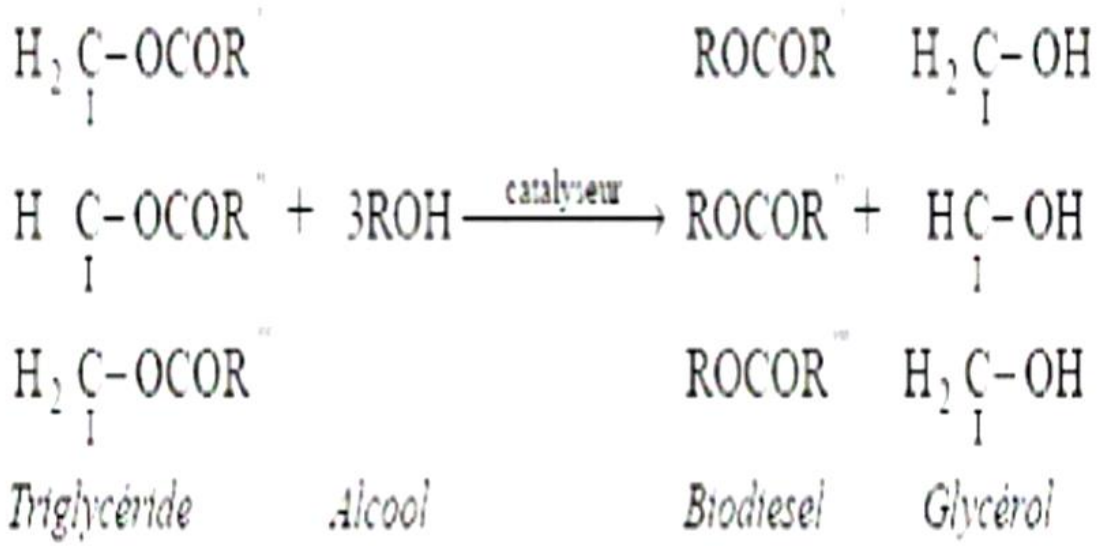


Fig.III.2 : Réaction de transestérification. [40]

III.7.1.3.But de la réaction de transestérificaton :

La décomposition thermique d'une huile qui est un ester de glycérine, en l'absence d'oxygène conduit à la formation de glycérol et d'un mélange d'ester.

L'objectif d'une telle étude est l'utilisation des esters obtenu comme carburantdiesel ; l'étude conduit en même temps à :

- L'élimination totale de la glycérine.
- La diminution du point d'ébullition de l'huile.
- La diminution du point éclair de l'huile.
- L'utilisation de la glycérine dans l'industrie chimique.
- L'utilisation des sous-produits dans l'industrie du savon et des détergents.[41]

III.8. Les applications de biodiesel :

8.1)moteur diesel :

le **moteur Diesel** appelé également **moteur à allumage par compression** est un moteur à combustion interne dont l'allumage est spontané lors de l'injection du carburant, par phénomène d'auto inflammation lié aux températures élevées dans la chambre de combustion. Celles-ci sont atteintes grâce à un fort taux de compression, permettant d'obtenir une température de 700 à 900 °C. Pour les petits moteurs des bougies de préchauffage sont souvent utilisées pour permettre un meilleur démarrage à froid, en augmentant, temporairement, la température d'un point de la chambre de combustion. Pour les moteurs de bateaux et les gros moteurs fixes à fioul lourd, on chauffe celui -ci à haute température pour permettre le démarrage [42]

8.2)Utilisation des biodiesels dans les moteurs diesel :

Les biodiesels apparaissent comme des produits prometteurs pour le remplacement des combustibles fossiles à court terme puisqu'ils sont renouvelables, biodégradables et ils viennent des ressources agricoles présentes dans la plupart des pays producteurs. En dehors des éléments qu'on vient de citer, l'utilisation des biodiesels présente plusieurs avantages pour le moteur.

ils ne contiennent pratiquement pas de soufre. (0.001 % massique),

ils diminuent considérablement les émissions de suie,

ils ne contiennent aucun benzol ou d'autres composants cancérigènes poly aromatiques,

ils ont des capacités de lubrification intéressantes et donc peuvent contribuer à augmenter la durée de vie du moteur,Le biodiesel a un point d'inflammabilité inférieur à celui du diesel de pétrole[43]

Contrairement au diesel de pétrole, ils sont composés d'Esters Méthyliques d'Huiles Végétales (EMHV) ou d'Esters Ethyliques d'Huiles Végétales (EEHV). Comme on l'a vu précédemment, ces Alkyls Esters ont des propriétés comparables à celles du gazole ce qui fait qu'ils sont préférables par rapport aux huiles végétales et ont des intervalles de distillation compris entre 320°C à 350°C, les situant au niveau des fractions les plus lourdes du gazole.

8.3)Efficacité énergétique :

L'efficacité énergétique d'un système Dépend de sa vocation. Les moteurs ont pour vocation de produire un mouvement (travail). L'Energie du mouvement est exprimée en joule. L'efficacité énergétique du moteur est le rapport entre l'Energie du travail produit et l'Energie contenue dans le carburant utilisée pour le produire (également exprime en joule). Les lois de thermodynamique interdisent une efficacité de 100 % pour les moteurs. Une partie de l'Energie du carburant est perdue en chaleur sans être récupérée (sauf en hiver pour chauffer l'habitacle). Cette notion ne doit pas être confondue avec le « rendement » qui est le rapport entre l'efficacité réelle de la machine et l'efficacité théorique maximale qu'on peut attendre d'elle dans le cylindre[44]

Le biodiesel est le carburant ayant le bilan énergétique le plus élevé comparé aux autres carburants. En effet, 4.5 unités d'énergies sont fournies pour 1 unité d'énergie fossile utilisée pour la production du biodiesel.

8.4)Les génératrices :

Une machine produisant de l'énergie électrique ;Elle peut être un générateur à courant continu ou un alternateur ; Dans tous les cas elle transforme l'énergie mécanique que lui transmet le rotor en énergie électrique. Le générateur à courant continu est plus lourd et plus couteux ; Il demande des vérifications
périodiques mais ne nécessite pas de convertisseur pour la charge des batteries.
L'alternateur est moins lourd et moins couteux, son entretien est nul mais impose un convertisseur pour la charge des batteries.[45]

III.8. Les avantages et les inconvénients du biodiesel :

Les biocarburants (ester) sont des énergies "renouvelables" et leur objectif

principal ne doit être que la réduction de la facture énergétique.

Leur coût de production peut être abordable dans le cas où les sous-produits issusdu

processus d'élaboration peuvent être mis en valeur (tourteaux ; glycérol).

Ils peuvent être utilisés en mélange avec le gasoil jusqu'à 25% sans modificationdu moteur

et sont naturellement moins chargés en métaux lourds.

Cependant ils sont corrosifs car ce sont des composés oxygènes qui peuvent facilement évoluer vers des formes acides nuisibles pour les organes métalliqueset en caoutchouc des moteurs quand on les utilisé à 100%.

Ils n'ont pas un pouvoir lubrifiant comme les carburants fossiles et leurs pouvoirs calorifiques sont bien moindres.

Les engrais que l'on pourrait utiliser dans les champs présentent aussi des risquesde contamination des nappes phréatiques.[46]

III.9.Conclusion

En conclusion, il est aujourd'hui bien démontré que l'usage des biodiesels en substitution aux carburants conventionnels permet de réduire les émissions de GES et les consommations d'énergies non renouvelables, tout en offrant des possibilités de développement des activités agricoles. Il s'agit des principaux arguments en faveur de leur usage à grande échelle : utilisés purs, ils peuvent induire un gain en termes de rejet de GES pouvant aller jusqu'à 80-90 % pour les filières les plus efficaces. Ce gain est d'ailleurs du même ordre de grandeur en termes de consommation d'énergie fossile. Dans le contexte actuel qui veut que les biodiesels soient le plus souvent utilisés en mélange à des teneurs relativement faibles, le bénéfice global, en termes d'effet de serre, peut apparaître faible : gain en termes d'émissions inférieur à 5 % pour des taux d'incorporation des biodiesels dans les biodiesels traditionnels de 5 à 10 %. Mais, si ces chiffres paraissent faibles en première approche, il est important de souligner qu'ils peuvent être obtenus dans un secteur dont la croissance est très difficile à maîtriser et pour lequel les solutions offrant le même bénéfice dans un temps relativement court sont peu nombreuses. Les biodiesels ne représentent pas La SOLUTION au problème d'émissions de gaz à effet de serre du secteur transport, mais un ELEMENT DE SOLUTION qui, combiné à d'autres (évolution des technologies moteur, évolution des comportements, etc.), peut apporter un début de réponse.

Chapitre IV

Partie expérimentale

IV. Introduction :.

Nous allons essayer dans ce chapitre de porter une contribution expérimentale en la production du biodiesel à partir d'huile usagée. L'huile utilisé dans cette partie est végétale, pour prendre le biodiesel il faut faire un mélange entre le matière primaire (huile végétale) et l'alcool (méthanol) avec le catalyseur pour garnie le temps de la réaction.

Parti 1):production du biodiesel

IV .1.Matériels et méthode :

IV 1.1. les matériels et produits chimiques :

Les produits	Les matériels
Méthanol	Ampoule à Décanté 1000ml
Huile usagée	Les béchers de 50 et de 100 ml
Hydroxyde de sodium NaOH	Une balance
	Une burette
	Agitateur magnétique
	Erlenmeyer et thermomètre

Tableau I :Les matériels et les produits.

IV.1.2. Mode opératoire :

IV.1.3.Transestérification :

Préparation de la solution de soude +méthanol

Dans une balance de précision nous mettrons une capsule vide et faire tarer la balance pour revenir à une masse 0 .puis verser 0,1 de NaOH. Par ensuite nous avons faire dissoudre le catalyseur dans une 50 ml du méthanol ; nous plaçons donc le bécher du méthanol sur un agitateur magnétique puis, on versé la soude, on laisse réagir le mélange Pendant 1heure environ, jusqu'à la dissolution complète de NaOH.

Fig.IV.1 : préparation de la solution de NaOH +méthanol

Chauffage :

Dans un ballon Bicol de 250 ml. Nous introduisons 100 ml d'huile Par la suite, nous l'avons chauffée dans un bain marie sous une température pendant une durée de 2 heures. Apres avoir pèse 1 g de soude caustique et 50ml de méthanol à l'aide de la balance numérique, nous avons mélangé les réactifs dans un ballon de 250ml. Le mélange très foncé au départ change sa couleur assez rapidement pour devenir plus limpide après 5minutes.

Fig. IV. 2 : Dispositif expérimental de transesterification

IV.1.3.4.Décantation et lavage :

Après une journée de repos, nous observons une séparation du mélange contenu dans l'ampoule décantation. Ceci est preuve que la séparation a généré deux nouveaux produits : le glycérine et le biodiesel. La glycérine étant plus dense que le biodiesel se retrouve au fond de l'ampoule de décantation et sera recueilli par le bas de l'ampoule. Comme le biodiesel est moins dense que la glycérine, le biodiesel flotter et former la couche supérieure sont complètement séparé en suit décoté la couche inférieure de la glycérine jusqu'à la fin de glycérine**.**

Fig. IV .3 : La Décantation

Pour vérifier que nous avons bien transformé cette huile en biodiesel, nous allons maintenant comparer leur densité et le Pouvoir calorifique.

1- Densité :

Pour le calcul de la densité, nous suivrons les étapes suivantes :

- Nettoyer le pycnomètre avec de l'eau distillé.
- Dans une balance de précision, On y pose un pycnomètre vide.
- Appuyé sur "tare" pour se remettre à zéro et effacé la masse de pycnomètre
- On prélève dans ce même pycnomètre 10ml d'huile.

Ces résultats permettre de mettre en évidence la grande différence de viscosité entre l'huile usagée et le biodiesel.

Fig. IV .4. le calcul de la densité

2-Pouvoir calorifique

- **Mesure de la quantité de chaleur dégagée par la combustion d'un combustible**

  OBJECTIFS : Mesurer la quantité de chaleur libérée lors de la combustion d'un combustible et déterminer expérimentalement les Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) et Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS). Vérifier que la chaudière à condensation permet de récupérer plus d'énergie pour une même quantité de combustible.

Fig. IV .5. l'appareil pour déterminer le pouvoir calorifique.

CALCULS :

Q_{eau} : Quantité de chaleur captée par l'eau.

Q_C : Quantité de chaleur captée par le calorimètre.

$Q_{captée}$: Quantité de chaleur totale captée lors de la combustion.

Quantité de chaleur captée par l'eau :

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

Quantité de chaleur captée par le calorimètre :

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

La quantité de chaleur totale captée lors de la combustion est

donnée par la formule suivante

$$Q_{captée} = Q_{eau} + Q_c$$

Le *PCS* expérimental du biodiesel est:

$$PCS_{biodiesel} = \frac{Q_{Captée}}{m_{int} - m_{fin}}$$

Parti 1):les résultats et discussion

Caractérisation de huiles usagé :

L'huile usagée a été caractérisé par la densité et la viscosité

Tableau II :Les caractéristiques de l'huile usagée utilisé pour la production de biodiesel.

Caractérisation	Huiles usagée
La densité à 39°C	0.91
La viscosité (mm^2/s)à 40°C	49.18
Vitesse d'écoulement	

La viscosité des huiles végétales est nettement plus élevée que celle du gasoil à température ambiante, elle est généralement 10 fois plus visqueuse que le carburant diesel conventionnel à 40 °C. De ce fait, il est impératif de réduire la viscosité de l'huile à une valeur proche de celle du gasoil qui est de l'ordre de 6 mm2 /s à 40 °[39].

Caractérisation de biodiesel:

Le biodiesel a été caractérisé par la densité ,la viscosité , le pouvoir calorifique et la vitesse d'écoulement.

Tableau III: Propriétés physiques du biodiesel produit à partir d'huile usagée :

Caractérisation	Biodiesel
La densité à 40°C	**0.86708**
La viscosité(mm2/s) 38°C	**5.24**
Le pouvoir calorifique Mj/kg	**18.501**
Vitesse d'écoulement (ml/s)	**6.01**

D'après le tableau III ci dessus ,on remarque que la densité du biodiesel est inférieure à celle de l'huile usagé, ce qui montre bien l'efficacité de la réaction de transestérification à réduire la viscosité des huiles.

Le biodiesel reste un carburant sûr, biodégradable et non toxique, renouvelable qu'on gagnerait à utiliser dans les moteurs diesel non modifiés ainsi que dans diverses applications àbase de combustibles. Il consiste en de l'ester méthylique des huiles végétales .Le biodiesel peut être utilisé pur ou dans un mélange à base d'essence conventionnelle. Utilisation des huiles d'usagée comme matière première présente des avantages économique et environnementaux considérables. En effet, leur valorisation en biodiesel permet un partie de diminuer le cout de production de ce biocombustible puisque le prix d'achat de l'huile uséeest beaucoup moins élève que celle de l'huile végétale et d'autre part d'éviter leur déversementdans le réseau d'assainissement.

Durant cette étude nous avons réussi à synthétiser un biodiesel par la réaction de transestérification on utilisant L'huile usagée.

Comme perspective pour l'Algérie, les biocarburants sont une bonne alternative énergétique pour les zones rurales qui nécessitent une source d'énergie décentralisée. Surtout où la matière première est disponible de manière à permettre l'installation d'unités de petite taille sur place, qui pourront assurer un apport local en carburant

[1]-*DEMIRBAS A, (2008)* Biodiesel: A Realistic Fuel Alternative. British LibraryCataloguing inPublication Data.
[2]-*DEMIRBAS A.* Demirbas, M. F, (2010) *Algaeenergy:algae as a new source of biodiesel.Springer Science & Business Media*.
[3]-Rapport sur l'industrie des énergies décartonnées. 2010
[4]-Antizar-Ladislao, B. et Turrion-Gomez, J.L. (2008). Second-generation bio fuels andfocal bioenergy systems. *Biofuels, Bioproducts andBiorefining,* volume 2, numéro 5, p. 455-469 [5]-Knothe, G. (2010). Biodiesel and renewable diesel: A comparison. *Progress in Energy anCombustion Science,* volume 36, numéro 3, p. 364-373
[6]- Canakci, M. et Van Gerpen, J. (2001). Biodiesel production from oils and fats with highfree fatty acids. *Transactions o f theASAE,* volume 44, p. 1429-1436.
[7]- Bordet, J., Michez, J. et Gilot, A. (2006). Mise en oeuvre du plan biocarburant au regard de la protection de la ressource en eau Ministère de l'agriculture, de f alimentât ion,de la pêche, de la ruralité et de l'aménagement du territoire, p. 1-39,
http://agriculture.gouv.ff/lMG/pdf/plan_biocarburants.pdf (page consultée le 30 juillet 2010).
[8]- D'après IPF d'énergies renouvelables
[9]- Demirbas, A. (2008). Economie and environmental impacts o f the liquid biofiiels.
Energy
[10]-Demirbas, A. (2009). Biodiesel from waste cooking oil via base-catalytic and supercritical
[11]-Demirbas, M.F. (2009). Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review, *AppliedEnergy,* volume 86, p. S151—S 161
[12]- Naik, S.N., Goud, V.V., Rout, P.K. et Dalai, A.K. (2010). Production o f first andsecond génération biofiiels: A comprehensive review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews,* volume 14, numéro 2, p. 578-597
[13]-FAO, (1999). Norme pour les huiles végétales portant un nom spécifique. Codex alimenaires normes alimentaires internationales, 210-1999
[14]-BOYER, A, (2010). Design de nouveaux syntones dérivés de l'acide oléique : applicationà la synthèse de polyuréthanes. : Université de Bourdeaux.
[15]-VAITILINGOM, G, (2009). Extraction, conditionnement et utilisation des huiles végétales pures carburant. Enjeux et perspectives des biocarburants pour l'Afrique, 27-29.
[16]-UZZAN A., (1992). Huiles végétales – biocombustibles diesel : influence de la nature des huiles et en particulier de leur composition en acides gras sur la qualité-carburant, thèse de doctorat, Université d'Orléans, pp87
[17]-JAHOUACH W, 2002
[18]-PINTO,A.C. Guarieiro ,L.L.N.,Rezende ,M.J.C.,Ribeiro,N.M., Torres ,E,A., Lopes, w .A.. de P,pereira,.P.A.,de Andrade,J.B.,J.Braz. Chem .soc, (2005).16 (6B) :p.1313-1330
[19]-les caractéstique S. FATY : Cours dc Chimie de l'Ingénieur, DIC1, 2005
[20]- CHARFAOUI M.S, (2011). Les cultures oléagineuses : Enjeux et problématique. Portail Algérien des énergies renouvelables
[21] -GIRARD Ph., BLIN J, (2011). Guide technique pour une utilisation énergétique deshuiles végétales dans les pays de la CEDEAO. Editions harmattan. p144
[22]- NIT et al, 65 Nitschke, W.R., Wilson, C.M. 1965. Rudolph Diesel, Pioneer of the Age of Power. University of Oklahoma Press, Norman, OK.
[23]- DEM, 02 Demirbas, A. 2002. Biodiesel from vegetable oils via transesterification in
[24]- [GRA et al., 98] : Graboski, M.S., McCormick, R.L. 1998. Combustion of fat and vegetableoil derived fuels in diesel engines. Prog Energy Combust Sci 24:125−164.
[25]- [DUN, 01] :Dunn, R. O. 2001. Alternative jet fuels from vegetable-oils. Trans ASAE 44:1151-757.
[26] -[SPO et al., 06] : Spolaore, P., Joannis-Cassan, C., Duran, E., Isambert, A., Journal of Bioscience and Bioengineering, 2006. 101(2): p. 87-96.

[27]- [ROE et al., 94] : Roessler, P.G., Brown, L.M., Dunahay, T.G., Heacox, D.A., Jarvis, E.E., Schneider, J.C., Talbot, S.G., Zeiler, K.G., Enzymatic Conversion of Biomass for Fuels Production, 1994: p. 255-70.
[28]- [GHI et al., 00] : Ghirardi, M.L., Zhang, L., Lee, J.W., Flynn, T., Seibert, M., Greenbaum,E., Melis, A.,Trends in Biotechnology, 2000. 18(12): p. 506-511.
[29]- [CHI, 80] : Chisti, M.Y., J. Ramsay Society, 1980. 27-28: p. 24-26.
[30] -[GAV et al., 05] : Gavrilescua, M., Chisti, Y., Biotechnology Advances, 2005. 23: p. 471-499.]
[31] -[GOE et al., 82] : Goering, E., Schwab, W., Daugherty, J., Pryde, H., Heakin, J., 1982. Fuel properties of eleven vegetable oils. Transactions of the ASAE 25, 1472–1483.

[32] -[LIN et al., 11] :Lin a, Zhou Cunshan, Saritporn Vittayapadung, Shen Xiangqian, Dong Mingdong: Opportunitiesand challenges for biodiesel fuel. Applied Energy 88
[33] -National renvereble Energy laboratory, 2009)
[34] -[KNO et al., 05] : Knothe, G., Krahl, J., Van Gerpen, J. (Eds.), 2005. The Biodiesel Handbook. AOCS Press, Champaign, IL.

[35] -[HAR et al., 56] : Hartman, L., JAOCS, 1956. 33(3): p. 129-132.

[36] -Munoze/ *al.*, 2 0 1 1
[37] -[KNO et al., 06] : Knothe, G., Sharp, C.A., Ryan, T.W., 2006. Exhaust emissions of biodiesel, petrodiesel, neat methyl esters, and alkanes in a new technology engine. Energy and Fuels 20, 403–408.
[38] -[JOL et al., 03] :Olivier Jolliet, Manuele Margni, Raphaël Charles, Sébastien Humbert, Jérôme Payet, Gerald Rebitzer, Ralph Rosenbaum.IMPACT 2002+: A new life cycle impact assessment methodology. International Journal of Life Cycle Assessment, 2003, vol. 8, n°6, p 324-330.

[39]-HAMAD BERNA, (2009). Transestification des huiles végétales par l'éthanolen conditions douces par catalyses hétérogènes acide et basique. Thèse de Doctorat. Université Claude Bernard-Lyon I, France.
[40]-MAHACINE AMRANI, (2007). Simulation Du Procédé De Fabrication DuBiodiesel A Partir Des Graisses Jaunes. Université de FACTA Tanger, Maroc.
[41]-MACTAR DIOP, (2009). Production de Biodiesel à partir de l'huile de jatropha. Mémoire d'ingénieur. Universite cheikh anta diop de Dakar, Dakar.[42]-geneste, b.g.k.d.f., les moteur diesel. 2003.
[43]-NDIAYE, E.h.I., CARACTÉRISATION THERMOPHYSIQUE DES BIODIESELS : VITESSE DUSON, DENSITÉ, COMPRESSIBILITÉ, in ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES EXACTES ET DE
[44]-NEDELLEC, Effets des carburants de type « biodiesel » sur les émissions des moteursdiesels européens et sur la toxicité des particules émises. Seine, 2009.
[45]-génératrice. energies-renouvelables, 2017

[46]-Ya SANGHARE, (2008). Production et caractérisation physico-chimique debiodiesel à partir d'une huile végétale pure, P33

Résumé :

L’épuisement de ressources pétrolières, la cherté et la fluctuation quasi-permanente du prix du baril de pétrole, la diversification de sources d’approvisionnement en énergie…, ont amené les chercheurs et les scientifiques à s’intéresser à d’autres sources d’énergies comme le biocarburant.

A cet effet, un travail de recherche a été mené sur la production de biodiesel à partir d’huile utilisé par la réaction de transestérification .

Il résulte de ces travaux que L’utilisation de NaOH comme catalyseur donne de très bonrendement de biodiesel quel que soit le type d’huile végétale utilisé.

Le rendement maximum 98 % en biodiesel est (v biodiesel/v huiles usagées) avec un temps de réaction de 2 heures.

الملخص

استنزاف الموارد النفطية وارتفاع اسعار وتقلب دائم في سعر برميل النفط ادى الى تنويع مصادر امدادات الطاقة ,الباحثين والعلماء اهتمو بمصادر الطاقة اخرى مثل الوقود الحيوي

لهذا الغرض تم اجراء مشروع بحث على انتاج وقود ديزل الحيوي من الزيوت المستخدمة من قبل ,استخدام محفز NaOHيعطي انتاجية جيدة من وقود الديزل الحيوي بغض النظر عن نوع الزيوت النباتية المستخدمة.