

**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE MANAGEMENT
ENSM. Pôle Universitaire de KOLÉA**



MÉMOIRE DE FIN DE CYCLE

En vue de l'obtention d'un Master académique en
« Management Des Organisations »

**L'avenir des biocarburants en Algérie, basé sur des
huiles de friture usagées**

Élaboré par

SEDDIKI Yasmine

Encadré par

Dr. YAHIAOUI Djalal-Eddine

Année Universitaire 2022/2023

Résumé

Cette recherche vise à évaluer les perspectives d'avenir et les tendances du marché des biocarburants en général, et plus particulièrement le biodiesel de la deuxième génération, sur le marché algérien. Cela est réalisé à travers une approche qualitative basée sur neuf entretiens semi-directifs avec des experts du secteur de l'énergie et des responsables gouvernementaux. Les résultats de cette recherche indiquent que les biocarburants de deuxième génération, en particulier le biodiesel à base d'huiles de frites usagées, représentent des alternatives prometteuses aux carburants fossiles. L'existence d'une volonté gouvernementale en faveur de la réalisation d'un mix énergétique reflète la possibilité de développer cette industrie dans un futur proche, par des startups vertes.

Mots clés : **Biocarburant, Biodiesel, Mix énergétique, Carburant fossile, Startup verte.**

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم آفاق المستقبل واتجاهات سوق الوقود الحيوي بشكل عام، وخاصة الديزل الحيوي من الجيل الثاني، في السوق الجزائرية. من خلال نهج نوعي يعتمد على تسع مقابلات شبه مباشرة مع خبراء في قطاع الطاقة ومسؤولين حكوميين. تشير نتائج هذه الدراسة إلى أن الوقود الحيوي من الجيل الثاني، وخاصة الديزل المستخلص من زيوت القلي المستعملة، يعتبر كبديل واعدة للوقود الأحفوري. مع الإشارة لوجود إرادة حكومية لتحقيق تنوع في مصادر الطاقة والتوجه نحو تطوير هذه الصناعة في المستقبل القريب، كما يمكن تحقيق ذلك من خلال الشركات الناشئة الخضراء.

الكلمات المفتاحية: وقود أحفوري، وقود حيوي، بيوديزل من الجيل الثاني، مزيج طاقي، شركة ناشئة خضراء.

Abstract

This search aims to evaluate the future prospects and trends of the biofuel market in general, and specifically second-generation biodiesel, in the Algerian petroleum market. This is accomplished through a qualitative approach based on nine semi-structured interviews with experts from the energy sector and government officials. The findings of this research indicate that second-generation biofuels, especially biodiesel derived from used cooking oils, represent promising alternatives to fossil fuels. The existence of governmental willingness to achieve an energy mix reflects the potential for developing these industry in the near future through green startups.

Keywords: **Biofuel, Biodiesel, Energy mix, Fossil fuel, Green startup.**

REMERCIEMENT

Tout d'abord, je tiens à exprimer ma profonde gratitude à Dieu pour la volonté et la force qu'Il m'a données afin de mener à bien ce travail.

Mes sincères remerciements vont à mon encadrant, **Dr. YAHIAOUI Djalel-Eddine**, qui m'a accompagné tout au long de cette recherche.

Je souhaite également exprimer ma reconnaissance à toute l'équipe du laboratoire VRMDD pour leur aide et leurs contributions. Un remerciement particulier à **Pr. SABA** ainsi qu'à ma tutrice, **Dr. BERTOUCHE**, pour tous leurs efforts et leur confiance.

Je tiens également à tous les membres du jury qui ont accepté de nous honorer de leur présence, de juger notre travail et de débattre de son contenu.

Un remerciement profond est attribué à **mes parents** et à **mes frères** pour leur encouragement à atteindre mes objectifs et pour leur soutien indéfectible et précieux.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers tous les participants à nos entretiens qui ont généreusement partagé leurs expériences et informations précieuses, contribuant ainsi à la réussite de ce travail.

Enfin, un dernier et immense remerciement est adressé à **Dr. SABA, Dr. GAHLAM et Dr. DJENNADI** pour leurs contributions et leurs encouragements.

Ces remerciements sincères vont à toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table des matières

Résumé.....	II
REMERCIEMENT.....	V
LISTE DES TABLEAUX.....	VIII
LISTE DES FIGURES.....	IX
LISTE DES ABREVIATIONS	X
INTRODUCTION.....	11
CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET INTERET DE LA RECHERCHE.....	14
1.1. Question de recherche	15
1.2. L'objectif de l'étude.....	16
1.3. Raison du choix du thème	16
1.4. Epistémologie de recherche.....	17
1.5. L'approche de recherche.....	17
1.6. Méthode	17
1.7. Limite de l'étude	17
CHAPITRE 2 : CADRE THÉORIQUE.....	19
Section 1 : Revue de littérature.....	20
Section 2 : Le cadre conceptuel.....	28
1. L'émergence des biocarburants dans le monde.....	28
2. Types et génération de biocarburants	29
2.1. Biocarburants de première génération	29
2.2. Biocarburants de deuxième génération	30
2.3. Biocarburants de troisième génération.....	30
2.4. Biocarburants de quatrième génération	30
3. Les aspects économiques de la production du biodiesel.....	31
3.1. La production du biodiesel.....	31
3.2. Le cout de production du biodiesel.....	31
3.3. La commercialisation du biodiesel	32
3.4. Le plan socio-économique de la production du biodiesel	33
4. Les technologies de production	33
4.1. La micro-émulsion	33
4.2. La pyrolyse	34

4.3. Utilisation directe ou mélange.....	34
4.4. Transestérification	34
5. Avantages et inconvénients des différentes générations de biodiesel.....	35
CHAPITRE 3 : CADRE METHODOLOGIQUE	36
Méthodologie du cas pratique.....	37
1. Instrument de collecte des données.....	37
2. Structure du guide d'entretien	38
3. La sélection des participants.....	39
3.1. Description des profils des participants.....	40
4. L'analyse des données	43
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION.....	45
Section 1 : Analyse et interprétation des données qualitatives	46
1. Le premier axe : Biocarburant.....	46
2. Le deuxième axe : Biodiesel	48
3. Le troisième axe : Les défis liés à la production de biodiesel	51
4. Le quatrième axe : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie.....	52
5. Le cinquième axe : Politiques et réglementations.....	53
6. Le sixième axe : Recommandation.....	55
Section 2 : Discussion.....	57
Conclusion	61
Prolongements possibles de la recherche.....	62
Bibliographie.....	63
ANNEXE A : LE GUIDE D'ENTRETIEN	74
ANNEXE B : TRANSCRIPTION DES ENTRETIENS	76

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les avantages et les inconvénients des chaque génération du biodiesel	35
Tableau 2 : Liste des participants.....	42
Tableau 3 : Verbatims relatifs à l'axe 1	47
Tableau 4 : Verbatims relatifs à l'axe 2	49
Tableau 5 : Verbatims relatifs à l'axe 3	51
Tableau 6 : Verbatims relatifs à l'axe 4	52
Tableau 7 : Verbatims relatifs à l'axe 5	54
Tableau 8 : Verbatims relatifs à l'axe 6	55

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Nuage de mots relatifs à l'axe 1.....	47
Figure 2 : Nuage de mots relatifs à l'axe 2.....	50
Figure 3 : Nuage de mots relatifs à l'axe 3.....	51
Figure 4 : Nuage de mots relatifs à l'axe 4.....	53
Figure 5 : Nuage de mots relatifs à l'axe 5.....	54
Figure 6 : Nuage de mots relatifs à l'axe 6.....	56

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (Food and Agriculture Organization)

OMC : Organisation mondiale du commerce (World Trade Organization)

ER : Énergie renouvelable

CREAD : Centre de Recherche en Économie Appliquée pour le Développement

CDER : Centre de Développement des Energies Renouvelables

CNESE : Conseil national économique, social et environnemental

GES : Gaz à effet de serre

IEA : Agence internationale de l'énergie (International Energy Agency)

VRMDD : Valorisation et Recyclage de la Matière pour le Développement Durable

ENSM : École nationale supérieure de management

TEP : Tonne équivalent pétrole

GJ/cap : Gigajoules par habitant

T/an : Tonne par an

CO2 : Le dioxyde de carbone

R : répondant

ASTM : American Society for Testing and Materials (Société américaine pour les essais et les matériaux)

INTRODUCTION

Dans le contexte mondial actuel de préoccupation croissante pour la durabilité environnementale et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, le secteur de l'énergie se tourne de plus en plus vers des solutions renouvelables. La demande de pétrole a augmenté rapidement en raison de l'industrialisation et de la modernisation croissante du monde. (Romprasert & Jernsittiparsert, 2019) La partie majeure de toute l'énergie consommée dans la plupart des régions du monde provient des énergies fossiles telles que le pétrole, le charbon et le gaz naturel. Cependant, ces sources non renouvelables seront épuisées dans un futur proche. (Kulkarni, et al., 2021) Dans ce contexte, la réserve limitée de combustible fossile a attiré l'attention de nombreux chercheurs sur la recherche de combustibles alternatifs pouvant être produits à partir de matières premières renouvelables. (Koh & Ghazi, 2011) D'une manière générale, les cinq familles de sources d'énergies renouvelables, à savoir : le solaire, l'éolien, l'hydraulique, la biomasse et la géothermie (Bisulandu & Pongo, 2014) constituent un ensemble de solutions qui permettent de préserver nos réserves de pétrole et de réduire la pollution de l'environnement. (Ayad, et al., 2020)

L'utilisation de ressources renouvelables, comme la biomasse végétale, est une des alternatives envisagées pour produire des "biocarburants". (Vaitilingom, et al., 2021)

La promotion des biocarburants reposait donc sur plusieurs raisons, notamment la lutte contre le changement climatique en réduisant les GES, la réduction de la dépendance aux énergies fossiles et la création de nouvelles opportunités d'emploi dans divers secteurs d'activités. (Akbi & Rainelli, 2014) Parmi les différents types de production de biocarburants disponibles, la production de biodiesel est considérée comme une option prometteuse et durable. (Neha, et al., 2018)

Le biodiesel est un biocarburant produit à partir d'huiles végétales ou de graisses animales, présente de nombreux avantages par rapport aux carburants traditionnels. Il est renouvelable et plus respectueux de l'environnement. Néanmoins, la production du biodiesel à partir de différentes matières premières telles que l'huile de moteur usagée et l'huile de cuisson usagée est une approche intéressante. (Kulkarni, et al., 2021) Actuellement, la production mondiale de biodiesel est principalement basée sur l'utilisation d'huiles comestibles, représentant environ 95 % de la production totale. (Mardhiah, Ong, Masjuki, Lim, & Pang, 2017) Cette production implique la transformation des huiles en biodiesel et en glycérol. (Bournay, Casanave, Delfort, Hillion, & Chodorge, 2005) Cela permettrait de créer de nouvelles opportunités d'emploi, d'accroître les revenus des agriculteurs et de réduire les importations de carburants fossiles.

Cette recherche vise à fournir une analyse des tendances de marché et une vision claire des opportunités et des défis du biodiesel en Algérie, ouvrant ainsi la voie à une transition énergétique plus verte et durable.

CHAPITRE 1 : CONTEXTE ET INTERET DE LA RECHERCHE

La transition vers les énergies renouvelables se présente comme une impérative, tant pour des raisons économiques liées à la raréfaction des ressources énergétiques fossiles et aux défis liés à leur exploitation, ainsi que pour des raisons environnementales. C'est pourquoi le gouvernement est poussé à réexaminer sa politique énergétique en explorant d'autres sources d'énergie propres et durables, étant donné que l'Algérie fait partie des rares pays riches en potentiel énergétique renouvelable à l'échelle mondiale. (Hamiti, 2022) En Algérie, le potentiel de la biomasse se distingue par l'existence de vastes étendues forestières couvrant environ 250 millions d'hectares, ce qui représente moins de 10 % de la superficie totale du pays. De plus, il est estimé que les déchets agricoles et urbains non recyclés atteignent environ 5 millions de tonnes, équivalant à environ 1,33 million de tonnes équivalent pétrole (Tep). (Tagrerout & Atmania, 2021)

L'Algérie, en tant que pays riche en ressources naturelles, a toujours été un acteur clé dans le secteur de l'énergie. Cependant, L'économie algérienne repose largement sur l'exploitation des ressources énergétiques fossiles, notamment le pétrole et le gaz naturel, qui représentent une part importante des revenus nationaux. Cette dépendance excessive aux énergies fossiles présente des défis considérables pour l'économie du pays. (Belaribi & Zouaoui, 2021) Les données statistiques accessibles concernant la part de ce secteur dans l'économie fournissent une représentation claire de cette situation. Cette influence s'explique par le fait que ce secteur contribue à plus de 40% du produit intérieur brut (PIB) national, à plus de deux tiers des recettes budgétaires et à près de la totalité des revenus en devises (97%). (Afroune & Achouche, 2018)

1.1. Question de recherche

Afin d'évaluer les perspectives futures et la tendance du marché de la production de biodiesel à partir d'huiles de friture usagées en Algérie, et compte tenu de la réputation traditionnelle du pays en tant que producteur abondant de ressources pétrolières et gazières, ainsi que les enjeux mondiaux relatifs à la réduction des émissions de carbone et à la diminution de la dépendance aux carburants fossiles, il est essentiel de se poser la question suivante :

« Quel est l'avenir des biocarburants en Algérie, en particulier ceux basés sur des huiles de friture usagées ? »

Le concept des startups a connu une immersion remarquable et s'est étendu à de nombreux secteurs d'activité en tant que moteurs d'innovation et de transformation. Leur agilité et leur capacité à

repenser les modèles existants font d'elles des acteurs clés de l'économie actuelle. Dans le contexte du secteur énergétique en Algérie, qui se trouve être en pleine croissance, il est essentiel de poser la question suivante :

«Est ce que les startups peuvent-elles contribuer au développement de ce secteur ?»

1.2. L'objectif de l'étude

L'étude vise principalement à évaluer les perspectives d'avenir et les tendances du marché mondiales et Algériens des biocarburants en particulier le biodiesel à base des huiles de friture usagées.

Objectifs académique

- Analyse économique sur la production de biodiesel à base des huiles de friture usagées en Algérie..
- Analyse des perspectives et des tendances du marché algérien des biocarburants.

Objectif pratique

- Intégration des résultats de la recherche pour étudier la faisabilité d'une startup de production du biodiesel à base des huiles de friture usagées en Algérie.

1.3. Raison du choix du thème

Le choix du thème repose sur deux motivations : des raisons personnelles et des raisons théoriques.

Raisons personnelles

- Une combinaison entre mes deux spécialités, management des organisations et la mécanique énergétique.
- Création d'une startup de production du biodiesel de la deuxième génération en Algérie.

Raisons théoriques

- Manque des études en terme économique dans le domaine des biocarburants.
- Analyse des tendances du marché algérien dans la production de biodiesel.

1.4. Epistémologie de recherche

La posture interprétativiste est une approche pertinente lorsqu'il s'agit d'explorer des sujets complexes tels que l'avenir du biodiesel en Algérie. Cette approche épistémologique se concentre sur l'interprétation des significations et des perspectives des individus. Les interprétations sont élaborées grâce aux interactions entre les acteurs, leurs intentions, leurs motivations, leurs attentes et leurs raisons. (Benhaddouch & El fathaoui, 2022)

Dans cette étude, qui porte sur l'avenir du biodiesel en Algérie, la posture épistémologie interprétativiste permettrait d'analyser les différentes conceptions et interprétations des acteurs impliqués dans le domaine de la transition énergétique, du développement durable et le secteur des hydrocarbures. Cela comprendrait les experts en énergie et les responsables gouvernementaux.

1.5. L'approche de recherche

Une approche de recherche déductive a été choisie pour cette étude. Cette approche se base sur la théorie avant de se focaliser sur un cas spécifique. Deux options ont été prises en considération : l'approche déductive et l'approche abductive. Cependant, nous avons écarté l'approche abductive et garder l'approche déductive car, selon (Dehbi & Angade, 2019), celle-ci commence généralement par un ensemble d'observations incomplet et aboutit à l'explication la plus probable du groupe d'observations.

1.6. Méthode

L'objectif principal de l'étude était de recueillir des informations précieuses et d'obtenir une perspective variée sur l'avenir du biodiesel en Algérie. À cette fin, une recherche qualitative a été réalisée afin obtenir les connaissances et les expertises des professionnels actifs dans ces domaines basée sur des entretiens semi-directifs individuels avec (9) experts sélectionnés en raison de leur expertise dans les domaines des énergies renouvelables, de l'efficacité énergétique et du mix énergétique. Les entretiens semi-directifs ont permis une exploration approfondie des expériences, des opinions et des idées des experts, contribuant ainsi à l'enrichissement de la compréhension globale du sujet.

1.7. Limite de l'étude

- Les limites du temps de cette recherche sont entre mars et juin 2023.

- L'évolution de la situation économique, politique et technologique de l'Algérie, ainsi que les changements survenant dans le secteur des énergies renouvelables et des biocarburants, pourraient avoir un impact sur les perspectives et les prévisions établies.
- Cette étude concentre uniquement sur l'aspect économique de la production des biocarburants.

CHAPITRE 2 : CADRE THÉORIQUE

Section 1 : Revue de littérature

Au cours des dernières décennies, la consommation mondiale d'énergie primaire a considérablement augmenté en raison de l'industrialisation rapide et de l'élévation du niveau de vie (Bhuiya, et al., 2014). Actuellement, plus de 80 % de l'énergie mondiale provient de combustibles fossiles, y compris le gaz naturel, le pétrole et le charbon, et environ 98 % de celle-ci est générée par les émissions de carbone des combustibles fossiles. (Seffati, Honarvar, Esmaeili, & Esfandiari, 2019) Les pays en développement comme le Brésil, la région de l'Asie du Sud et l'Afrique du Sud ont besoin de 12 à 24 gigajoules (GJ)/cap d'énergie par an pour avoir un niveau de vie décent. (Yusuf, et al., 2022) En outre, la demande de carburant a augmenté de 85 millions de barils de carburant liquide par jour en 2006 et devrait encore augmenter jusqu'à 107 millions de barils de carburant liquide par jour en 2030. (Revellame, Hernandez, French, Holmes, & Alley, 2010) La menace d'un changement climatique accéléré dû aux émissions de CO₂ lors de la combustion de combustibles fossiles pour la consommation d'énergie est également un sujet de préoccupation mondiale (Kantola, Masters, Beerling, Long , & DeLucia, 2017) . Outre les émissions de combustion nocives, les procédures d'extraction et de raffinage pour convertir le pétrole brut en carburants de qualité appropriée ont également un impact négatif sur l'environnement (Lazarus & Asselt , 2018) ; (Gielen, et al., 2019) La recherche d'une source de carburant alternative présente plusieurs motifs légitimes, notamment la nécessité de trouver une solution techniquement réalisable, respectueuse de l'environnement, économiquement viable et facilement accessible. (Benoit, 2008) Depuis l'émergence de l'industrie automobile, les entreprises pétrolières ont toujours été préoccupées par l'adaptation des carburants en fonction des exigences et des attentes du marché. (Laurent Germanaud, 2019) Des solutions alternatives ont déjà été découvertes par les chercheurs afin de satisfaire cette demande croissante. (Rosdin, Yusuf, & Abdullah, 2021) En outre, les options potentielles pour atténuer les effets du changement climatique et réduire la dépendance aux combustibles fossiles sont nécessaires de toute urgence et sont déjà en cours de développement. (Neupane, Lohaus, Solomon, & Cushman, 2022) Une transition progressive vers l'utilisation d'énergies propres, portée par diverses politiques et innovations dans la production et la consommation d'énergies renouvelables, peut être observée. L'utilisation mondiale des énergies renouvelables dans tous les secteurs a augmenté de 1,5 % au premier trimestre 2021 par rapport à 2020 tel que les énergies renouvelables ne représentaient

qu'environ 8,6 % du mix énergétique mondial en 2010, qui est passé à environ 23 % en 2020. (IRENA, 2020)

Suite aux chocs pétroliers de 1973 et 1979, le développement des biocarburants a connu une véritable expansion suite à la forte augmentation du prix du baril de pétrole. (Helga-Jane Scarwell, 2007) Après l'adoption du Protocole de Kyoto en 1997, la communauté internationale a pris l'engagement de lutter contre le réchauffement climatique en réduisant les émissions de gaz à effet de serre, en particulier les émissions de dioxyde de carbone provenant des secteurs des transports. (Akbi & Rainelli, 2014) Une réorientation de la politique énergétique mondiale centrée sur les énergies fossiles vers l'utilisation des technologies de l'énergie renouvelable comme la biomasse qui utilisent les déchets et les matières végétales pour produire de l'énergie. (Demirbas, 2009) Les biocarburants issus de la biomasse apparaissent comme une solution particulièrement prometteuse, pour s'affranchir des besoins actuels et à court terme, en ce qui concerne les ressources énergétiques actuelles. (Khiari, 2016) En fait, une concurrence entre plusieurs carburants alternatifs afin de devenir la principale source d'énergie des carburants utilisés par les véhicules de demain. (Boudries, 2014) Les carburants alternatifs sont des carburants qui se distinguent par leur composition dépourvue d'hydrocarbures ainsi que leur production dépend de diverses matières premières et sources d'énergie. (Verhelst, 2014) La sélection des biocarburants comme alternative à faible émission de carbone par rapport aux carburants fossiles découle de leur capacité à réduire les émissions de gaz à effet de serre, ce qui contribue à atténuer l'impact du secteur des transports sur le changement climatique et ce qui suscite aussi un intérêt croissant tant au niveau mondial que national. (Jeswani, Chilvers, & Azapagic, 2020) Plusieurs méthodes de production traditionnelles de biocarburants sont largement utilisées, notamment la production d'éthanol et d'ETBE (éthyl tertio butyl éther) pour les véhicules essence, ainsi que la production d'EMHV (esters méthyliques d'huiles végétales) pour les véhicules diesel. (Scarwell, 2007) Sur le plan environnemental les biocarburants sont considérés comme une source d'énergie renouvelable, sans grand danger pour l'environnement et constituent ainsi une voie de développement soutenable et durable (Khiari, 2016), ainsi qu'ils jouent un rôle important dans la réduction des émissions de gaz à effet de serre et dans l'amélioration de la qualité de l'air. (Hoekman & Robbins, 2012)

Au niveau mondial, la répartition géographique des biocarburants s'esquisse autour des États-Unis, du Brésil et de l'Indonésie en tant que principaux acteurs. (Statista, 2023)

Aux Etats-Unis, le secteur des transports est le second secteur émetteur de carbone et contribue à hauteur d'un tiers aux émissions totales de carbone, de ce fait, toute politique de réduction des émissions de gaz à effet de serre aura un impact sur le secteur des transports et devrait accélérer le passage d'un carburant fossile aux biocarburants. (Chakravorty, Hubert, & Moreaux, 2010) En 2021, la production des biocarburants aux États-Unis a vu une augmentation de 6,3% à celle de 2020, passant de 602 milliers de barils équivalent pétrole jusqu'à 643 BEP (British Petroleum Company, 2022) Parallèlement, la consommation totale des biocarburants aux Etats-Unis est de 664 BEP (British Petroleum Company, 2022) Le biodiesel aux états unis est synthétisé à partir d'huile de soja vierge et usagée et de graisse animale, avec des taux d'incorporation de 2 et 20% dans le diesel tel que la production avoisine 200000t/an. (Khiari, 2016)

Le Brésil dispose de grandes surfaces cultivables (EurObserv'ER, 2007) Grâce à la capacité du pays à réaliser plusieurs récoltes annuelles de canne à sucre dans le Sud, il a acquis une expertise mondialement reconnue dans le développement du bioéthanol (Une alternative d'essence) à base de canne à sucre. (Arithuis, et al., 2008) Tandis que ce dernier, qui apparaît comme le leader mondial dans la production d'éthanol en 2005, une diminution remarquable en 2021 de 4,8% par rapport à la quantité produite en 2020, de 394 BEP jusqu'à 376 BEP. (British Petroleum Company, 2022) De manière concomitante, La production de biocarburants au Brésil est surpassée par la consommation avec un volume de production atteignant 412 BEP. (British Petroleum Company, 2022)

L'Indonésie, qui est devenue le troisième plus grand producteur mondial de biodiesel en 2019 grâce à sa production principalement basée sur l'huile de palme, a réussi à augmenter sa production de biodiesel en 2020 malgré une baisse de 12,5% de la consommation de diesel due à la crise de la Covid-19. (Amsellem, Antoine, Copinschi, Hafner, & Laboué, 2021) Cette augmentation a été rendue possible grâce à un renforcement des obligations d'incorporation de biodiesel, passées de 20% à 30% en début d'année 2020. Après avoir été membre de l'OPEP pendant longtemps, le pays est devenu importateur net de pétrole et cherche à limiter cette dépendance en favorisant la production de biodiesel B30 (Amsellem, Antoine, Copinschi, Hafner, & Laboué, 2021) jusqu'elle atteint 140 BEP en 2021 (British Petroleum Company, 2022)

Globalement, la production mondiale des biocarburants a touché les 1747 BEP (British Petroleum Company, 2022) L'augmentation de la demande de biocarburants peut être expliquée par leur utilisation obligatoire et leurs mélanges dans de nombreux pays, dans le cadre d'initiatives visant

à réduire la dépendance envers les importations de pétrole, à promouvoir la sécurité énergétique et à atténuer les émissions de gaz à effet de serre. (Bello, et al., 2022)

La contrainte de disponibilité foncière en Europe pour atteindre les objectifs fixés par la Commission européenne et les pays incite les acteurs à se tourner vers l'Afrique. (Pépin, 2017) Cette tendance est motivée par le potentiel prometteur de production de biocarburants dans les pays africains non producteurs de pétrole. En plus de contribuer partiellement à la réduction des coûts d'importation de pétrole, cette production offre la possibilité de créer de nouveaux marchés, de générer des opportunités de revenus et de stimuler la croissance économique dans les zones rurales. (Gatete & Dabat, 2014) Ces dernières années, la production d'éthanol en Afrique est demeurée négligeable, représentant moins de 1% de la production mondiale en 2019. (Amsellem, Antoine, Copinschi, Hafner, & Laboué, 2021)

En 2021, l'Éthiopie s'est distinguée en tant que principal producteur de biocarburants en Afrique, avec une production estimée à 0,9 million de tonnes équivalent pétrole (Mtep). (International Energy Agency, 2021) D'autres pays, tels que l'Afrique du Sud, le Zimbabwe et la Tanzanie, ont également enregistré une production significative de biocarburants en Afrique, avec des estimations respectives de 0,2 Mtep, 0,1 Mtep et 0,1 Mtep. (International Energy Agency, 2021) En Afrique du Nord, la production de biocarburants en 2018 a eu une capacité de production totale d'environ 500 millions de litres dont la majorité de la production de biocarburants était basée sur des cultures alimentaires telles que la canne à sucre et les huiles végétales. (International Energy Agency, 2019)

Le Maroc est pauvre en énergies fossiles, ses filières bénéficient généralement d'un soutien d'état pour que les prix restent à la portée des consommateurs, ce qui pèse lourdement sur la balance économique du pays et aussi reste une source de pollution de l'environnement de plus en plus inquiétante. (Afilal, Abbadin, Laiche, & Elfarh, 2019) Le Maroc est aussi soumis à une forte contrainte énergétique illustrée par une grande dépendance à l'importation qui risque de s'aggraver au fil du temps, déjà le pétrole importé représentait 84,1% des besoins énergétiques en 2009. (Discours du Trône du 30 juillet 2010) Depuis la clôture des frontières maroco-algériennes en 1994, le transport clandestin de carburant s'effectue de nuit à travers des sentiers difficiles d'accès afin d'éviter les autorités algériennes chargées de la répression des fraudes, telles que les douanes, la police et la gendarmerie. Dans cette optique, les "hallabas" ont creusé des tunnels sous les habitations situées le long de la ligne frontalière du côté algérien pour faire transiter illégalement

le carburant vers le Maroc. (Hamdani, 2014) Une caravane typique est composée de 4 à 5 animaux de trait, chacun transportant une charge de 6 jerricans, contenant chacun 30 litres de carburant et arrivé la marchandise est souvent échangée contre de la drogue, donc des dizaines de quintaux sont régulièrement saisis par l'Algérie notamment dans le réseau de la ville d'Oujda. (Hamdani, 2014) Pour cela, le Maroc a montré un intérêt croissant pour les biocarburants ces dernières années, une importante production de biocarburants dans le pays a commencé en 2008 avec l'éthanol à partir de la betterave sucrière. (Afilal, Abbadin, Laiche, & Elfarh, 2019) En 2018, elle s'élevait à environ 86 millions de litres, soit une augmentation de près de 23% par rapport à l'année précédente. . (International Energy Agency, 2019) D'une autre part, la production d'éthanol est principalement basée sur l'utilisation des méthodes de production de la première génération. (Agra CEAS Consulting, 2009)

La Tunisie dispose d'un potentiel végétal inexploité qui peut être utilisé pour produire différentes huiles dont les déchets de ces huiles peuvent être destinées à la production de biodiesels. (El Haj Youssef, Fetni, boubahri, Said, & Lassoued, 2019) La production de biocarburants en Tunisie en 2016 est d'environ 3 000 tonnes équivalent pétrole (tep), ce qui correspondait à une part très faible de sa consommation globale de carburant. (International Energy Agency, 2019) Bien que le pays possède un potentiel important pour développer la production de biocarburants à partir de la biomasse résiduelle agricole, la production reste très faible en raison des coûts de production élevés et la nécessité des technologies avancées, qui peuvent ne pas être facilement disponibles et accessibles en Tunisie (Ben Youssef, 2013)

Du point de vue de la position commerciale, la majeure partie de la production de biocarburants en Afrique était orientée vers l'exportation, ce qui a fait du continent un exportateur net d'éthanol en 2019. (Amsellem, Antoine, Copinschi, Hafner, & Laboué, 2021)

En 2019, la production d'essence en Algérie était d'environ 2,1 millions de tonnes, tandis que la production de diesel était d'environ 8.5 millions de tonnes (Sonatrach, Rapport annuel, 2020) En 2020, les raffineries ont produit 27,8 millions de tonnes, enregistrant une augmentation de 7% par rapport à l'année précédente. (Sonatrach, Rapport annuel, 2020) Par conséquent, En 2021, les importations d'énergie transformée ont diminué de manière importante (-32,0%) par rapport à 2020. Cette baisse est principalement due à une diminution de 43% des importations de produits pétroliers, causée par la suspension des importations d'essence et de gasoil, ainsi qu'une baisse de 17% des importations de bitume et de lubrifiants. En tout, environ 1,3 million de tonnes d'énergie

ont été importées en 2021. (Sonatrach, Bilan énergétique national , 2021) À partir de 2020, les importations de gasoil et d'essence ont été arrêtées. (Sonatrach, Rapport annuel , 2022)

Les subventions accordées aux carburants peuvent avoir des effets néfastes sur l'économie algérienne en réduisant les recettes fiscales et en augmentant les coûts budgétaires, de plus, la forte dépendance de l'économie algérienne aux carburants fossiles peut la rendre vulnérable aux variations du marché pétrolier mondial. (Hamdani, 2014) De ce fait, la réforme des subventions aux prix des carburants peut apporter des avantages économiques et environnementaux à long terme pour l'Algérie, mais nécessite une planification et une mise en œuvre prudentes pour minimiser les impacts négatifs à court terme sur l'économie et la société algériennes. (Mousli & Oukasi, 2022) . Les hydrocarbures en Algérie représentent presque 98% du total des exportations, ce qui a rendu le pays d'être un pays caractérisé par une économie de rente. (Hamiti, 2022) Les perturbations des prix du pétrole ont aussi aggravé la situation, elles ont influencé négativement sur l'économie algérienne. (Tagrerout & Atmania, 2021) La réduction de la consommation de carburants dans le secteur des transports en Algérie est cruciale pour protéger l'environnement, renforcer la sécurité énergétique. (Kahli, Zait , & Chitour , 2010) En effet, la qualité de l'air et la santé des populations urbaines sont affectées négativement par les émissions de gaz à effet de serre et de particules fines émanant des véhicules. (Ramalho, Riberon, Wei, & Mandin, 2019)

Les énergies renouvelables jouent actuellement un rôle essentiel dans la politique énergétique de l'Algérie, et des mesures sont prises pour renforcer l'engagement national en matière d'énergie. (CEREF, 2020) Au-delà de 2011, l'Algérie a élaboré un programme national pour la période 2011-2030 afin de promouvoir des actions concrètes dans le domaine de l'efficacité énergétique. (Boudghene Stambouli, Khiat, Flazi, & Kitamura, 2012) Avec la hausse des coûts du pétrole et la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, il devient primordial d'intégrer des sources d'énergie renouvelables dans le secteur énergétique, en particulier dans le domaine des transports qui est le principal contributeur aux émissions. (Iqbal, et al., 2021) Afin de faciliter une transition énergétique efficace, les autorités publiques en Algérie ont ouvert la porte aux investisseurs, tant nationaux qu'étrangers, du secteur public et privé. (Tagrerout , Atmania, & Besseba, 2018) Dans cette optique, l'État algérien adopte une approche favorisant les partenariats public-privé, considérés comme une stratégie essentielle et un levier pour encourager ce nouveau type d'investissement dans le pays. (Tagrerout , Atmania, & Besseba, 2018) Dans ce contexte, le gouvernement est encouragé à réévaluer sa politique énergétique en explorant d'autres sources

d'énergie propres et durables, d'autant plus que l'Algérie est l'un des rares pays bénéficiant d'un potentiel énergétique renouvelable considérable à l'échelle mondiale. (Hamiti, 2022) L'Algérie a mis en place une stratégie ambitieuse pour le développement des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable ainsi que des mesures d'incitation et d'encouragement ont été prévues, notamment à travers la loi sur la maîtrise de l'énergie, qui offre des avantages financiers, fiscaux et douaniers pour les actions et projets visant à améliorer l'efficacité énergétique et promouvoir les énergies renouvelables. (Hamiti, 2022) L'Algérie dispose d'un énorme potentiel en termes d'utilisation des sources d'énergie renouvelable, en particulier en ce qui concerne l'énergie solaire. (Boudghene Stambouli, Khiat, Flazi, & Kitamura, 2012) L'utilisation de l'hydrogène produit à partir de l'énergie solaire dans le secteur des transports se présente comme une solution prometteuse pour remédier à ces problèmes. (Boudries, 2014) ; (Amrouche, 2009) L'Algérie bénéficie en moyenne de 3000 heures de rayonnement solaire par an, ce qui en fait le pays avec le plus grand potentiel solaire dans le bassin méditerranéen. Des études ont démontré que le potentiel solaire du Sahara seul pourrait répondre à l'ensemble des besoins énergétiques mondiaux si les investissements nécessaires étaient réalisés dans ce domaine. (MAAMRI, 2020) Cependant, l'énergie solaire ne peut pas à elle seule remplacer les énergies fossiles en raison du coût élevé des systèmes hybrides, la nécessité d'une maintenance régulière et l'utilisation de vastes surfaces serait nécessaire, ce qui pose un défi en termes de disponibilité. Néanmoins, l'énergie solaire permet de réaliser d'importantes économies d'énergie. (Eddrief-cherfi, 2012)

En Algérie, la biomasse représente actuellement un potentiel de 3,7 millions de tonnes équivalent pétrole (TEP) sous forme de bois de forêt, ainsi que 1,33 million de TEP/an provenant des déchets végétaux et urbains (365 kg par habitant). (Hamiti, 2022) Cependant, le développement de la biomasse en Algérie reste principalement à un stade expérimental, limité aux laboratoires de recherche. Un inventaire est en cours pour identifier les ressources locales potentielles de bioénergie en vue d'une éventuelle planification du traitement et de la valorisation énergétique des déchets pour produire de la bioénergie dans le pays. (Azizi, 2010) Malgré les avantages potentiels d'une transition vers un système énergétique à faible intensité carbonique, l'Algérie demeure fortement dépendante des combustibles fossiles. Les progrès réalisés dans le domaine des énergies renouvelables sont modestes et ne sont pas en accord avec les conditions climatiques favorables du pays, car la capacité installée d'énergie renouvelable reste limitée. (Hamiti, 2022)

Différentes options de carburants alternatifs, telles que l'éthanol, le biodiesel, le gaz naturel, l'hydrogène et l'électricité, sont considérées comme des solutions prometteuses pour réduire la pollution atmosphérique en Algérie. (Priya, et al., 2022) ; (Casimir, 2010) Le gouvernement a mis en place des politiques et des programmes visant à encourager la production d'énergies renouvelables afin de réduire la dépendance aux combustibles fossiles et de promouvoir le développement durable. La mise en place d'une filière de biocarburants en Algérie est réalisable et souhaitable, mais elle nécessite une stratégie claire et intégrée pour relever les défis et exploiter pleinement les avantages potentiels. (Azizi, 2010) La volonté politique du gouvernement et la mobilisation de ressources financières adéquates sont également considérées comme des éléments clés pour réussir la mise en place d'une filière de biocarburants durable en Algérie. (Aragonés, Domínguez, Ondrejčíková, & Torralvo , 2022)

Section 2 : Le cadre conceptuel

1. L'émergence des biocarburants dans le monde

La population mondiale croissante devrait atteindre plus de 9 milliards d'ici 2050. (Neupane, Lohaus, Solomon, & Cushman, 2022) L'augmentation des prix mondiaux et l'augmentation de la demande d'énergie ont exercé une pression énorme sur les réserves d'énergie naturelles, provoquant leur épuisement. (Muhammad , et al., 2017) La combustion de combustibles fossiles a plusieurs implications environnementales, notamment une augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES), en particulier de dioxyde de carbone (CO₂). (Alengebawy, et al., 2022) ; (Sheikh Adil Edrisi & Abhilash P, 2016). Avec l'insuffisance des ressources, en particulier l'eau, et un besoin mondial sans cesse croissant d'énergie, les carburants alternatifs sont le moyen le plus pratique de répondre à la demande croissante (Iqbal, et al., 2021) Les chercheurs ont déjà trouvé des alternatives pour répondre à cette demande. (R.D.b, M, & B, 2021) En outre, les options potentielles pour atténuer les effets du changement climatique et réduire la dépendance aux combustibles fossiles sont nécessaires de toute urgence et sont déjà en cours de développement. (Dhurba, 2022)

La culture des biocarburants suscite un intérêt croissant à l'échelle mondiale et nationale en tant que substitut à faible émission de carbone pour les carburants fossiles, en raison de son potentiel de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de son impact sur le changement climatique lié aux transports. (Jeswani, Chilvers, & Azapagic, 2020) L'utilisation de la bioénergie/des biocarburants est l'une des alternatives d'énergie renouvelable prometteuses (Cherubini F & Strømman A.H, 2011) car celles-ci sont moins chères en synthèse.

Deux catégories distinctes de biocarburants peuvent être identifiées : l'éthanol et le biodiesel. Chacune de ces catégories nécessite des matières premières agricoles particulières et demande un processus de production spécifique. (Akbi & Rainelli, 2014) Les biocarburants, généralement le biodiesel, ont attiré l'attention des chercheurs en raison de leurs avantages potentiels par rapport aux carburants fossiles et de la flexibilité des matières premières. Par exemple, une teneur en oxygène adéquate et sans soufre, un processus de fabrication facile et des émissions de GES réduites sont des avantages essentiels du biodiesel. (Abedi, Tayari, & Rahi, 2020)

Le biodiesel en tant que carburant diesel est biodégradable (Okoye, et al., 2020) non toxique (Rita , et al., 2020), portable, respectueux de l'environnement (Shangde & Kaiyue, 2020) efficace et a une faible teneur en soufre. (Esmaeili, 2022) Cependant, les effets existants des biocarburants sur

l'augmentation des prix alimentaires restent incertains dans les recherches. Les Biocarburants produits à partir de déchets alimentaires et de plantations, ou les cultures non alimentaires pourraient résoudre la crise. (Merchan-Merchan, Abdihamzehkolaei, & Duncan, 2018) En raison de ses caractéristiques cruciales et de l'utilisation de matières premières polyvalentes, par exemple, de l'huile de friture usagée aux ressources non comestibles bon marché, le biodiesel a un énorme potentiel d'utilisation comme carburant alternatif ce qui en fait une alternative prometteuse et économiquement viable au diesel, avec le potentiel de réduire la dépendance mondiale aux importations de carburants pétroliers. (Dhurba, 2022)

2. Types et génération de biocarburants

Les biocarburants sont classés en quatre générations, à savoir première, deuxième, troisième et quatrième en fonction de leurs sources de matière première de biomasse. Une brève description

2.1. Biocarburants de première génération

Le concept de biocarburants de première génération est apparu depuis longtemps, il suscité un vif intérêt à la fin des années 1990. (Benoit, 2008) La production de biocarburants est un processus complexe qui implique l'utilisation de différentes filières pour transformer les matières premières renouvelables en carburants utilisables. (Palani, Arockiyasamy, Narayanan, Veerasundaram, & Kumarasamy, 2021) Le biodiesel est généralement produit à partir de matières premières d'origine alimentaire à l'instar des huiles alimentaires. (M.M.K, M.G, M.M.K, N, & A.K, 2016)

L'une de ces filières est la filière alcool, qui utilise un procédé de transformation des sucres pour produire de l'éthanol principalement générés à partir de deux types de matières premières comestibles, à savoir les matières premières à base d'amidon (par exemple, pomme de terre, maïs, orge et blé) et à base de sucre (par exemple, canne à sucre et betterave à sucre). (Priya, et al., 2022)

Une autre filière de production de biocarburants est la filière huile, qui utilise la transestérification d'huiles végétales pour produire le biodiesel. Les sources d'huile végétale telles que le colza, le tournesol et l'huile de palme sont utilisées pour produire le biodiesel qui peut être utilisé comme un carburant pour les moteurs à combustion interne. (Casimir, 2010)

2.2. Biocarburants de deuxième génération

La controverse sur l'utilisation des matières premières des biocarburants de première génération en raison du débat alimentation contre énergie nous a obligés à passer aux biocarburants de deuxième génération. (Mat Aron, et al., 2020) Les biocarburants de deuxième génération sont des biocarburants avancés obtenus à partir de plusieurs arbres, herbes, buissons et résidus agricoles (P.S. Deora & al, 2022) Le biodiesel de deuxième génération produit à partir de matières premières non comestibles et de la biomasse peut surmonter les désavantages socio-économiques de la technologie de la première génération du biodiesel et être en mesure de relever bon nombre des défis du changement climatique et de la crise énergétique. (M.M.K, M.G, M.M.K, N, & A.K, 2016) Par ailleurs, l'exploitation d'huiles non comestibles rentables offre une opportunité d'améliorer l'économie de la production de biodiesel et de favoriser sa production à grande échelle. Cette approche permet de contourner les problèmes liés à la concurrence entre alimentation et carburant, ainsi que les préoccupations environnementales et économiques associées aux huiles comestibles. Ainsi, les matières premières d'huiles non comestibles gagnent en popularité dans le domaine de la production de biodiesel. (M.M.K, M.G, M.M.K, N, & A.K, 2016)

2.3. Biocarburants de troisième génération

Les biocarburants de troisième génération sont fabriqués à partir de biomasse d'algues (Neupane, Lohaus, Solomon, & Cushman, 2022) Les algues ou macro-algues sont une biomasse de troisième génération qui peut être utilisée dans la production de bioénergie et présente de nombreux avantages tels qu'un temps de culture court, une teneur élevée en glucides, en protéines et en lipides et une teneur faible ou nulle en lignine. (Wirth, et al., 2018) En raison des coûts impliqués lors des processus de récolte, de séchage et d'extraction, l'utilisation de la biomasse algale comme matière première pour le biodiesel est coûteuse. (Neupane, Lohaus, Solomon, & Cushman, 2022) L'huile d'algue mélangée à du carburant diesel dans un rapport de 20 % réduit les émissions d'hydrocarbures et améliore les caractéristiques d'émission. (Popovich, et al., 2019)

2.4. Biocarburants de quatrième génération

La recherche en biocarburants de quatrième génération a été entreprise au cours de cette période, visant à améliorer la production et l'efficacité de ces biocarburants, ainsi qu'à renforcer leur capacité à contribuer à la réduction des émissions de dioxyde de carbone. (Bawadi , et al., 2019)

3. Les aspects économiques de la production du biodiesel

3.1. La production du biodiesel

Le biodiesel est un des carburants alternatifs et renouvelables les plus répandus en facilitant la réduction des émissions polluantes. (Huang, Zhou, & Lin, 2012) Les avantages substantiels du biodiesel par rapport au pétrodiesel traditionnel incluent sa capacité de renouvellement, son caractère non toxique, sa biodégradabilité, ses propriétés de lubrification supérieures, sa combustion plus propre et ses émissions réduites. (Atabani, et al., 2012) Le potentiel du biodiesel réside dans sa capacité à offrir des performances comparables, tout en réduisant de manière significative la demande et la dépendance du secteur de l'énergie et des transports à l'égard des divers carburants dérivés du pétrole. (Ncibi & Sillanpää, 2013)

À l'échelle industrielle, la production de biodiesel est réalisée via un procédé de transestérification. (Atabani, et al., 2012) C'est une réaction entre l'huile et l'alcool, formant ainsi les esters méthyliques ou éthyliques d'huiles végétales ou animales (carburant alternatif au diesel d'origine fossile) (Berna, 2009) et du glycérol, désigné sous le nom de glycérine, qui est un produit de grande valeur, sa valorisation est déterminante pour l'équilibre économique de la filière. (Allouane, 2012) Pour atteindre une production optimale dans le temps de réaction requis, plusieurs facteurs doivent être pris en compte. Parmi ceux-ci, on retrouve l'alcool/huile, la température, la nature du catalyseur, le chargement, les effets d'agitation et la composition de l'huile. (Abdulfatah, et al., 2022). Ces paramètres jouent un rôle crucial dans la réaction chimique et peuvent avoir une influence significative sur le rendement et la qualité du processus de production. (Abdulfatah, et al., 2022)

3.2. Le cout de production du biodiesel

Les producteurs de biodiesel se réorientent vers les matières premières disponibles localement et à faible coût. (Neha, et al., 2018) Les caractéristiques les plus importantes des matières premières idéales sont le faible coût de production et le rendement élevé (Joon, Damayani, Ta, & Taufiq-Yap, 2011) Généralement, le coût de la matière première impliquée dans le processus de production de biodiesel couvre jusqu'à 80 % le coût de production total du biodiesel (Abdulfatah, et al., 2022) Cependant, le coût des catalyseurs et autres les produits chimiques ont une influence négligeable sur le coût de production.

Le plus grand avantage et l'intérêt croissant pour la production de biodiesel sont principalement dus à sa capacité à utiliser une gamme illimitée de matières premières. (Shahid & Jamal, 2011) L'opportunité réside dans l'exploitation de la disponibilité du produit à un coût inférieur par rapport au diesel minéral, ce qui pourrait susciter un soutien généreux. (Neha , et al., 2018) Les huiles de cuisson usagées ainsi que les graisses animales sont également considérées comme des matières premières importantes pour produire du biodiesel. (H.M, et al., 2017) Cependant, l'augmentation de la population et l'urbanisation entraînent une augmentation considérable de la consommation d'huile de cuisson.

Pour évaluer la viabilité de la production de biodiesel, différents facteurs ont été pris en compte, notamment les coûts opérationnels englobant les matières premières (coût des matières premières, produits chimiques, main-d'œuvre et services publics), les charges fixes (impôts) et les frais généraux tels que l'assurance, le transport, l'électricité, la recherche et le développement. (Marwan Abdul Hakim, et al., 2021) Ces différents éléments sont tous contraignants pour assurer la rentabilité de la production de biodiesel, qui peut être évidente lorsque le coût net actuel est inférieur au bénéfice net actuel. (Neha , et al., 2018) La baisse globale des coûts de production de biocarburants depuis le début des années 2000 peut être largement attribuée à l'expansion des installations de production. Cette expansion a permis de réaliser des économies d'échelle considérables, entraînant ainsi une diminution des coûts unitaires à plusieurs niveaux. (Akbi & Rainelli, 2014)

3.3. La commercialisation du biodiesel

L'acceptation plus large du biodiesel à l'échelle commerciale dépend de sa faisabilité technico-économique, circonscrite par des paramètres tels que le coût des matières premières, le coût de production et le prix du marché de vente du biodiesel produit en comparaison avec le diesel minéral. (Ayoola, Hymore, & Omonhinmin, 2017) En revanche, les biocarburants ne bénéficient pas d'une classification claire dans les accords commerciaux de l'OMC. Par conséquent, leur commerce est soumis aux règles des accords commerciaux existants qui s'appliquent aux autres produits. Cela comprend l'Accord général sur les tarifs douaniers et le commerce, ainsi que d'autres accords tels que l'Accord sur l'agriculture, l'Accord sur les obstacles techniques au commerce, l'Accord sur l'application des mesures sanitaires et phytosanitaires, et l'Accord sur les subventions et les mesures compensatoires. (FAO, 2008)

3.4. Le plan socio-économique de la production du biodiesel

Sur le plan socio-économique, l'utilisation du biodiesel a un impact positif en stimulant l'emploi et en créant des opportunités de génération de revenus. (Murugesan, Umarani, Chinnusamy, Subraminian, & Neduzchezain, 2009) De plus, elle contribue à améliorer les perspectives de développement rural en favorisant l'agriculture des matières premières nécessaires à la production de biodiesel. (Neha , et al., 2018) Cette approche encourage l'utilisation de terres agricoles pour la culture de cultures énergétiques, ce qui peut stimuler l'économie locale, renforcer la sécurité alimentaire et réduire la dépendance aux importations de carburants fossiles. (Das, 2020). D'un autre côté, la mesure dans laquelle le biodiesel est accepté en tant que source d'énergie alternative dépend de divers facteurs, notamment la qualité du carburant, ainsi que l'engagement des autorités publiques à promouvoir cette alternative afin de gagner la confiance des consommateurs finaux. (M.R & A.Z, 2016)

4. Les technologies de production

En raison de la disponibilité de divers types de matières premières à utiliser pour la production de biodiesel, une forte demande pour développer de tels types de procédés qui conviennent bien à la matière première pour atteindre un rendement élevé du produit est soulevée. (Daud, Siti , Hassimi , & Yaakob, 2015) Par conséquent, davantage de recherches se sont concentrées sur la découverte de divers processus pour améliorer le rendement et réduire le coût du processus. Dans la série de divers procédés disponibles, quatre procédés sont utilisés pour la production de biodiesel, notamment (Atadashi I. , Aroua, Abdul Aziz, & Sulaiman, 2013) : utilisation directe ou mélange, microémulsions, pyrolyse et transestérification.

Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients :

4.1. La micro-émulsion

La micro-émulsion est une méthode simple et plus respectueuse de l'environnement qui génère moins de polluants. (Neupane, Lohaus, Solomon, & Cushman, 2022) Le biodiesel fabriqué avec cette méthode a un bon indice de cétane (CN), qui mesure la capacité du diesel à s'allumer de manière efficace. (Deshmukh, Kumar, & Bala , 2019)

4.2. La pyrolyse

La production de biodiesel par pyrolyse, également connue sous le nom de craquage thermique, présente plusieurs caractéristiques problématiques. Le biodiesel ainsi obtenu a un faible indice de cétane, ce qui signifie qu'il peut avoir des difficultés à s'allumer correctement. De plus, il présente une volatilité élevée, ce qui peut entraîner des problèmes de stabilité et de combustion dans les moteurs diesel. Enfin, sa viscosité est élevée, ce qui peut affecter la circulation dans les systèmes de carburant et les performances du moteur. (Esmaili, 2022) En comparant ces méthodes, la méthode de transestérification est fiable et efficace car la méthode de transestérification exige une basse température, une basse pression et moins de temps de traitement et elle est simple et très efficace (Grebemariam & Marchetti, 2017)

4.3. Utilisation directe ou mélange

Le mélange direct est le processus dans lequel les huiles végétales sont directement diluées avec du diesel, par conséquent, il est également connu sous le nom de dilution (H.M, et al., 2017) Il est utilisé pour réduire la viscosité (résistance des liquides à l'écoulement) et améliorer les performances. (Florent & Laurent , 2014) Il n'y a aucune exigence de traitement chimique (Balat & Balat, 2010) cependant, il ne convient pas à une utilisation à long terme car l'inconvénient majeur de ce procédé est la viscosité élevée, la teneur en acides gras libres, la composition en acides et la formation de gomme. (Neha , et al., 2018)

4.4. Transestérification

La transestérification est considérée comme le processus le plus approprié et est donc appliquée dans la majorité des industries. (H.M, et al., 2017) La transestérification est le processus de conversion des huiles et de l'alcool pour obtenir du biodiesel et du glycérol (Dhurba, 2022). Il est très populaire en raison de son faible coût et de sa simplicité et il réduit la viscosité de l'huile, ce qui le rend adapté aux moteurs et aux équipements (Koutsouki, et al., 2016) Le biodiesel dérivé de la transestérification a la viscosité la plus faible par rapport au biodiesel produit à partir d'autres méthodes. (Capodaglio & Callegari, 2017) Il y a des avantages et des inconvénients à utiliser diverses technologies de production de biodiesel selon plusieurs études (Neupane, Lohaus, Solomon, & Cushman, 2022) Cependant, ces technologies de production étaient centrées sur la réduction des problèmes chimiques lors de la production de biodiesel (Verma & Sharma, 2016)

5. Avantages et inconvénients des différentes générations de biodiesel

Comme mentionné précédemment, l'évolution technologique a donné naissance à plusieurs générations, chacune apportant ses propres avantages et inconvénients. Afin de mieux comprendre ces différences, voici un tableau récapitulatif mettant en évidence les caractéristiques distinctes des quatre générations principales :

Tableau 1 : Les avantages et les inconvénients des chaque génération du biodiesel

<i>Génération du biodiesel</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<i>La première génération</i>	Faibles émissions de gaz à effet de serre. Technologie de conversion facile et peu coûteuse.	Rendement insuffisant pour répondre à la demande. Provoque des pénuries alimentaires.
<i>La deuxième génération</i>	Utilisation des déchets alimentaires comme matière première. Utilisation de terres non agricoles pour cultiver une quantité limitée de cultures.	Prétraitement coûteux
<i>La troisième génération</i>	Culture d'algues facile. Pas de concurrence pour l'utilisation de cultures alimentaires : utilisation d'eaux usées, d'eau de mer, etc.	Utilisation de ressources plus importantes pour la culture des algues. Niveau de lipides ou d'accumulation de biomasse faible dans les algues.
<i>La quatrième génération</i>	Grande biomasse et rendement de production élevé. Capacité accrue à éliminer le CO ₂ .	Coût plus élevé du bio-réacteur. Besoin d'investissements importants aux premiers stades de la recherche.

Source: (Palani, Arockiyasamy, Narayanan, Veerasundaram, & Kumarasamy, 2021)

CHAPITRE 3 : CADRE METHODOLOGIQUE

Dans ce chapitre nous allons détailler l'approche que nous avons adopté afin d'établir notre recherche tenant compte des outils et des méthodes que nous avons utilisé afin de recueillir les informations nécessaires au cas pratique de l'étude.

Méthodologie du cas pratique

Une approche qualitative a été choisie pour recueillir des données détaillées sur les perspectives des experts du secteur de l'énergie, dans le but de mieux comprendre les enjeux clés qui affectent le développement de la production du biodiesel en Algérie. L'objectif de cette approche est d'approfondir les connaissances sur le phénomène étudié en abordant l'objet étudié de manière globale, proximale, directe et interprétative, Cette méthode repose sur des entretiens semi-directifs pour évaluer l'état actuel et les tendances à venir de la production de biodiesel en Algérie.

1. Instrument de collecte des données

La collecte des données est le sujet central de l'oignon de la recherche. Les entretiens semi-directifs sont la méthode de collecte de données utilisées dans le cas pratique de cette étude.

L'entretien est considéré comme une méthode d'investigation scientifique qui repose sur le processus communication afin de recueillir des informations pertinentes par rapport à l'objectif établi. Contrairement au questionnaire, l'entretien implique un contact direct (visuel et/ou verbal) et une faible directivité de la part du chercheur, ce qui encourage l'interviewé à construire sa réflexion. Il ne s'agit donc pas d'un interrogatoire, mais plutôt d'un moyen de recueillir le témoignage verbal d'une personne. Pour atteindre cet objectif, le chercheur doit adopter une position neutre et se limiter essentiellement à écouter l'autre. (Baribeau & Royer, 2012) ; (Scribbr, 2021)

Les entretiens semi-directifs ont été choisis comme méthode dans cette étude. La méthode de l'entretien semi-directif, également connue sous le nom d'entrevue semi-dirigée, est une approche de collecte de données qui facilite l'acquisition de connaissances visant à promouvoir des approches qualitatives et interprétatives, en particulier dans le cadre des paradigmes constructivistes. (Imbret, 2010)

Les entretiens semi-directifs sont utilisés dans cette étude pour obtenir des informations détaillées et approfondies des experts du secteur de l'énergie. Ils permettent d'explorer en profondeur les

perspectives des participants, d'adapter les questions en fonction des réponses, de comprendre les enjeux clés, et d'interpréter subjectivement les réponses pour saisir les tendances émergentes. Ainsi, cette méthode offre une approche flexible et qualitative pour analyser les points de vue des experts et mieux appréhender les défis et opportunités liés à la production de biodiesel en Algérie.

2. Structure du guide d'entretien

Des entretiens ont été menés face à face ainsi que par téléphone, Avec une durée allant de 30 minutes à 5 heures. Les questions posées durant ces entretiens étaient centrées sur la collecte des expériences riches des participants concernant les perspectives d'utilisation du biodiesel en Algérie, les avantages et les défis liés à ce biocarburant, les réglementations gouvernementales et les politiques en la matière, ainsi que sur les tendances actuelles du marché national des biocarburants. Les entretiens ont été enregistrés avec l'accord des participants.

Le guide d'entretien utilisé lors de cette étude est structuré en trois parties principales. La première partie concerne les informations générales sur l'interviewé et l'interviewer. La deuxième partie est consacrée aux biocarburants en général et au biodiesel en particulier, ainsi qu'aux défis liés à leur production et à la possibilité de développement de l'industrie du biodiesel en Algérie. Elle évalue également l'existence de réglementations et de politiques qui soutiennent la production de biodiesel dans l'Algérie. Enfin, la dernière partie est consacrée aux recommandations et aux conclusions. (Voir l'annexe guide d'entretien)

Les différents volets de l'entretien ont les objectifs suivants :

- Premier volet de l'entretien : L'objectif de cette section est d'examiner en profondeur les biocarburants, en se concentrant sur leur utilisation présente et future en Algérie. Les questions posées visent à obtenir des informations détaillées sur les perceptions et les perspectives des experts concernant les biocarburants dans le contexte spécifique de l'Algérie.
- Deuxième volet de l'entretien : L'objectif de cette section est d'analyser spécifiquement l'utilisation des biodiesels en Algérie, en évaluant leur impact sur l'économie et l'environnement du pays. Les questions posées se penchent également sur l'évolution des projets gouvernementaux liés aux biodiesels, le cas échéant, afin de comprendre les politiques actuellement en place et les initiatives futures envisagées.

- Troisième volet de l'entretien : Cette section vise à identifier et à examiner les défis rencontrés dans la production de biodiesel en Algérie, en mettant l'accent sur les ressources nécessaires, les ressources disponibles, le matériel et l'infrastructure associés à cette production. L'objectif est de comprendre les contraintes et les obstacles qui peuvent influencer la production et d'évaluer les possibilités d'amélioration.
- Quatrième volet de l'entretien : L'objectif de cette section est de déterminer les politiques et les réglementations en vigueur concernant le biodiesel en Algérie. Les questions posées visent à obtenir des informations précises sur les cadres juridiques, les normes et les règlements qui régissent la production, la distribution et l'utilisation du biodiesel dans le pays.
- Cinquième volet de l'entretien : Cette section se concentre sur l'examen des politiques et des réglementations spécifiques liées à la production et à l'utilisation du biodiesel en Algérie. L'objectif est de comprendre comment ces politiques sont mises en œuvre et appliquées, ainsi que leur impact sur le développement et l'adoption du biodiesel dans le pays.
- Sixième et dernier volet de l'entretien : L'objectif de cette section est de tirer des conclusions et de formuler des recommandations basées sur les informations recueillies dans les volets précédents de l'entretien. L'accent est mis sur l'analyse des résultats afin de fournir des orientations stratégiques pour le développement durable du marché du biodiesel en Algérie et d'éclairer son avenir.

3. La sélection des participants

Dans le but d'approfondir notre compréhension de l'avenir du biodiesel en Algérie, une sélection de participants a été réalisée pour recueillir les connaissances et les expériences des experts du secteur de l'énergie. Les participants inclus dans cette étude comprennent des responsables gouvernementaux ainsi que des consultants spécialisés dans les domaines de l'énergie, de l'économie et de la transition énergétique. La sélection a été basée sur leur expérience professionnelle et leur expertise dans les domaines de l'énergie, de la transition énergétique et de l'économie pétrolière.

3.1. Description des profils des participants

Les entrevues ont été menées avec un total de neuf (9) experts, chacun ayant un profil différent afin d'enrichir cette étude. Tous les participants possèdent une expérience significative dans le domaine des énergies, avec une expertise particulière en transition énergétique.

R1 : Anonyme (Sensibilité du poste occupé)

- Ingénieure chimiste de formation, avec un magister en génie des procédés organiques de l'École Militaire Polytechnique ex-ENITA Bordj El Bahri, un doctorat en chimie des polymères de l'Université de Montpellier en France.
- Formatrice au niveau de l'école de la SONEGAS dans le domaine du management énergétique, environnemental et de la sécurité industrielle, de la certification, ainsi que sur tous les systèmes de management qualité conformes aux normes ISO.
- Experte consultante en énergie dans le ministère des énergies et des mines.

R2 : Ahmed LAIDOUCI

- Docteur en économie à l'université de Blida.
- Chercheur au CREAD.
- Expert dans le domaine du marché pétrolier.

R3 : Fetta DANANE

- Doctorat en Sciences, Génie des procédés, Spécialité : Génie des Procédés Industriels, Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène
- Maître de Recherche A Division Bioénergie et Environnement, Centre de Développement des Energies Renouvelables CDER.

R4 : Tewfik HASNI

- Toufik Hasni est un Ingénieur en génie chimique et raffinage.
- Il a débuté en 1970 pour accéder, en 1984, au poste de Vice-Président de Sonatrach avant de devenir PDG de NEAL.
- Il a été membre du groupe d'experts qui a constitué DESERTEC.

- Toufik Hasni est aussi consultant au ministère de l'Environnement et des énergies renouvelables.

R5 : CHEMINI Rachida

- Professeure de génie chimique est affiliée à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene à Alger depuis mars 2012.
- Elle a travaillé pour la société pétrolière et gazière Sonatrach entre février 2006 et mars 2012.
- Avant sa collaboration avec Sonatrach, elle a occupé un poste de chargée de cours à l'Institut Algérien du Pétrole (IAP Boumerdes) d'avril 1993 à février 2006.
- Elle a réalisé ses études doctorales à l'Institut National Polytechnique de Toulouse
- Elle a effectué ses études de premier cycle à l'École Nationale Polytechnique d'Alger.

R6 : El-Hadi Bencharef

- Master en génie des procédés de l'université de Boumerdes
- Responsable laboratoire filière carburant de Naftal.

R7 : Imene Abderrahmane

- Master en génie des procédés de l'université de Bab-ezzouar
- Responsable dans laboratoire filière carburant de Naftal

R8 : Anonyme (Sensibilité du poste occupé)

- Magistère et doctorat dans la spécialité génie mécanique énergétique.
- Expert consultant au ministère des énergies et des mines.
- Ancien cadre énergéticien chez sonatrach.

R9 : CHOHRA Mohammed

- Une formation académique en sciences de management et ingénierie,
- Un cadre supérieur au CNESE.
- Professeur à l'ENSM.
- Directeur de la mission entrepreneuriale.
- Une expérience antérieure en tant que cadre dans les travaux publics.

Tableau 2 : Liste des participants

<i>N°</i>	<i>Nom et Prénom</i>	<i>Durée de l'entretien</i>	<i>Poste occupé</i>
1	Anonyme	5 heures répartie en plusieurs rencontres	Experte consultante en énergie dans le ministère des énergies et des mines
2	Ahmed LAIDOUCI	3 heures	Chercheur au CREAD et Expert en économie pétrolière
3	Fetta DANANE	30 min	Chercheur au CDER
4	Tewfik HASNI	Réponses écrites	Expert consultant au ministère de l'Environnement et des énergies renouvelables
5	CHEMINI Rachida	45 min	Professeure en génie chimique à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene
6	El-Hadi Bencharef	50 min	Responsable laboratoire filière carburant de Naftal
7	Imene Abderrahmane	1h	Responsable dans laboratoire filière carburant de Naftal
8	Anonyme	2h	Expert consultant au ministère des énergies et des mines
9	CHOHRA Mohammed	50 min	Un cadre supérieur au CNESE

Source : Elaboré par nous-même

4. L'analyse des données

L'analyse des données est le processus d'apprentissage de la manière dont différentes informations sont liées et comment ces relations s'affectent mutuellement

Une fois que les entretiens ont été menés à bien, les données collectées ont été analysées à l'aide du processus de notre analyse qui est composé de cinq phases :

- a) **Transcription des entretiens** : La transcription implique de reproduire fidèlement chaque entretien qui a été enregistré et consigné sous forme écrite. Elle offre la possibilité de prendre en compte à la fois les opinions individuelles des répondants et de les comparer entre elles. Elle permet de décomposer les entretiens en leurs éléments constitutifs. De plus, la transcription constitue un moment de pause qui incite le chercheur à la réflexion. (Deslauriers, 1987)
- b) **Codage** : Le processus de codage examine minutieusement, étape par étape, les textes des entretiens ou des observations. Il consiste à décrire, classer et transformer les données qualitatives brutes en fonction de la grille d'analyse préétablie. Cette tâche est complexe et nécessite une attention soutenue, ne pouvant être automatisée par aucun système. (BERG, 2003)
- c) **Analyse** : Deux étapes d'analyse ont été effectuées : une analyse verticale et une analyse horizontale.
 - Premièrement, **l'analyse horizontale** consiste à compter les occurrences de chaque thème dans l'ensemble des entretiens complets et détaillés. Cela permet d'avoir une vue d'ensemble des fréquences des thèmes abordés.
 - Deuxièmement, **l'analyse verticale** se concentre sur un seul entretien à la fois afin de déterminer l'ordre dans lequel les différents thèmes sont abordés pour une seule personne. Cette approche offre une perspective plus détaillée sur la manière dont les sujets sont traités individuellement.
- d) **Synthèse** : Pour conclure l'analyse de contenu, cette étape permet, comme son nom l'indique, de synthétiser tous les résultats obtenus à partir des entretiens. Les tableaux sont des outils de synthèse efficaces, car ils permettent d'intégrer de nombreuses informations en mettant en évidence les éléments clés d'une situation et les informations qui la décrivent.

Ils sont structurés sous la forme de lignes et de colonnes, offrant ainsi une organisation claire et concise des données.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

Section 1 : Analyse et interprétation des données qualitatives

Dans ce chapitre, nous allons analyser et discuter les réponses des participants à notre guide d'entretien. Nous étudierons attentivement les informations que nous avons recueillies lors des entretiens et les interpréterons afin de tirer des conclusions importantes.

Une attention particulière a été accordée aux défis auxquels est confrontée la production de biodiesel en Algérie. Les verbatims ont permis de recueillir des informations sur les obstacles liés aux ressources nécessaires et à leur disponibilité. Ces perspectives fournissent un aperçu précieux des difficultés rencontrées par les acteurs de l'industrie du biodiesel dans le pays. Les participants ont été invités à partager leurs points de vue sur des questions telles que le rôle des start-ups et des petites entreprises dans cette industrie, ainsi que sur la question de savoir si l'État devrait monopoliser ce secteur.

En outre, les entretiens ont porté sur les politiques et les réglementations entourant la production et l'utilisation de biodiesel en Algérie. Les verbatims ont permis de recueillir des informations sur le cadre réglementaire existant, les incitations gouvernementales et les mesures nécessaires pour promouvoir davantage l'adoption des biocarburants dans le pays.

Enfin, les conclusions et les recommandations ont été formulées à partir des avis des experts interviewés. Les participants ont été encouragés à partager leurs réflexions sur l'avenir du marché du biodiesel en Algérie et à proposer des mesures concrètes pour favoriser son développement durable.

Les verbatims extraits de ces entretiens offrent une perspective globale sur les défis, les opportunités et les recommandations pour le marché du biodiesel en Algérie. Ces résultats fournissent une base solide pour approfondir notre compréhension de cette industrie émergente et guider les futures décisions relatives à son développement.

1. Le premier axe : Biocarburant

Le tableau suivant présente les mots clés les plus fréquemment mentionnés par les interviewés lors de nos entretiens, reflétant ainsi les concepts et les sujets clés abordés en relation avec les biocarburants.

Tableau 3 : Verbatims relatifs à l'axe 1

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Efficace	✓	✓	✓	✓			✓	✓	
Ne compromet pas la sécurité alimentaire		✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓
Soutient le développement durable	✓	✓					✓		✓
Disponibilité de la matière première	✓	✓	✓		✓		✓	✓	
Processus de production facile	✓		✓	✓	✓		✓	✓	
Réalisable dans le moyen à long terme	✓	✓	✓	✓	✓				✓
Réponse écologique aux conférences internationales	✓	✓				✓	✓	✓	

Source : Elaboré par nous-même

Figure 1 : Nuage de mots relatifs à l'axe 1



Source : Elaboré par nous-même

Le tableau (3) présente les termes les plus fréquemment mentionnés dans les réponses des personnes interrogées concernant le premier axe. Le terme le plus fréquent est "Efficace", suivi par " Sécurité alimentaire ".

La majorité des répondants soutiennent fermement que les biocarburants de deuxième génération n'ont aucun impact négatif sur la sécurité alimentaire et leur utilisation est efficace. Cette affirmation repose sur le fait que les biocarburants sont principalement fabriqués à partir d'huiles de friture usagées, qui sont facilement disponibles en quantités abondantes. Cette disponibilité est en grande partie due aux habitudes alimentaires des citoyens algériens, qui utilisent fréquemment des huiles de friture dans leur cuisine.

Il convient de souligner que les experts en économie que nous avons consultés ont unanimement confirmé que l'utilisation de biocarburants soutient pleinement la politique de développement durable mise en place par le gouvernement algérien. Cette politique est conçue pour répondre aux normes internationales établies lors de conférences internationales axées sur la protection de l'environnement et la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Les biocarburants de deuxième génération représentent donc une initiative stratégique qui permet à l'Algérie de se conformer à ces exigences et de contribuer activement aux efforts mondiaux de lutte contre le changement climatique.

Par ailleurs, Les spécialistes issus des domaines techniques ont souligné que le processus de production des biocarburants de deuxième génération est relativement simple. Il consiste principalement à collecter les huiles de friture usagées, à les filtrer et à les purifier, puis à les traiter pour obtenir un carburant de haute qualité. Comparé à d'autres types de biocarburants, ce processus est considéré comme moins complexe et nécessite moins de ressources.

2. Le deuxième axe : Biodiesel

La deuxième partie de nos entretiens vise à recueillir les réponses des personnes interviewées concernant l'utilisation des biodiesels, leur impact sur l'économie et l'environnement du pays, ainsi que l'évolution des projets gouvernementaux liés aux biodiesels, le cas échéant.

Tableau 4 : Verbatims relatifs à l'axe 2

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Forte valeur fonctionnelle	✓		✓				✓	✓	
Source de recrutement	✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓
Eco-friendly	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Source de revenu	✓	✓	✓		✓		✓	✓	
Pas de projets gouvernementaux	✓	✓		✓		✓			✓
Carburant renouvelable au service de la transition énergétique	✓	✓			✓		✓	✓	
Forte préférence accordée à la deuxième génération	✓	✓	✓	✓			✓		
L'existence d'un marché noir.			✓					✓	

Source : élaboré par nous même

Figure 2 : Nuage de mots relatifs à l'axe 2



Source : élaboré par nous même

Le tableau (4) représente les termes qui sont le plus revenu dans les réponses des personnes interviewés à cette question. Le terme «Eco-friendly» revient le plus dans les réponses collectées, suivit par le terme de « Source de revenu» et de «Deuxième génération».

D'après une majorité des répondants, le biodiesel est considéré comme un produit respectueux de l'environnement, ayant la capacité de contribuer à la décarbonisation d'un environnement pollué. Les avantages techniques de ce carburant sur les moteurs à combustion interne et son effet positif sur leur durée de vie ont été soulignés.

La mise en place d'une infrastructure de production de biodiesel en Algérie est perçue comme une opportunité pour lutter contre le chômage en offrant de nouvelles perspectives d'emploi. Par ailleurs, la disponibilité d'entreprises spécialisées dans la collecte et le traitement des huiles à l'échelle nationale, ainsi que leur capacité à exporter ces produits à l'étranger pour des entreprises de production du biodiesel, confirment que la production du biodiesel peut être considérée comme une source de revenus et de génération de devises.

Les experts en économie manifestent une préférence marquée pour le biodiesel de deuxième génération, qui présente l'avantage de ne pas compromettre la sécurité alimentaire tout en encourageant le mix énergétique. Néanmoins, certains répondants ont fait état de l'existence d'un

marché noir de biodiesel en Algérie, indiquant ainsi l'existence d'un commerce non réglementé. La mise en place d'une réglementation appropriée pourrait contribuer à éliminer ce marché parallèle et favoriser l'établissement d'un marché légal pour le biodiesel.

3. Le troisième axe : Les défis liés à la production de biodiesel

La troisième partie de l'entretien se concentre sur les défis auxquels est confrontée la production de biodiesel, notamment en termes de ressources requises, de ressources disponibles, de matériel et d'infrastructure.

Tableau 5 : Verbatims relatifs à l'axe 3

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Volonté gouvernementale nécessaire	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pays du pétrole et gaz	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Secteur agricole faible				✓				✓	
Subvention au diesel fossile	✓	✓		✓	✓	✓			✓

Source : élaboré par nous même

Figure 3 : Nuage de mots relatifs à l'axe 3



Source : élaboré par nous même

Le tableau (5) reflète les termes les plus fréquemment mentionnés dans les réponses des personnes interviewées à cet axe. Le terme "volonté gouvernementale" est celui qui revient le plus souvent dans les réponses collectées, suivi par les termes "pays du pétrole et du gaz" et "subvention excessive".

Selon les répondants, il est primordial que le gouvernement algérien manifeste une volonté politique claire afin de promouvoir la production de biocarburants en Algérie. En tant que pays doté de ressources abondantes en pétrole et en gaz, l'économie algérienne est étroitement liée au secteur des énergies fossiles, ce qui a des conséquences négatives sur l'économie du pays. De plus, les subventions accordées aux carburants fossiles sont perçues comme un obstacle au développement durable.

En outre, certains participants ont mis en évidence le caractère relativement faible du secteur agricole en Algérie, ce qui représente un défi en termes de disponibilité de la matière première nécessaire à la production de biocarburants. Néanmoins, d'autres répondants considèrent cette situation comme une opportunité, car elle pourrait encourager le développement durable du secteur de la culture du tournesol en Algérie.

4. Le quatrième axe : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

La quatrième partie de l'entretien est dédiée à l'exploration du développement d'une industrie viable du biodiesel en Algérie.

Tableau 6 : Verbatims relatifs à l'axe 4

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Startup ou petite entreprise	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Monopolisé par l'état								✓	

Source : élaboré par nous même

Figure 4 : Nuage de mots relatifs à l'axe 4



Source : élaboré par nous même

Le tableau (6) représente les termes les plus fréquemment mentionnés dans les réponses recueillies en ce qui concerne l'axe du développement de l'industrie du biodiesel en Algérie. Il est intéressant de noter que le terme qui revient le plus souvent est "startup ou petite entreprise".

Sur les répondants, 8 sur 9 ont exprimé leur soutien aux startups et aux petites entreprises s'engageant dans la production de biocarburants. Ils considèrent que le secteur des biocarburants, y compris le biodiesel, est relativement nouveau et en constante évolution. Les startups et les petites entreprises sont souvent plus agiles et innovantes, ce qui leur permet d'adopter rapidement de nouvelles technologies et de s'adapter aux changements du marché.

Cependant, une répondante a exprimé une opinion différente en soutenant que ce type de production devrait être monopolisé par l'État. Elle argumente que cette approche garantirait une qualité uniforme du biodiesel sur l'ensemble du territoire algérien. Son point de vue met en évidence l'importance de la qualité et de la régulation dans le secteur des biocarburants.

5. Le cinquième axe : Politiques et réglementations

Le cinquième volet de l'entretien concerne les politiques et réglementations en matière de production du biodiesel en Algérie.

Tableau 7 : Verbatims relatifs à l'axe 5

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Transition énergétique dans le cadre du développement durable	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pas de réglementation spécifique	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Source : élaboré par nous même

Figure 5 : Nuage de mots relatifs à l'axe 5



Source : élaboré par nous même

Le tableau (7) met en évidence les termes les plus fréquemment mentionnés dans les réponses recueillies, en ce qui concerne l'axe politique et les réglementations. Il est remarquable de constater que les verbatim les plus récurrents sont "pas de réglementation spécifique" et "Transition énergétique dans le cadre du développement durable".

Les experts ont confirmé que le gouvernement algérien est actuellement engagé dans l'élaboration de réglementations et de politiques visant à promouvoir la politique de la transition vers des sources d'énergie plus propres et renouvelables. Cependant, il convient de noter qu'à ce stade, il

n'existe pas de réglementation spécifique exclusivement dédiée au biodiesel car le secteur des biocarburants, y compris le biodiesel, est encore relativement nouveau en Algérie. Par conséquent, il peut être nécessaire de prendre en compte plusieurs aspects, tels que les critères de qualité, les procédures de certification, les normes environnementales et les exigences de production, afin de développer une réglementation spécifique adaptée à cette industrie.

6. Le sixième axe 6 : Recommandation

Le dernier axe de l'entretien se concentre sur les recommandations pour le développement d'une industrie du biodiesel en Algérie.

Tableau 8 : Verbatims relatifs à l'axe 6

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9
Avoir une volonté gouvernementale	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Politique fiable	✓			✓		✓	✓	✓	✓
Développer une équipe de recherche multidisciplinaire.	✓				✓		✓		
Encourager activement les partenariats étrangers		✓						✓	✓
Collaboration avec les chercheurs du CDER.	✓		✓		✓		✓		

Source : élaboré par nous même

Figure 6 : Nuage de mots relatifs à l'axe 6



Source : élaboré par nous même

Le tableau (8) révèle les termes les plus fréquemment cités dans les réponses collectées, en ce qui concerne les recommandations.

Les répondants ont souligné que le développement d'une industrie du biodiesel en Algérie nécessite avant tout une volonté gouvernementale clairement exprimée. Cela se traduit par la mise en place d'une politique fiable et cohérente qui encourage ce type de production et établit une feuille de route claire pour sa réalisation. De plus, il est nécessaire de constituer une équipe de recherche multidisciplinaire capable de travailler en collaboration et en harmonie.

D'un autre côté, certains répondants ont encouragé les partenariats étrangers pour bénéficier de l'expertise et de la maîtrise technologique. Ils considèrent que la collaboration avec des acteurs étrangers permettrait d'accélérer le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie. En revanche, d'autres ont recommandé l'envoi d'une équipe de recherche à l'étranger pour acquérir des connaissances et des compétences spécifiques, puis les mettre en pratique sur le territoire algérien.

Plusieurs experts ont encouragé la décision d'accorder la priorité de collaboration avec les chercheurs de l'unité bioénergie du CDER (Centre de Développement des Energies Renouvelables). Ces experts possèdent une expertise reconnue dans le domaine de la bioénergie et qu'ils ont accumulé des connaissances et une expérience précieuses en matière de production de biodiesel à partir d'huiles de friture usagées.

Section 2 : Discussion

L'objectif de ces entretiens est de recueillir des informations détaillées permettant d'explorer en profondeur les différents aspects liés au développement de l'industrie du biodiesel.

Les résultats de l'étude apportent des éléments concrets en faveur de l'utilisation des biocarburants, en particulier le biodiesel de la deuxième génération, tout en soulignant les obstacles associés à sa production en Algérie. L'étude a également analysé les perspectives de développement d'une industrie du biodiesel en Algérie, en prenant en compte les politiques et réglementations qui encadrent les énergies renouvelables dans le pays.

Les répondants sont en accord avec l'idée que l'Algérie possède un potentiel considérable en termes d'énergies renouvelables, notamment l'énergie solaire, éolienne et la biomasse. Ces sources d'énergie ont la capacité d'être exploitées et de contribuer de manière significative à la transition énergétique en Algérie. Ces résultats sont en accord avec les résultats issues des recherches précédemment réalisées par (Tagrerout & Atmania, 2021) ; (Abban & Hasan, 2021). De plus, les experts ont validé que les biocarburants issus de la biomasse sont devenus une solution très intéressante pour faire face aux problèmes liés à l'énergie et à l'environnement du moyen à long terme. Ils présentent de nombreux avantages, notamment leur capacité à réduire efficacement les émissions de gaz à effet de serre par rapport aux combustibles fossiles. De plus, le biodiesel de la deuxième génération constitue une alternative qui ne met pas en péril la sécurité alimentaire et qui soutient le développement durable. Les résultats de cette recherche sont fortement cohérents avec les résultats de l'étude réalisée par. (M.M.K, M.G, M.M.K, N, & A.K, 2016).

D'une autre part, les biocarburants se distinguent par leur capacité à être fabriqués à partir de différentes matières premières renouvelables telles que les cultures énergétiques, les résidus agricoles et les déchets organiques. Cette diversité de sources assure une disponibilité régulière et réduit la dépendance aux ressources limitées. Ces résultats sont conformes aux résultats de (Neha , et al., 2018)

Suite aux résultats de l'étude, la majorité des experts interrogés ont exprimé un soutien en faveur de la conversion des huiles de friture usagées en biodiesel en raison de leur disponibilité abondante en Algérie. Cette affirmation est étayée par le rapport de (AND, 2021) qui met en évidence l'importance de valoriser les déchets dans une perspective d'économie circulaire. Par ailleurs, dans

son étude en 2015, Kargbo a examiné la production de biodiesel à partir d'huiles de cuisson usagées en utilisant une réaction de transestérification avec du méthanol. Les résultats de sa recherche ont démontré que tous les paramètres de qualité respectaient les normes ASTM et que les émissions de particules de matière biodiesel étaient nettement inférieures à celles des combustibles fossiles. Plusieurs d'autres recherches ont validé ces résultats (Kargbo, 2015) ; (Thilakarathne, Viraj Miyuranga, Arachchige, Weerasekara, & Jayasinghe, 2021) ; (Kulkarni, Nikam, Harkut, & Kate, 2020) Cela confirme la faisabilité de cette production et corroborent donc les résultats obtenus dans cette étude.

Selon l'analyse des résultats des entretiens effectués avec les experts en chimie et en mécanique, il a été constaté que les biocarburants, notamment le biodiesel, ont démontré leur capacité à apporter des améliorations significatives à la durée de vie et au rendement des moteurs diesel. Ces améliorations se traduisent notamment par une réduction de l'usure des pièces, en particulier dans les systèmes d'injection de carburant à haute pression. Cette amélioration est attribuée à la propriété intrinsèque des biocarburants qui offre une meilleure lubrification, réduisant ainsi les frottements et diminuant l'usure interne des composants du moteur. En conséquence, les moteurs bénéficient d'une fiabilité accrue et d'une durée de vie prolongée. Ces résultats sont en accord avec les résultats de (Allouane, 2012) ; (R.E.E & G, 2015). Ainsi que les constatations de l'étude confirment qu'il y a avantage supplémentaire des biocarburants, qui réside dans la simplicité de leur processus de production. En particulier, la transestérification est une technique relativement simple qui peut être mise en œuvre à grande échelle sans difficulté. Les résultats sont en harmonie avec les résultats de (Atadashi I., Aroua, Abdul Aziz, & Sulaiman, 2013) ; (A, B, G, & T, 2014) Et cela va à l'encontre des résultats de recherche de (Dorin & Gitz, 2008)

En tenant compte des résultats de l'analyse, le biodiesel joue un rôle fondamental en tant que carburant renouvelable dans le contexte de la transition énergétique. Il offre des opportunités d'emploi significatives dans divers secteurs et spécialités. La promotion de la production de biodiesel génère de nouvelles perspectives professionnelles, contribuant ainsi à la croissance économique et à la génération de revenus en devises. De plus, le biodiesel se distingue par sa responsabilité environnementale. Il permet une réduction des émissions de gaz à effet de serre et une diminution de la dépendance aux combustibles fossiles, ce qui en fait un choix attractif pour atteindre les objectifs de durabilité et de préservation de l'environnement. Ces résultats sont

conformes aux résultats de (Das, 2020); (Murugesan, Umarani, Chinnusamy, Subraminian, & Neduzchezhain, 2009); (Tayari, Abedi, & Abedi, 2020) Cependant, il convient de souligner l'existence d'un marché noir du biodiesel dans lequel des activités illégales peuvent compromettre la qualité et l'intégrité du carburant. Il est impératif de lutter contre ce marché clandestin afin de garantir une production légale et de haute qualité, tout en préservant les intérêts des acteurs légitimes de l'industrie. En outre, la volonté gouvernementale est nécessaire pour mettre en place des politiques favorables à la transition énergétique dans les pays du pétrole et du gaz. Malgré leur dépendance historique à ces ressources fossiles, il est essentiel d'encourager la diversification vers des sources d'énergie renouvelable. Ces résultats sont en accord avec les résultats de (Atmania & M. SALEM, 2018)

L'absence de réglementation spécifique concernant le biodiesel présente à la fois des opportunités et des défis. Elle offre une plus grande flexibilité et liberté d'innovation, favorisant la recherche de nouvelles technologies et de différentes sources de matières premières. Cependant, l'absence de directives précises rend difficile l'établissement de normes de qualité et de performance, ce qui peut affecter la crédibilité du biodiesel sur le marché et entraîner des disparités entre les producteurs. D'une autre part, les startups ou les petites entreprises peuvent jouer un rôle crucial dans la production de biodiesel. Leur agilité et leur capacité d'innovation permettent d'explorer de nouvelles approches et technologies pour produire ce type de carburant renouvelable. Selon les avis des experts et d'après la loi n° 22-18 du 25 Dhou El Hidja 1443 correspondant au 24 juillet 2022 relative à l'investissement, il est également essentiel que le secteur du biodiesel ne soit pas monopolisé par l'État. Au contraire, il est préférable d'encourager les investissements des acteurs privés dans ce domaine. Cela favorise la concurrence, stimule l'innovation et contribue à la croissance économique.

Les répondants mettent en évidence la nécessité de mettre en place certaines recommandations clés pour garantir une production efficace de biodiesel en Algérie dans le cadre de la transition énergétique. Tout d'abord, il est impératif d'observer une volonté gouvernementale claire et engagée en adoptant des politiques fiables et cohérentes qui favorisent activement le développement et la promotion du biodiesel en tant que carburant renouvelable. Les résultats sont en adéquation avec les résultats de (Aragonés, Domínguez, Ondrejčíková, & Torralvo , 2022) De plus, il est essentiel de former une équipe de recherche multidisciplinaire composée d'experts issus

de divers domaines tels que la chimie, l'agronomie et l'ingénierie. Cette équipe devrait mener des études approfondies afin d'identifier les meilleures pratiques pour la production de biodiesel en Algérie. Une telle approche collaborative stimulera l'innovation et permettra l'optimisation des procédés de production. Ces points ont été abordés dans la recherche menée par (Amouri, Allouache, Ahmed Zaïd, Aziza, & Zanndouche, 2012) Parallèlement, il est primordial de promouvoir activement les partenariats étrangers afin d'établir des collaborations bénéfiques. Ces partenariats offrent des opportunités d'échange de connaissances, de technologies et de bonnes pratiques entre l'Algérie et d'autres pays possédant une expertise avancée dans le domaine du biodiesel. En encourageant le transfert de technologies, ces collaborations peuvent contribuer au renforcement des capacités locales.

Les résultats de l'étude soulignent un vif intérêt à accorder la priorité à la collaboration avec les chercheurs de l'unité bioénergie du CDER. Ce choix découle principalement de leur solide expérience pratique en laboratoire dans le domaine spécifique de la production de biocarburants.

Conclusion

L'objectif principal de cette étude consiste à examiner les perspectives et les défis qui se présentent dans le contexte du développement de l'industrie du biodiesel en Algérie et d'examiner la faisabilité de la production de ce dernier par des startups. Pour atteindre cet objectif, une approche méthodologique basée sur des entretiens individuels a été adoptée. La diversité des profils des participants a engendré une variété de résultats dans le cadre de cette étude, en mettant l'accent sur son objectif principal. La diversité parmi les participants apporte une pluralité de perspectives et d'expériences, contribuant ainsi à enrichir les conclusions globales de l'étude.

Les biocarburants sont considérés comme une source d'énergie renouvelable prometteuse, offrant des avantages multiples tels que la réduction des émissions de GES et la diversification du mix énergétique. Dans le contexte de la transition énergétique actuelle, ils peuvent compléter les combustibles fossiles en réduisant leur dépendance et en favorisant le développement durable. En Algérie, les biocarburants issus d'huiles de friture usagées présentent un potentiel intéressant en valorisant les déchets tout en réduisant leur impact environnemental négatif. Cependant, pour exploiter pleinement ce potentiel, des mesures claires de politique publique, des investissements appropriés, le développement d'infrastructures adaptées et une sensibilisation adéquate sont nécessaires pour soutenir le développement de la production du biodiesel en Algérie.

Cette approche contribue à augmenter la capacité économiques en créant des emplois dans plusieurs secteurs, tout en favorisant le développement économique grâce à une plus grande indépendance énergétique et à la préservation de l'environnement par la réduction des GES et la conservation des ressources naturelles. Actuellement, il n'est pas exact de dire qu'il n'y a pas de projets gouvernementaux pour la production de biodiesel ni de réglementations spécifiques. Cependant, l'Algérie a le potentiel pour développer une industrie de biodiesel durable, mais cela nécessite un engagement soutenu du gouvernement, des investissements adéquats dans les infrastructures et la recherche, ainsi qu'une sensibilisation et une éducation accrues de la population aux avantages du biodiesel.

L'avenir des biocarburants en Algérie, en particulier ceux dérivés des huiles de friture usagées, repose sur l'implication des start-ups spécialisées dans ce secteur. Les jeunes entreprises apportent des avancées techniques et des approches novatrices pour relever les défis de production de biocarburants à partir de ces sources spécifiques. Leur réussite dépendra de leur capacité à

développer des technologies performantes et économiquement viables, nécessitant des investissements importants en recherche et développement et des collaborations avec les centres de recherche. Sur le plan économique, les start-ups stimulent la croissance et créent des emplois en introduisant de nouvelles activités dans le secteur des biocarburants. Elles jouent un rôle essentiel dans la création d'une chaîne de valeur locale en établissant des partenariats solides avec les producteurs d'huiles de friture usagées, les entreprises de collecte et de traitement des déchets, ainsi que les distributeurs de biodiesel.

Prolongements possibles de la recherche

L'objectif principal de notre étude est d'analyser les perspectives d'avenir et les tendances du marché des biocarburants, en prenant en compte le contexte spécifique de l'Algérie. Dans cette optique, des études futures pourraient se pencher sur les points suivants :

- Comparaison des coûts de production du biodiesel et du pétrodiesel, en excluant les subventions accordées par l'État.
- Evaluation de la rentabilité des investissements dans les installations de production de biodiesel.
- Analyse des politiques gouvernementales et les incitations économiques liées à la production de biodiesel.
- Utiliser des modèles économiques et des outils d'analyse pour simuler différents scénarios et évaluer l'impact économique de différentes variables, telles que les prix du pétrole, les politiques fiscales et les technologies émergentes sur la production du biodiesel.

Bibliographie

- A, A., B, G., G, N., & T, Y. (2014). AN EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECTIVE PARAMETERS ON WET WASHING OF BIODIESEL PURIFICATION. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering*, 9, 1525-1537. doi:10.15282/ijame.9.2013.4.0126
- Abban, A., & Hasan, M. (2021, Avril). Revisiting the determinants of renewable energy investment - New evidence from political and government ideology. *Energy Policy*, 151, 112184. doi:10.1016/j.enpol.2021.112184
- Abdulfatah , A., Danjuma , A., Zhu , J., Tajuddeen , Y., Magaji , T., Bala , A., . . . H, D. (2022, Janvier). Influence of waste oil-biodiesel on toxic pollutants from marine engine coupled with emission reduction measures at various loads. *Atmospheric Pollution Research*, 13, 101258. doi:10.1016/j.apr.2021.101258
- Abedi, R., Tayari, S., & Rahi, A. (2020, Mars). Comparative assessment of engine performance and emissions fueled with three different biodiesel generations. *Renewable Energy*, 1058-1069. doi:10.1016/j.renene.2019.09.068
- Afilal, M., Abbadin, Laiche, H., & Elfarh, A. (2019, Janvier). Le mixe énergétique et les GES au Maroc : Évaluation des Scenarios et. *Revue Espace Géographique et Société Marocaine*, 26(237-290).
- Afroune, N., & Achouche, M. (2018). Analyse de la relation entre le prix du pétrole et le taux de change réel de dinar algérien. *The journal of Economics and Finance (JEF)*.
- Agra CEAS Consulting. (2009). *Potentiel pour la production de biocarburants dans les pays de la FEMIP*. NOTE DE SYNTHÈSE.
- Akbi, A., & Rainelli, M. (2014). *Les implications du développement des biocarburants : Quel impact sur les pays en développement?* Thèse de doctorat, UNIVERSITE NICE SOPHIA ANTIPOLIS.
- Alengebawy, A., Mohamed, B., Ghimire, N., Jin, K., Liu, T., Samer, M., & Ai, P. (2022, Octobre). Understanding the environmental impacts of biogas utilization for energy production through life cycle assessment: An action towards reducing emissions. *Environmental Research*, 113632. doi:10.1016/j.envres.2022.113632
- Allouane , R. (2012). Le biodiesel : une source d'énergie propre et prometteuse. *Recherche et Développement*, 22.
- Amouri, M., Allouache, A., Ahmed Zaïd, T., Aziza, M., & Zannouché, O. (2012). Reflexion autour du développement d'une filière biocarburants en Algérie. *Le 2ème Séminaire International sur les Energies Nouvelles et Renouvelables*.

- Amrouche, F. (2009). Transition douce vers l'application de l'Hydrogène dans le transport : Gaz Naturel Enrichi par de l'Hydrogène « HGNC ». *Recherche et Développement*, 15, 10-11.
- Amsellem, D., Antoine, O., Copinschi, P., Hafner, M., & Laboué, P. (2021). *PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DES BIOCARBURANTS : JEUX DES ACTEURS ET ENJEUX FONCIERS*. Observatoire de la sécurité des flux et des matières énergétiques.
- AND. (2021). *Rapport sur l'État de la Gestion des Déchets en Algérie*. Agence National Des Dechets .
- Andreani, J.-C. (2014). METHODES D'ANALYSE ET D'INTERPRETATION DES ETUDES QUALITATIVES : ETAT DE L'ART EN MARKETING .
- Aragonés, M., Domínguez, C., Ondrejčíková, P., & Torralvo , F. (2022, Novembre). Bioenergy production side-streams availability assessment as decision making driver for sustainable valorisation technologies development. Case study: Bioethanol and biodiesel industries. *Energy Reports*, 8, 6856-6865. doi:10.1016/j.egyr.2022.05.030
- Arithuis, M., Marini, P., Montesquiou, A., Gaillard, Y., Adnot, P., Angles, B., . . . Jégou, J.-J. (2008). *Le Brésil, puissance globale à l'heure des biocarburants*. Rapport d'information.
- Atabani, A., Silitonga, A., Badruddin, I., Mahlia, T., Masjuki, H., & Mekhilef, S. (2012, Mai). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2070-2093. doi:10.1016/j.rser.2012.01.003
- Atabani, A., Silitonga, A., Badruddin, I., Mahlia, T., Masjuki, H., & Mekhilef, S. (2012, Mai). comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2070-2093. doi:10.1016/j.rser.2012.01.003
- Atadashi, I., Aroua, M., Abdul Aziz, A., & Sulaiman, N. (2013, Janvier). The effects of catalysts in biodiesel production: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19, 14-26. doi:10.1016/j.jiec.2012.07.009
- Atadashi, I., Aroua, M., Abdul Aziz, A., & Sulaiman, N. (2013, Janvier). The effects of catalysts in biodiesel production: A review. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 19, 14-26. doi:10.1016/j.jiec.2012.07.009
- Atmania, H., & M. SALEM, A. (2018). L'investissement dans les énergies renouvelables en Algérie ; un pas vers la transition énergétique (Cas de l'énergie solaire). *Revue Algérienne d'Economie de gestion*, 12(1).
- Ayad, M., Belkharroubi, F., Boufadi, F., Khorsi, M., Zoubir, M., Ameri, M., . . . Bensaid , D. (2020). First-principles calculations to investigate magnetic and thermodynamic properties of new multifunctional full-Heusler alloy Co₂TaGa. *Indian Journal of Physics*, 94, 767-777.

- Ayoola, A., Hymore, K., & Omonhinmin, C. (2017). Optimization of Biodiesel Production from Selected Waste Oils Using Response Surface Methodology. *Biotechnology*, 16. doi:10.3923/biotech.2017.1.9
- Azizi, M. (2010). Perspectives de développement de la bioénergie en Algérie. *Bulletin des Energies Renouvelables*(17), 1-4.
- Balat, M., & Balat, H. (2010, Juin). Progress in biodiesel processing. *Applied Energy*, 87, 1815-1835. doi:10.1016/j.apenergy.2010.01.012
- Baribeau, C., & Royer, C. (2012). L'entretien individuel en recherche qualitative : usages et modes de présentation dans la Revue des sciences de l'éducation. *Revue des sciences de l'éducation*, 38(1), 23-45. doi:10.7202/1016748ar
- Bawadi , A., Syed Anuar Faua'ad Syed , M., Zahra , S., Shahrul , I., Khairul , A., Azmi , N., & Md Maniruzzaman A , A. (2019, Juin). Fourth generation biofuel: A review on risks and mitigation strategies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 107, 37-50. doi:10.1016/j.rser.2019.02.018
- Belaribi, I., & Zouaoui, H. (2021). MODELISATION DE L'INFLUENCE DE LA VARIATION DES PRIX DU PETROLE A L'EXPORTATION SUR PRINCIPAUX AGREGATS MACROECONOMIQUES. *Revue d'Economie et de Statistique Appliquée*, 18(1), 245-260.
- Bello, F., Kagher, J., Safiyanu, R., Usmana , R., Abdulkareema , A., & Kovo, A. (2022). *Production and characterization of hierarchical zeolite Y catalyst for biodiesel production using waste cooking oil as a feedstock*. doi:10.1080/17597269.2022.2140883
- Benoit, G. (2008). Intérêts et limites des biocarburants de première génération. *Journal de la Société de Biologie*, 202, 161-165. doi:10.1051/jbio:2008028
- BERG, B. (2003). *Qualitative Research Methods for the Social Sciences* (éd. 5nd). (A. & Bacon, Éd.)
- Berna, H. (2009). *Transestification des huiles végétales par l'éthanol en conditions douces par catalyses hétérogènes acide et basique*. Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard Lyon I , France.
- Bhuiya, M. M., M. G. Rasul, M. M. K. Khan, N. Ashwath, A. K. Azad, & M. A. Hazrat. (2014). Second Generation Biodiesel: Potential Alternative to Edible Oil-Derived Biodiesel. *Energy Procedia* 61.
- Bisulandu, B.-J., & Pongo , P. (2014). Les énergies renouvelables face à l'épuisement des énergies fossiles: Utilisation et Valorisation des déchets dans les fours de cimenterie. *Septième édition du COLLOQUE FRancophone en Energie, Environnement, Economie et Thermodynamique*.
- Boudghene Stambouli, A., Khiat, Z., Flazi, S., & Kitamura, Y. (2012, Septembre). A review on the renewable energy development in Algeria: Current perspective, energy scenario and

- sustainability issues. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 4445-4460. doi:10.1016/j.rser.2012.04.031
- Boudries, R. (2014). L'hydrogène en tant que carburant dans le secteur du transport: Cas de l'Algérie. *Revue des Energies Renouvelables SIENR*, 14, 71-79.
- Bournay, L., Casanave, D., Delfort, B., Hillion, G., & Chodorge, J. (2005). New heterogeneous process for biodiesel production: A way to improve the quality and the value of the crude glycerin produced by biodiesel plants. *Catalysis Today*, 106, 190-192. doi:10.1016/j.cattod.2005.07.181
- British Petroleum Company. (2022). BP statistical review of world energy. (B. P. Co, Éd.)
- Capodaglio, A., & Callegari, A. (2017). Feedstock and process influence on biodiesel produced from waste sewage sludge. *J Environ Manage*. doi:10.1016/j.jenvman.2017.03.089
- Casimir, T. (2010). *Etude cinétique de l'oxydation de constituants de*. thèse de doctorat, UNIVERSITÉ D'ORLÉANS.
- CEREFEE. (2020). *Transition Energétique en Algérie : Leçons, Etat des Lieux et Perspectives pour un Développement Accéléré des Energies Renouvelables*. Commissariat aux Energies Renouvelables et à l'Efficacité Energétique, Alger.
- Chakravorty, U., Hubert, M.-H., & Moreaux, M. (2010). Politiques pro-biocarburants et climatique américaines : impact sur les choix énergétiques du Brésil et des Etats-Unis et bilan carbone. *Revue économique*, 61, 213-247. doi:10.3917/reco.611.0213
- Cherubini F, & Strømman A.H. (2011, janvier). Life cycle assessment of bioenergy systems: State of the art and future challenges. *Bioresource Technology*, 102, 437-451. doi:10.1016/j.biortech.2010.08.010
- Das, S. (2020). The National Policy of biofuels of India – A perspective. *Energy Policy*, 143, 111595. doi:10.1016/j.enpol.2020.111595
- Daud, N., Siti , R., Hassimi , A., & Yaakob, Z. (2015, Mars). Production of biodiesel and its wastewater treatment technologies: A review. *Production of biodiesel and its wastewater treatment technologies: A review*, 94, Pages 487-508. doi:10.1016/j.psep.2014.10.009
- Demirbas, A. (2009, Janvier). Progress and recent trends in biodiesel fuels. *Energy Conversion and Management*, 50(1), 14-34. doi:10.1016/j.enconman.2008.09.001
- Deshmukh, S., Kumar, R., & Bala , K. (2019, Aout). Microalgae biodiesel: A review on oil extraction, fatty acid composition, properties and effect on engine performance and emissions. *Fuel Processing Technology*, 191, 232-247. doi:10.1016/j.fuproc.2019.03.013
- Deslauriers, J.-P. (1987). L'analyse en recherche qualitative. *Cahiers de recherche sociologique*, 5(2), 145-152. doi:10.7202/1002031ar
- Dhurba, N. (2022). Biofuels from Renewable Sources, a Potential Option for Biodiesel Production. *Bioengineering*. doi:10.3390/bioengineering10010029

- Dorin, B., & Gitz, V. (2008). Écobilans de biocarburants : une revue des controverses. *Natures Sciences Sociétés*, 16, 337-347. doi:10.1051/nss/2008064
- Eddrief-cherfi, S. (2012). L'énergie renouvelable en Algérie Quelles alternatives aux énergies fossiles ? Solaire, nucléaire ou les deux à la fois ? *Revue de l'énergie*(609), 372-387.
- El Haj Youssef, H., Fetni, S., boubahri, C., Said, R., & Lassoued, I. (2019). An Experimental Study of Optimization of Biodiesel Synthesis from Waste Cooking Oil and Effect of the Combustion Duration on Engine Performance. *INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH*, 9(3).
- Esmaeili, H. (2022, Juin). A critical review on the economic aspects and life cycle assessment of biodiesel production using heterogeneous nanocatalysts. *Fuel Processing Technology*, 230, 107224. doi:10.1016/j.fuproc.2022.107224
- EurObserv'ER. (2007). LE BAROMÈTRE DES Biocarburants. *LE JOURNAL DES ÉNERGIES RENOUVELABLES*(179).
- FAO. (2008). *les biocarburants et la situations mondiale du commerce : la situation mondiale de l'alimentation et l'agriculture, Les biocarburants: risques et perspectives et opportunités.*
- Florent, A., & Laurent , F. (2014). *Étude expérimentale et théorique de la transestérification des huiles végétales par catalyse hétérogène : approche multi-étagée du procédé de synthèse du biodiesel.* Thèse de doctorat, l'Université de Lorraine.
- Gatete, C., & Dabat, M.-H. (2014). Développement des agrocarburants en Afrique de l'Ouest. Une analyse institutionnelle comparative. *Économie rurale*, 344. doi:10.4000/economierurale.4488
- Gielen, D., Boshell, F., Saygin, D., Bazilian, M., Wagner, N., & Gorini, R. (2019, Avril). The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 14, 38-50. doi:10.1016/j.esr.2019.01.006
- Grebemariam, S., & Marchetti, J. (2017). Biodiesel Production Technologies: Review. . *AIMS Energy*, 425–457.
- H.M, M., R, M., A, A., F.Y. , H., W.F.W. , I., & R, A. (2017, May). Production, characterization and performance of biodiesel as an alternative fuel in diesel engines – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 497-509. doi:10.1016/j.rser.2017.01.001
- Hamdani, H. (2014). IMPACT DE LA MALEDICTION DES SUBVENTIONS DES CARBURANTS EN ALGERIE SUR LA LONGEVITE DES RESERVES PETROLIERES. *Revue d'Economie et de Statistique Appliquée*(22).
- Hamiti, D. (2022). Les énergies renouvelables un paradigme de développement durable en Algérie. *Journal of Advanced Economic Research*, 8.

- Helga-Jane Scarwell. (2007). Vers la redéfinition des comportements énergétiques : des excédents agricoles aux cultures énergétiques! *BIOCARBURANTS, LES TEMPS CHANGENT !*, 89-123. doi:10.4000/books.septentrion.14933
- Huang, D., Zhou, H., & Lin, L. (2012). Biodiesel: an Alternative to Conventional Fuel. *Energy Procedia* , 16, 1874-1885. doi:10.1016/j.egypro.2012.01.287
- Hoekman, S., & Robbins, C. (2012, Avril). Review of the effects of biodiesel on NOx emissions. *Fuel Processing Technology*, 96, 237-249. doi:10.1016/j.fuproc.2011.12.036
- Imbret, G. (2010). L'ENTRETIEN SEMI-DIRECTIF : À LA FRONTIÈRE DE LA SANTÉ. *Association de Recherche en Soins Infirmiers*, 23-24.
- International Energy Agency. (2019). *World Energy Outlook 2019*. Récupéré sur <https://www.iea.org/weo>
- International Energy Agency. (2021). *World Energy Outlook 2021*. Récupéré sur <https://www.iea.org/weo>
- Iqbal, F., Abdullah, B., Oladipo, H., Yusuf, M., Alenazey, F., Duy Nguyen, T., & Ayoub, M. (2021). Chapter 18 - Recent developments in photocatalytic irradiation from CO2 to methanol. *Nanostructured Photocatalysts*, 519-540.
- IRENA. (2020). *Renewable Power Generation Costs in 2020*. International Renewable Energy Agency , Abu Dhabi.
- jeswani, H., Chilvers, A., & Azapagic, A. (2020). Environmental sustainability of biofuels: a review. *Proceedings of the Royal Society A*, 10.1098/rspa.2020.0351.
- Jeswani, H., Chilvers, A., & Azapagic, A. (2020). Environmental sustainability of biofuels: A review. doi:10.1098/rspa.2020.0351
- Joon , C., Damayani , A., Ta , Y., & Taufiq-Yap , Y. (2011, Janvier). Biodiesel production from jatropha oil by catalytic and non-catalytic approaches: An overview. *Bioresource Technology*, 102, 452-460. doi:10.1016/j.biortech.2010.09.093
- Kahli, A., Zait , N., & Chitour , C. (2010). *Evaluation de la consommation des carburants dans le secteur des transports en Algérie à l'horizon 2030*. Thèse de doctorat, ENP.
- Kantola, I., Masters, M., Beerling, D., Long , S., & DeLucia, E. (2017, Avril). Potential of global croplands and bioenergy crops for climate change mitigation through deployment for enhanced weathering. *Royal Society*, 13. doi:10.1098/rsbl.2016.0714
- Kargbo, H. (2015). Production of biodiesel from used cooking oils. *International Journal of Scientific Engineering and Research (IJSER)*, 56.67. Récupéré sur <https://www.ijser.in/archives/v6i9/29081801.pdf>
- Khiari, K. (2016). *Contribution à l'étude des propriétés thermo-physiques des biocarburants de seconde génération et leur influence sur le comportement des moteurs*. thèse de doctorat, Ecole des Mines de Nantes.

- Koutsouki, A., Tegou, E., Badeka, A., Kontakos, S., Pomonis, P., & Kontominas, M. (2016, juin). In situ and conventional transesterification of rapeseeds for biodiesel production: The effect of direct sonication. *Industrial Crops and Products*, 84, 399-407. doi:10.1016/j.indcrop.2016.02.031
- Koh, M., & Ghazi, T. (2011). A review of biodiesel production from *Jatropha Curcas* L . oil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2240-2251. doi:10.1016/j.rser.2011.02.013
- Kulkarni, P., Nikam , P., Harkut , N., & Kate, S. (2020). PRODUCTION AND OPTIMIZATION OF BIODIESEL FROM DIFFERENT GENERATIONS. *Journal of Global Biosciences*, 9(8), 7783-7801. Récupéré sur www.mutagens.co.in/jgb/vol.09/08/090802.pdf
- Kulkarni, P., Khonde, V., Deshpande, M., Sabale, T., Kumbhar, P., & Ghosalkar, A. (2021). Selection of methanotrophic platform for methanol production using methane and biogas. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 132(5), 460-468. doi:10.1016/j.jbiosc.2021.07.007
- Laurent Germanaud. (2019). *L'histoire des additifs carburants*. Récupéré sur wiki.totalenergies.com.
- Lazarus, M., & Asselt , H. (2018, Aout 2). Fossil fuel supply and climate policy: exploring the road less taken. *Climatic Change volume*, 150, 1-13.
- M.M.K, B., M.G, R., M.M.K, K., N, A., & A.K, A. (2016, Mars). Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel—Part: 1 selection of feedstocks, oil extraction techniques and conversion technologies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1109-1128. doi:10.1016/j.rser.2015.04.163
- M.R, A., & A.Z, A. (2016, Mai). Challenges in biodiesel industry with regards to feedstock, environmental, social and sustainability issues: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 208-223. doi:10.1016/j.rser.2015.12.296
- Mardhiah, H., Ong, H., Masjuki, H., Lim, S., & Pang, Y. (2017). Investigation of carbon-based solid acid catalyst from *Jatropha curcas* biomass in biodiesel production. *Energy Conversion and Management*, 144, 10-17. doi:10.1016/j.enconman.2017.04.038
- Marwan Abdul Hakim, S., Md, S., Allafi, F., Alsaedi, A., Ismail, N., Mohd, O., & Mardiana, I. (2021). A review on non-edible oil as a potential feedstock for biodiesel: physicochemical properties and production technologies. *RSC Advances*, 11, 25018. doi:10.1039/d1ra04311k
- Mat Aron, N., Khoo, K., Chew, K., Show, P., Chen, W., & Nguyen, T. (2020). Sustainability of the four generations of biofuels – A review. *International Journal of Energy Research*, 44, 9266–9282. doi:10.1002/er.5557

- Merchan-Merchan, W., Abdihamzehkolaei, A., & Duncan, A. (2018). FORMATION AND EVOLUTION OF CARBON PARTICLES IN COFLOW DIFFUSION AIR FLAMES OF VAPORIZED BIODIESEL, DIESEL AND BIODIESEL-DIESEL BLENDS.
- Mousli, A., & Oukasi, K. (2022). La réforme des subventions aux prix des carburants en Algérie: une analyse en équilibre général calculable. *Recherches économiques et managériales*, 16(2), 23-42.
- Muhammad , A., Muhammad , I., Umer , R., Muhammad, N., Shafaqat, A., Athar, H., & Munazza , G. (2017, janvier). Biomass production for bioenergy using marginal lands. *sustainable production and consumption*, 9, 3-21. doi:10.1016/j.spc.2016.08.003
- Murugesan, A., Umarani, C., Chinnusamy, T., Subraminian, R., & Neduzchezhain, N. (2009). Production and analysis of bio-diesel from non-edible oils : a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 825-834. doi:j.rser.2008.02.003
- Ncibi, M., & Sillanpää, M. (2013, Decembre). Recent Research and Developments in Biodiesel Production from Renewable Bioresources. *Recent Patents on Chemical Engineering*, 6, 184-193. doi:10.2174/2211334707999140221164609
- Neha , S., Manish , S., Vijai Kumar , G., Ambepu , M., Kajal , M., Shipra , S., . . . P. K, M. (2018, Mai). Recent development on sustainable biodiesel production using sewage sludge. 3 *Biotech*, 8, 245. doi:10.1007/s13205-018-1264-5
- Neupane, D., Lohaus, R., Solomon, J., & Cushman, J. (2022). Realizing the Potential of *Camelina sativa* as a Bioenergy Cropfor a Changing Global Climate. *plants*. doi:10.3390/plants11060772
- Ouali, M., El-Amine, & Belkacem, s. (2017). Effet de la supplémentation du milieu de culture en carbone sur la croissance et la composition biochimique d'une souche microalgale marine « *Nannochloropsis gaditana* ». 13.
- Okoye, P., Longoria, A., Sebastian, P., Wang, S., Li, S., & Hameed, B. (2020, juin). A review on recent trends in reactor systems and azeotrope separation strategies for catalytic conversion of biodiesel-derived glycerol. *Science of The Total Environment*, 719. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134595
- P.S. Deora, & al. (2022). Biofuels: An alternative to conventional fuel and energy source, *Materials*. 1178-1184.
- Palani, V., Arockiyasamy, R., Narayanan, S., Veerasundaram, J., & Kumarasamy, S. (2021). Biodiesel and green diesel generation: an overview. *IFP Energies nouvelles*, 76. doi:10.2516/ogst/2020088
- Popovich, C., Pistonesi, M., Hegel, P., Constenla, D., Barnech Bielsa , G., Martín, L., . . . Leonardi, P. (2019, Mai). Unconventional alternative biofuels: Quality assessment of biodiesel and its blends from marine diatom *Navicula cincta*. *Algal Research*, 39, 101438. doi:10.1016/j.algal.2019.101438

- Priya, Prayagraj , S., Yash , V., Ram , A., Chandramani , G., & Tej , S. (2022). Biofuels: An alternative to conventional fuel and energy source, *Materials*. 48, 1178-1184. doi:10.1016/j.matpr.2021.08.227
- Pépin, I. (2017). Renewable energy deployment in Africa: opportunities, challenges & perspectives. *International Conference on Sustainable Energy for Africa*, 23-25.
- Ramvalho, O., Riberon, J., Wei, W., & Mandin, C. (2019). *Impact de la pollution extérieure sur la qualité de l'air intérieur*. Rapport de recherche, Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB).
- R.D.b, R., M, Y., & B, A. (2021). Dry reforming of methane over Ni-based catalysts: Effect of ZrO₂ and MgO addition as support. doi:10.1016/j.mblux.2021.100095
- R.E.E, A., & G, U. (2015, Juillet). Characterization of oil and biodiesel produced from Thevetia peruviana (yellow oleander) seeds. *International Journal of Sustainable and Green Energy*, 4, 150-158. doi:10.11648/j.ijrse.20150404.14
- Revellame, E., Hernandez, R., French, W., Holmes, W., & Alley, E. (2010). Biodiesel from activated sludge through in situ transesterification. *Chemical technology and biotechnology*, 85(5), 614-620. doi:10.1002/jctb.2317
- Rita , G., Filipa , F., Miguel , B., Marika , H., Érica , C., João , M., . . . Fausto , F. (2020). A meta-analysis of the life cycle greenhouse gas balances of microalgae biodiesel. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 25, 1737–1748. doi:10.1007/s11367-020-01780-2
- Romprasert, S., & Jermisittiparsert, K. (2019). Energy Risk Management and Cost of Economic Production Biodiesel Project. *International Journal of Energy Economics and Policy, Econjournals*, 9(6), 349-357.
- Rosdin, R., Yusuf, M., & Abdullah, B. (2021). Dry reforming of methane over Ni-based catalysts: Effect of ZrO₂ and MgO addition as support. *Materials Letters: X*, 12, 100095. doi:10.1016/j.mblux.2021.100095
- Scarwell, H.-J. (2007). *BIOCARBURANTS, LES TEMPS CHANGENT !* (P. u. Septentrion, Éd.) Villeneuve d'Ascq. doi:10.4000/books.septentrion.14933
- Scribbr. (2021, Mars 14). Consulté le 05 23, 2023, sur Les types d'entretien : directif, semi-directif ou non-directif.: <https://www.scribbr.fr/methodologie/entretien-recherche/>
- Seffati, K., Honarvar, B., Esmaeili, H., & Esfandiari, N. (2019). Enhanced biodiesel production from chicken fat using CaO/CuFe₂O₄ nanocatalyst and its combination with diesel to improve fuel properties. *Fuel*, 235, 1238-1244. doi:10.1016/j.fuel.2018.08.118
- Shahid, E., & Jamal, Y. (2011). Production of Biodiesel: A Technical Review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, 4732-4745. doi:10.1016/j.rser.2011.07.079

- Shangde , S., & Kaiyue, L. (2020, Mai). Biodiesel production from phoenix tree seed oil catalyzed by liquid lipozyme TL100L. *Renewable Energy*, 151, 152-160. doi:10.1016/j.renene.2019.11.006
- Sheikh Adil Edrisi, & Abhilash P. (2016, Fevrier). Exploring marginal and degraded lands for biomass and bioenergy production: An Indian scenario. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1537-1551. doi:10.1016/j.rser.2015.10.050
- Sonatrach. (2020). *Rapport annuel*.
- Sonatrach. (2021). *Bilan énergétique national* .
- Sonatrach. (2022). *Rapport annuel* .
- Statista. (2023, Mars 2). *Principaux pays producteurs de biocarburant dans le monde en 2020*. Consulté le Mars 12, 2023, sur statista: <https://fr.statista.com/>
- Tagrerout , M., Atmania, H., & Besseba, A. (2018). Contribution des centres de recherche dans le développement des énergies renouvelables en Algérie. *Annales de l'université de Béchar des Sciences Economiques*, 7(1).
- Tagrerout, M., & Atmania, H. (2021). La transition énergétique en Algérie : comment préparer l'après pétrole à l'horizon 2030 ? *Journal of Economic Sciences Institute*, 24(1), 1367/1382.
- Tagrerout, M., & Atmania, H. (2021). La transition énergétique en Algérie : comment préparer l'après pétrole à l'horizon 2030 ? *Journal of Economic Sciences Institute*, 24(1), 1367/1382.
- Tayari, S., Abedi, R., & Abedi, A. (2020, Fevrier). Investigation on Physicochemical Properties of Wastewater Grown Microalgae Methyl Ester and its Effects on CI Engine. *Environmental and Climate Technologies*, 24, 72 - 87. doi:10.2478/rtuct-2020-0005
- Thilakarathne, D., Viraj Miyuranga, K., Arachchige, U., Weerasekara, N., & Jayasinghe, R. (2021, Juillet). Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil in Laboratory Scale: A Review. *International Journal of Scientific Engineering and Science*, 5(6), 28-34. Récupéré sur https://www.researchgate.net/publication/353023974_Production_of_Biodiesel_from_Waste_Cooking_Oil_in_Laboratory_Scale_A_Review
- Vaitilingom, G., Mouloungui, Z., Benoist, A., Broust, F., Daho, T., & Piriou, B. (2021). Vers une génération plus « verte » de biodiesels. *OCL*, 28(2), 2. doi:10.1051/ocl/2020067
- Verhelst, S. (2014, Janvier 13). Recent progress in the use of hydrogen as a fuel for internal combustion engines. *International Journal of Hydrogen Energy*, 39(2), 1071-1085. doi:10.1016/j.ijhydene.2013.10.102
- Verma, P., & Sharma, M. (2016, septembre). Review of process parameters for biodiesel production from different feedstocks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1063-1071. doi:10.1016/j.rser.2016.04.054

- Wirth, R., Lakatos, G., Maróti, G., Bagi, Z., Rákhely, G., & Kovács, K. (2018, Aout). Anaerobic gaseous biofuel production using microalgal biomass—a review. *Anaerobe*, 52, 1-8. doi:10.1016/j.anaerobe.2018.05.008
- Yusuf, M., Beg, M., Ubaidullah, M., Shaikh, S., Keong, L., Hellgardt, K., & Abdullah, B. (2022, decembre 30). Kinetic studies for DRM over high-performance Ni–W/Al₂O₃–MgO catalyst. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47(100), 42150-42159. doi:10.1016/j.ijhydene.2021.08.021

ANNEXE A : LE GUIDE D'ENTRETIEN

LE GUIDE D'ENTRETIEN

Présentation de l'interviewer

Bonjour, je m'appelle SEDDIKI Yasmine et je suis étudiante en Management Des Organisations à l'Ecole Nationale Supérieure de Management. Je suis actuellement en train de mener une recherche passionnante sur l'avenir des biocarburants en Algérie, basés sur des huiles de friture usagées et je cherche à recueillir des perspectives et des expériences intéressantes sur ce sujet. C'est là que vous intervenez ! J'aimerais vous inviter à participer à un entretien semi-directif, où nous pourrions discuter en profondeur de votre expérience et de vos idées sur ce sujet fascinant.

Informations générales sur l'interviewé

- 1) Pouvez-vous me parler de votre parcours et des différentes expériences que vous avez eues jusqu'à présent ?
- 2) Pouvez-vous me citer vos expériences passées liées au domaine de la transition énergétique, ainsi que votre expérience générale dans les biocarburants, que ce soit d'un point de vue technique ou économique ?

Axe 1 : Biocarburant

- 1) Quel est votre avis sur l'utilisation des biocarburants en tant que source d'énergie renouvelable, et comment voyez-vous leur rôle potentiel dans le contexte actuel de transition énergétique ?
- 2) Comment envisagez-vous l'avenir des biocarburants en Algérie, en particulier ceux basés sur des huiles de friture usagées ?

Axe 2 : Biodiesel

- 1) Comment percevez-vous l'utilisation du biodiesel dans la diversification des sources d'énergie ?
- 2) Selon votre point de vue, de quelle manière le biodiesel pourrait-il contribuer à augmenter la capacité économique :
 - 2.1) En termes d'opportunités de recrutement ?
 - 2.2) En termes de développement monétaire ?
 - 2.3) En termes de protection de l'environnement ?
- 3) Pouvez-vous nous faire part de vos connaissances concernant les projets gouvernementaux de production de biodiesel ? Si tel est le cas, pourriez-vous nous donner des informations sur le stade actuel de ces projets ?

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Pouvez-vous nous donner votre opinion concernant les défis majeurs pour le développement d'une industrie de biodiesel durable en Algérie ?
- 2) Pensez-vous que les ressources disponibles en Algérie pourraient permettre la production de biodiesel à partir d'huiles de friture usagées sans avoir à recourir à l'importation des matières premières ?
- 3) Selon vous, est-ce que l'Algérie dispose des ressources nécessaires pour développer une industrie de biodiesel viable et importante ?

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Pouvez-vous partager votre opinion sur la faisabilité de la production de biodiesel par des startups ou des petites entreprises, ou est-ce que ce type de production devrait être monopolisé par l'État selon vous ?

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Est-ce qu'il y a des politiques et les réglementations en Algérie qui soutiennent le développement de l'industrie du biodiesel ? Pourriez-vous partager votre connaissance sur ce sujet ?

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) Pouvez-vous me donner votre opinion sur l'avenir du marché du biodiesel en Algérie ?
- 2) Est-ce que vous pourriez partager avec nous vos recommandations principales pour soutenir le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie ?

La clôture

Je tiens à vous remercier énormément pour votre temps et votre contribution précieuse à mon mémoire de recherche sur la production du biodiesel en Algérie. Je vous remercie encore une fois pour votre collaboration.

ANNEXE B : TRANSCRIPTION DES ENTRETIENS

ENTRETIEN N° 1 : Anonyme

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- Ingénieure chimiste de formation, avec un magister en génie des procédés organiques de l'École Militaire Polytechnique ex-ENITA Bordj El Bahri, un doctorat en chimie des polymères de l'Université de Montpellier en France. J'ai ensuite été enseignante en mécanique des fluides et transport maritime des produits chimiques dans la marine à ISM de Bousmail. Après cela, j'ai travaillé dans un domaine purement énergétique au ministère de l'Énergie en tant que experte consultante en énergie. Ensuite, j'ai été nommée directrice de l'énergie pour les villes de Constantine, Oran et Blida. En parallèle formatrice au niveau de l'école de la SONEGAS, j'ai formé toutes les filiales dans les domaines du management énergétique, environnemental et de la sécurité industrielle, de la certification, ainsi que sur tous les systèmes de management qualité conformes aux normes ISO.
- 2) On a mené une expérience dans la cimenterie de Maftah, wilaya de Blida, pour la production d'un biocarburant à partir de déchets à haut pouvoir calorifique. Le choix s'est porté sur des pneus usagés, des huiles usagées de Naftal et des déchets de boues de barrage. La technique est vraiment efficace, les émissions de gaz à effet de serre sont considérablement réduites. On a voulu généraliser cette expérience dans toutes les cimenteries à travers le territoire, mais on n'a pas donné suite à cette expérience car l'Algérie est un pays du pétrole et gaz.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) L'utilisation des biocarburants de la deuxième génération en tant que source d'énergie renouvelable est à la fois techniquement et économiquement efficace, car elle ne compromet pas la sécurité alimentaire. En effet, ces biocarburants sont produits à partir de déchets et non de ressources alimentaires. Ils jouent un rôle potentiellement important dans le contexte actuel de transition énergétique, car ils contribuent à la diversification des carburants disponibles sur le marché, notamment avec la suppression prévue du diesel sur le marché international des carburants.

- 2) Les biocarburants présentent un avenir prometteur en raison de leur pouvoir calorifique élevé et de leur faible émission de gaz à effet de serre (GES).

Axe 2 : Biodiesel

- 1) L'utilisation du biodiesel dans la diversification des sources d'énergies est de plus en plus importante. Je le vois comme une solution à moyen et long terme, étant donné que les préoccupations de l'Algérie sont axées sur la production d'hydrogène en tant que vecteur énergétique. Il est donc important de savoir comment le mettre sur le marché algérien suite à un partenariat avec les Allemands. Mais à partir de 2027 jusqu'à 2030, il y aura des démarches pour la production de biocarburants en général, en particulier le biodiesel, car le diesel issu des énergies fossiles est très polluant. L'Algérie a pour perspective de supprimer le diesel comme carburant dans le secteur des transports en général, donc je crois que le biodiesel sera beaucoup plus sollicité pour la protection de l'environnement, étant donné que le diesel fossile sera inutilisable donc il sera complètement supprimé du marché algérien, car l'avantage des biocarburants est qu'ils sont des carburants propres, ce qui assure la sobriété énergétique. Cela signifie qu'il n'y a pas de gaz à effet de serre considérables et que la protection de l'environnement sera assurée. Par conséquent, notre choix sera axé sur l'utilisation des biocarburants, notamment le biodiesel.
- 2) Je vois que le biodiesel est un concurrent direct du diesel et de l'essence produits par des énergies fossiles. Donc, encourager la production du biodiesel nécessitera un dispositif complet, tel que des installations de production, une main-d'œuvre qualifiée, des techniques développées et fiables, ainsi que l'assurance du stockage et du transport. Tous ces domaines offriront un marché en matière de main-d'œuvre efficace, bien formée et bien encadrée. Par conséquent, nous allons en quelque sorte mettre fin au chômage dans le domaine de la production, du stockage, du transport, de la maîtrise et de la maintenance des dispositifs. Je considère que ce point est un deuxième avantage dans la production de biocarburants en général, après le premier point de la protection de l'environnement, l'économie sur les émissions de dioxyde de carbone, la sobriété énergétique et la conservation des énergies fossiles.
- 2.1) Et aussi, il y a un point que je considère très bénéfique dans le cas où il y a des crises économiques en matière de demande d'énergie, comme dans la production de pétrole ou

l'augmentation des prix du pétrole. Dans ce cas, le concurrent direct sera le biocarburant. À ce moment-là, il y aura une forte demande de biodiesel, ce qui nécessitera une augmentation de la matière première, dans notre cas, les huiles de friture usagées. Il faut donc assurer la disponibilité de cette matière première en permanence et la pérennité de cette ressource à long terme avec des quantités considérables. Donc, il y a une chaîne de procédés industriels qui sont directement liés à l'agriculture. Cela encourage la culture de tournesol, ce qui entraînera la mise en œuvre de perspectives dans d'autres domaines, notamment le secteur agricole. Ceci va encore créer des postes de travail en réponse à la demande énergétique qui fait appel à d'autres secteurs.

- 2.2) Le fait d'assurer la pérennité de la matière première fait appel à encourager le secteur agricole à cultiver des matières premières telles que le tournesol et le soja et donc pourquoi pas produire et exporter et faire rentrer de la devise !
- 2.3) Les bilans environnementaux montrent que les biocarburants de la deuxième génération ont une production nettement meilleure que ceux de la première génération, donc ils sont performants sur le plan environnemental. Il y a des études qui montrent que le biodiesel économise environ 41% de gaz à effet de serre par rapport au diesel fossile.
- 3) Pour la production du biodiesel ici en Algérie, cela reste uniquement à l'échelle du laboratoire ou de petite expérience. À grande échelle industrielle, ce n'est pas encore le cas. Il y a une mini-station réalisée par une équipe de recherche au CDER, où la réalisation de l'installation est effectuée par une entreprise de fabrication de matériel et équipement en acier inoxydable. Cette entreprise a assuré cette expérience pour la production du biodiesel. Donc, cela reste à l'échelle pilote pour une perspective de production à grande échelle industrielle, mais je pense que cela va venir, surtout pour assurer le mix énergétique et équilibrer la demande énergétique. Si nous avons l'intention de produire des biocarburants, cela se fera dans le complexe industriel de production chimique et dérivé d'hydrocarbures à Skikda, du moment qu'il y a déjà les installations nécessaires. Peut-être que par la suite, cela se fera à Arzew, car nous avons les installations et les dispositifs nécessaires. Alors pourquoi ne pas profiter de ces opportunités pour produire du biodiesel !

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Je vois que l'Algérie est un pays riche en pétrole et en gaz, ce qui pourrait retarder l'introduction d'autres formes d'énergie. Cependant, il est nécessaire de diversifier notre production énergétique pour répondre aux engagements pris lors des conférences internationales ainsi qu'exploiter le grand potentiel de l'énergie solaire qui n'est pas encore pleinement utilisé. Ainsi, les préoccupations prioritaires du gouvernement algérien se focalisent pour le moment sur la production de l'hydrogène.
- 2) Je vois que les citoyens algériens consomment une grande quantité d'huile de friture, car notre régime alimentaire nécessite l'utilisation d'huile pour préparer des frites presque tous les jours. Ainsi, il y aura une grande quantité d'huile de friture usagée disponible.
- 3) L'Algérie dispose des ressources nécessaires pour développer une industrie de biodiesel. S'il le faut, il faut envoyer des équipes à l'étranger pour se former et ramener la technique et maîtriser la réaction d'estérification, l'utilisation des appareils, l'installation, la maintenance et l'entretien des équipements, et faire un transfert de technologie tout en assurant un bon encadrement.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) En ce qui concerne la production de biodiesel par des startups, je considère que c'est réalisable lorsqu'il s'agit de biocarburants de deuxième génération. Ainsi, les petites entreprises et les startups peuvent utiliser les huiles de friture usagées pour produire des biocarburants. En revanche, pour les biocarburants de première génération, je pense qu'il est préférable de laisser cette responsabilité à l'État, car le processus industriel implique plusieurs étapes nécessitant une expertise technique avancée. En revanche, les biocarburants de deuxième génération peuvent être produits grâce à une simple réaction de transestérification, ce qui résout le problème des huiles usagées. Il est donc important que l'Algérie encourage les startups et les petites entreprises à se lancer dans la production de biocarburants.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Il y a tout un ensemble de textes législatifs qui promeuvent les énergies renouvelables en général, mais également les biocarburants. Parmi eux, on peut citer la loi 99/09 relative à

la maîtrise de l'énergie, la loi 03/10 sur la protection de l'environnement dans le contexte du développement durable, la loi 04/09 relative à la promotion des énergies renouvelables dans le cadre du développement durable, ainsi que le décret numéro 17/167 du 22 mai 2017 concernant l'affectation des ressources pour la promotion des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique. Ces textes contribuent à soutenir les biocarburants dans le cadre de la promotion des énergies renouvelables.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) C'est un projet prometteur à moyen et long terme, car le biodiesel sera une alternative directe au diesel. Étant donné que le diesel sera complètement supprimé en raison de sa pollution et de son impact sur l'environnement, cela offre une opportunité pour promouvoir ce type de biocarburant. Leur combustion est plus propre que celle du diesel fossile. De plus, l'Algérie accorde une importance particulière à l'équilibre environnemental face au réchauffement climatique, tandis que la demande en énergie continue de croître. Les énergies renouvelables, en particulier la bioénergie qui inclut les biocarburants, sont les meilleures alternatives aux énergies fossiles.
- 2) Il est nécessaire d'avoir une volonté gouvernementale et une politique fiable afin de développer cette industrie, en élaborant des plans d'action efficaces pour promouvoir les biocarburants et les intégrer dans le mix énergétique.

Il est important de mettre en place une structure d'excellence dédiée à la recherche et au développement technologique. Cela implique la conception de bancs d'essai et de prototypes au niveau des laboratoires pour évaluer leur faisabilité à grande échelle industrielle.

Il est également crucial de développer une équipe de recherche compétente et multidisciplinaire, couvrant divers domaines tels que la chimie, la mécanique, l'économie verte, et de favoriser l'intégration dans des réseaux scientifiques.

La maîtrise de l'optimisation des procédés de production nécessite la mise en place de formations en Algérie ou l'envoi d'équipes à l'étranger pour acquérir une expertise approfondie. Un encadrement solide est essentiel pour maîtriser ces techniques.

ENTRETIEN N° 2 : LAIDOUSSI Ahmed

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Bonjour, permettez-moi de me présenter je suis Monsieur LAIDOUSSI Ahmed, enseignant universitaire et chercheur au CREAD dans le domaine du marché pétrolier. En 2008, j'ai obtenu ma licence en marketing à la Faculté d'Alger. Par la suite, en 2010, j'ai obtenu un magistère dans la même spécialité, et en 2018, j'ai terminé mon doctorat.
- 2) J'ai acquis de l'expérience en participant à divers événements scientifiques, recherches et colloques portant sur le marché pétrolier, le gaz naturel et la transition énergétique en Algérie.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) L'Algérie a développé une stratégie pertinente pour se tourner vers les énergies renouvelables, compte tenu de son vaste potentiel en énergie solaire, éolienne, biomasse et géothermique. Je suis d'accord sur l'importance et l'utilité des biocarburants, en particulier s'ils sont produits à partir de déchets afin de développer l'économie circulaire en Algérie.
- 2) Je constate que les biocarburants produits en Algérie sont également destinés à l'exportation, en particulier vers l'Italie, qui connaît une pénurie d'énergie, notamment après la crise en Ukraine.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) L'utilisation du biodiesel dans la diversification des sources d'énergie est perçue comme une mesure positive. Elle permet de réduire la dépendance excessive aux carburants fossiles et de promouvoir une alternative plus durable et respectueuse de l'environnement. Cette diversification contribue à la création d'un système énergétique plus résilient et équilibré.
- 2.1) En termes d'opportunités de recrutement, l'utilisation du biodiesel peut générer de nouvelles perspectives d'emploi dans plusieurs secteurs spécifiques, favorisant ainsi la croissance économique et la création d'emplois.
- 2.2) En termes de développement monétaire le développement d'une industrie du biodiesel peut stimuler l'investissement dans les infrastructures, les technologies et les entreprises liées à

cette filière. Cela peut favoriser la croissance économique à long terme en créant de nouvelles sources de revenus et en augmentant la compétitivité sur le marché mondial.

- 2.3) En termes de protection de l'environnement, le biodiesel offre des avantages remarquables en préservant les ressources naturelles et en minimisant les impacts négatifs sur l'environnement.
- 3) D'après les informations dont je dispose, il semble qu'il n'y ait pas de projets gouvernementaux de production de biodiesel actuellement en cours.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Les défis majeurs pour le développement d'une industrie de biodiesel durable en Algérie résident dans le fait que l'économie du pays est largement dépendante du secteur des énergies fossiles, en tant que pays producteur de pétrole et de gaz. Les subventions accordées à ce secteur jouent un rôle important dans cette dépendance.
- 2) L'Algérie dispose d'un vaste territoire comprenant une grande partie du Sahara, qui est riche en ressources naturelles, il est envisageable d'envisager la production de biodiesel à partir des déchets de la biomasse et des huiles végétales usagées (HFU) disponibles localement. Cette approche permettrait de développer une industrie de biodiesel durable en utilisant les ressources internes du pays, sans dépendre excessivement des importations. Cela présente un potentiel intéressant pour promouvoir l'indépendance énergétique et la durabilité environnementale de l'Algérie.
- 3) Sur le plan des ressources humaines, l'Algérie possède une population qualifiée et une main-d'œuvre potentiellement capable de soutenir le développement d'une industrie de biodiesel.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Je pense qu'une approche prometteuse pour la production de biodiesel en Algérie serait de soutenir des startups réparties sur l'ensemble du territoire national. Cela permettrait de lutter contre le chômage et d'encourager les jeunes à innover dans ce domaine prometteur.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Actuellement, il n'existe pas de réglementation spécifique pour les biocarburants en Algérie. Toutefois, les réglementations existantes peuvent être appliquées à tous les types d'énergies renouvelables.....

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) Je ne prends pas position quant à l'avenir du biodiesel en Algérie, car cela dépend en grande partie de la volonté du gouvernement.
- 2) Je recommande la formation d'une équipe multidisciplinaire pour travailler de manière collaborative et réaliser avec succès ce type d'industrie.

ENTRETIEN N° 3 : DANANE Fetta

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Docteur en Sciences, Génie des procédés, Spécialité : Génie des Procédés Industriels, Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène
- 2) J'ai 10 ans d'expérience en bioénergie, notamment dans la production de biodiesel et de bioessence à l'unité de production du CDER.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) Mon avis sur l'utilisation des biocarburants est qu'ils sont rentables et écologiquement propres. La modification des caractéristiques physico-chimiques des biocarburants permet d'obtenir des carburants ayant des performances supérieures à celles des carburants fossiles.
- 2) Je considère que l'utilisation des biocarburants à base des huiles de friture usagées est un projet prometteur, car le processus de production est simple et économique. De plus, ils n'affectent pas la sécurité alimentaire.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) Je trouve que le biodiesel est une solution efficace pour diversifier les sources d'énergie, surtout dans le contexte de la politique du mix énergétique.
- 2.1) En ce qui concerne les opportunités de recrutement, il y aurait des possibilités de recrutement à grande échelle si une unité de production et de distribution était mise en place.
- 2.2) En termes de développement monétaire, je considère que l'exportation du biodiesel vers des pays tels que l'Italie et la France, qui en font une utilisation importante, est une excellente initiative.
- 2.3) Le biodiesel est biodégradable, et en le mélangeant avec du diesel fossile à un taux de 20%, il permet de réduire les émissions de gaz polluants jusqu'à 20%.
- 3) Je ne suis pas certain, mais je pense qu'il n'y a pas de projets gouvernementaux en cours.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Le principal défi réside dans la volonté du gouvernement.

- 2) Oui, les matières premières nécessaires à la production de biocarburants sont disponibles en quantités importantes même pour produire du biodiesel des différentes générations
- 3) Oui, l'Algérie dispose des ressources nécessaires pour produire du biodiesel en utilisant différentes générations de technologies.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Il est tout à fait réalisable pour les startups ou les petites entreprises d'exploiter le potentiel énergétique des jeunes.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Il n'existe pas de réglementation spécifique concernant le biodiesel. Cependant l'Algérie adopte une politique du mix énergétique et développement durable.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) Malgré mon domaine de recherche, je suis très pessimiste quant à l'avenir du marché du biodiesel en Algérie.
- 2) Je recommande une collaboration entre tous les domaines impliqués afin de réaliser ensemble ce genre de projet.

ENTRETIEN N° 4 : Tewfik HASNI

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Ingénieur en génie chimique et raffinage. J'ai débuté en 1970 pour accéder, en 1984, au poste de Vice-Président de Sonatrach avant de devenir PDG de NEAL. Ensuite, membre du groupe d'experts qui a constitué DESERTEC. Je suis aussi consultant au ministère de l'Environnement et des énergies renouvelables.
- 2) Permettez-moi de vous préciser que mon expérience touche d'abord le GNL, ensuite la pétrochimie et le solaire.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) En ce qui concerne l'avenir des biocarburants en Algérie, je reste sceptique. Le marché des carburants dérivés du pétrole bénéficie de subventions à un niveau tel qu'il exclut toute autre alternative. De plus, le lobby pétrolier dispose d'une influence suffisamment puissante pour contrecarrer toute forme de concurrence. Cette situation rend difficile l'émergence et l'essor des biocarburants en tant qu'alternative viable sur le marché algérien.
- 2) Ensuite, il est important de souligner que l'idée de récupérer les huiles de friture n'est pas nouvelle. Cependant, cette approche a rencontré des contraintes majeures. Tout d'abord, il n'existait pas de marché bien établi pour les huiles de friture usagées, ce qui a limité les opportunités de valorisation. De plus, la mise en place d'une logistique efficace pour collecter ces huiles s'est révélée difficile en raison d'une rentabilité limitée. En conséquence, les biocarburants produits à partir d'huiles de friture n'ont pas été en mesure de conquérir une part de marché significative. Ces obstacles ont entravé le développement des biocarburants en Algérie.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) Je vais maintenant aborder le sujet du biodiesel de manière générale, et je dois souligner que je ne suis pas convaincu de son utilité globale en raison des défis auxquels il est confronté. Dans le prochain axe, je vais développer ces défis et expliquer pourquoi ils remettent en question l'efficacité et l'adoption généralisée du biodiesel.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Je constate que la production du biodiesel en Algérie rencontre des défis importants. En effet, le diesel fossile bénéficie de subventions gouvernementales qui rendent son prix plus attractif pour les consommateurs. Cela crée une situation où le biodiesel, en comparaison, est moins compétitif sur le marché. Les subventions accordées au diesel fossile par l'État constituent un obstacle majeur à l'adoption plus répandue du biodiesel en tant qu'alternative viable. A Mon avis, la transition énergétique et les raisons que la mobilité dans le monde sera électrique se confirme par d'abord, la confirmation que la COP 27 a échoué du fait du lobby pétrolier mondial qui voulait maintenir sa dominance sur le transport. En effet le pétrole c'est 80% des carburants des moteurs thermiques. Ensuite, le dernier rapport du GIEC sur le climat a révélé toute l'hypocrisie des pays développés à ne pas respecter leurs engagements pour le climat. Le lobby pétrolier ayant été la cause principale. Les dernières actions ayant impacté fortement cette tendance des pays pétroliers, a été d'abord la covid qui a freiné le développement économique mondial et ainsi la consommation pétrolière. La guerre en Ukraine et la décision des pays européens de sortir de la dépendance des hydrocarbures d'origine russe, a amené la décision d'une accélération de la transition énergétique vers une part plus importante donnée à l'électricité verte. Ceci est validé par une loi en Europe qui impose de respecter les engagements pour le respect des 1,5°C. C'est par cela que les moteurs thermique seront interdits à partir de 2035 et ainsi l'utilisation des bio-carburants. L'Etat de Californie est allé plus rapidement que l'UE.
- 2) Non, d'après mes observations, il semble évident que cette situation ne peut être réalisée.
- 3) D'après mon analyse approfondie, il est peu probable que l'Algérie puisse établir une industrie de biodiesel à grande échelle, viable et significative, en raison de sa dépendance prédominante vis-à-vis du pétrole, qui représente actuellement environ 80% des carburants utilisés dans les moteurs thermiques. Cette forte dépendance au pétrole dans le secteur des transports pose un défi majeur pour le développement du biodiesel en Algérie.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) D'après mes recherches approfondies, je ne suis pas en mesure de constater une nécessité claire et justifiée de mettre en place une production de biodiesel en Algérie, ni d'encourager

des investissements substantiels dans ce domaine que ce soit par des startups, des entreprises privées ou par l'État.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Il n'existe actuellement aucune politique ou réglementation spécifique concernant la production de biodiesel en Algérie. Cependant, le pays dispose de politiques et de réglementations relatives à la transition énergétique et aux énergies renouvelables de manière générale.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) D'après ma perception, il semble peu probable qu'un marché du biodiesel se développe en Algérie.
- 2) Je ne vois pas le développement des biocarburants pour le transport terrestre. La technologie du solaire thermique permet actuellement à partir du CO₂ et de H₂O de produire un jet fuel pour le transport aérien.

ENTRETIEN N° 5 : CHEMINI Rachida

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Je suis professeur de génie chimique à l'Université des Sciences et de la Technologie Houari) Boumediene à Alger depuis mars 2012. J'ai travaillé pour la société pétrolière et gazière Sonatrach entre février 2006 et mars 2012. J'ai rejoint l'Institut Algérien du Pétrole (IAP Boumerdes) entre avril 1993 et février 2006 en tant que chargé de cours. J'ai effectué mon doctorat à l'Institut National Polytechnique de Toulouse (France) et mes études de premier cycle à l'École Nationale Polytechnique d'Alger.
- 2) J'ai effectué une expérience avec Sonatrach au Zimbabwe dans une usine de production de biodiesel. Cependant, cette usine a été arrêtée en raison de problèmes liés à la sécurité alimentaire.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) Les politiques gouvernementales actuelles reflètent une tendance marquée en faveur du gaz de pétrole liquéfié (GPL) en tant que source d'énergie alternative. Dans cette optique, les autorités s'engagent à réduire les prix des réservoirs de GPL afin de faciliter son adoption et de favoriser la transition vers une énergie plus propre. Il est de plus en plus reconnu que l'utilisation de biocarburants peut être une solution efficace pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et atténuer notre dépendance aux combustibles fossiles. Cependant, il est également crucial de prendre en compte l'impact sur la sécurité alimentaire et de s'assurer que les biocarburants ne sont pas produits à partir de matières premières alimentaires.
- 2) Je suis pessimiste quant à l'avenir des biocarburants sur le marché algérien, car leur production repose principalement sur une base agricole, et l'agriculture en Algérie n'occupe pas une place prépondérante.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) La production de biodiesel à partir d'huiles de friture usagées nécessite une quantité significative de tournesols, mais en Algérie, nous ne disposons pas d'une production suffisante de cette culture.

- 2.1) En ce qui concerne les opportunités de recrutement, il est peu probable que cela se traduise par un recrutement massif, car il est préférable de privilégier la mise en place de petites unités.
- 2.2) NON, je ne vois pas que la production du biodiesel peut entraîner un développement en termes de devise.
- 2.3) Le biodiesel est moins polluant que le diesel fossile et il est renouvelable et biodégradable
- 3) Il n'y a pas actuellement de projet gouvernemental spécifique axé sur le développement du biodiesel en Algérie. En revanche, les priorités énergétiques du gouvernement se concentrent davantage sur les domaines tels que l'énergie solaire, l'énergie éolienne et l'hydrogène vert.

Axe 3 : les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Le défi majeur, à mon avis, réside dans la volonté du gouvernement.
- 2) Je pense que la production de biodiesel nécessite l'exportation de matières premières.
- 3) L'Algérie ne dispose pas des ressources nécessaires, que ce soit en termes de compétences, de matériel ou de produits, pour la production de biodiesel.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Je pense que le développement d'une industrie du biodiesel en Algérie pourrait être réalisé par le biais de startups ou de petites unités réparties sur le territoire national.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) D'après mes connaissances, il n'existe pas de réglementations spécifiques pour le biodiesel en Algérie. Cependant, l'Algérie dispose de politiques relatives à la transition énergétique et aux énergies renouvelables.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) Il semble que le biodiesel n'ait pas d'avenir prometteur en Algérie.
- 2) Je recommande la création d'unités de collecte auprès des agriculteurs afin d'utiliser ce biodiesel pour alimenter les tracteurs et équipements agricoles.

ENTRETIEN N° 6 : El-Hadi Bencharef

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Ingénieur en génie chimique diplômé de l'université de Boumerdes, j'ai été recruté par NAFTAL en 2011.
- 2) Responsable du laboratoire centrale spécialisé dans les produits aviation de Naftal. Mes expériences se sont principalement concentrées sur le travail à l'échelle du laboratoire.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) Les biocarburants ne devraient pas être fabriqués à partir de matières premières organiques destinées à l'alimentation, car cela pourrait entraîner une concurrence avec la production alimentaire. Dans ce cas, je suis également réticent quant à l'idée des biocarburants.
- 2) Cependant, les huiles de friture usagées (HFU) sont considérées comme des déchets, et j'ai effectivement rencontré plusieurs startups en Algérie qui se chargent de collecter ces huiles et établissent des points de collecte près des supermarchés pour les récupérer. Je pense que si l'État libère les subventions accordées au diesel fossile, le biodiesel pourrait avoir un bon avenir en Algérie.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) Le diesel peut devenir un bon acteur pour assurer le mix énergétique, car il est efficace sur le plan technique comme additif, mais il ne peut pas être un concurrent direct au diesel fossile.
- 2.1) Les startups peuvent créer des opportunités d'emploi dans divers secteurs d'activité relative aux activités de production, d'administration, d'approvisionnement.
- 2.2) Oui, c'est une bonne idée. Pourquoi ne pas produire et exporter afin de générer des devises !
- 2.3) L'aspect environnemental réside dans la valorisation des déchets et la réduction des émissions de CO₂.
- 3) Malheureusement, il n'y a pas de projets gouvernementaux spécifiques dans ce domaine. Sonatrach continue d'investir principalement dans la pétrochimie, malgré les politiques de transition énergétique et de diversification des sources d'énergie.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Les défis sont liés à la volonté gouvernementale et les subventions liées aux carburants fossiles.
- 2) Étant donné les quantités disponibles d'huiles de friture usagées en Algérie et la quantité de diesel consommée, il est possible de produire du biodiesel en quantités moyennes.
- 3) Les compétences humaines nécessaires existent, cependant, en raison de la sensibilité du secteur et des subventions accordées aux carburants fossiles, ces acteurs n'ont pas eu le courage d'intégrer ce secteur.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Ce genre de production, selon moi, devrait être mené par les startups et les petites entreprises, en raison de leur capacité à innover. Il ne devrait pas être monopolisé par l'État

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Il n'y a pas de réglementation ni de textes d'application spécifiques sur la biomasse en général, mais il en existe sur les énergies renouvelables en général.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) L'avenir du biodiesel repose de manière importante sur la suppression des subventions accordées au diesel fossile.
- 2) Ma principale recommandation est de valoriser ce secteur en produisant, exportant et générant des devises.

Entretien N° 7 : Imene ABDERRAHMANE

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Je suis ingénieur chimiste de formation de l'université de Bab Ezzouar, et je suis responsable d'un laboratoire de carburants chez Naftal.
- 2) Mon expérience réside dans le développement des biocarburants à l'échelle du laboratoire. Ainsi, je réalise constamment des expériences avec différents déchets tels que le caoutchouc, le papier, et d'autres, dans le but de produire des biocarburants présentant des caractéristiques supérieures aux carburants fossiles.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) Les biocarburants de deuxième et troisième générations sont très demandés dans les pays développés. Ils sont extrêmement efficaces sur le plan technique et présentent des caractéristiques supérieures aux carburants fossiles. Le bioéthanol est un excellent additif pour les motrices essences, tandis que le biodiesel est un lubrifiant exceptionnel qui nettoie les injecteurs de manière remarquable. De plus, avec une légère modification de ses caractéristiques, il peut même être utilisé dans les moteurs à essence. Il peut également être transformé en biokérosène.
- 2) L'avenir des biocarburants en Algérie, en particulier ceux basés sur des huiles de friture usagées, ne compromet pas la sécurité alimentaire grâce à un processus de production très simple, utilisant une matière première abondante en Algérie.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) Si le biodiesel est de la 3ème génération ou un additif pour le petro-diesel, je le recommande fortement en raison de sa grande valeur fonctionnelle. Je vois que l'utilisation du biodiesel à base des HFU réside également dans l'utiliser pour produire du bio-kérosène à l'aide d'un processus de craquage.
- 2.1) La production de biodiesel en Algérie peut générer des emplois dans diverses spécialités, ce qui est très encourageant.
- 2.2) En termes de développement monétaire, étant donné que nous sommes un pays consommateur, si la collecte des matières premières est bien structurée, nous pourrions même aller jusqu'à l'exportation de ce produit. Il est vraiment regrettable de constater que

certaines entreprises algériennes collectent et traitent ces huiles de friture pour les vendre à d'autres pays produisant du biodiesel à bas prix, au lieu de produire du biodiesel ici, de l'exporter et de générer des devises.

- 2.3) En termes de protection de l'environnement, le biodiesel est très respectueux de l'environnement et contribue à l'amélioration de la santé publique.
- 3) D'après les informations dont je dispose, il n'y a pas de production de biodiesel en cours ni de projets gouvernementaux en place pour le moment.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Le défi majeur réside dans le manque de collaboration entre les ministères de la Santé, de l'Énergie et de l'Enseignement supérieur, ainsi que dans plusieurs domaines d'activités.
- 2) Je ne vois pas la nécessité d'importer la matière première. Je recommande de commencer par la production de la deuxième génération et de développer cette industrie en nous dirigeant vers la troisième génération.
- 3) Oui, l'Algérie dispose des ressources nécessaires en termes de ressources financières, humaines, etc.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Je pense que la production du biodiesel devrait être un projet d'État et que Sonatrach devrait être chargée de le développer.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Je n'ai pas d'idée claire concernant la réglementation, mais en ce qui concerne la politique, je sais que les spécifications techniques relatives au kérosène exigent un pourcentage de bio-kérosène pour l'année prochaine.

Axe 6: Conclusion et recommandations

- 1) Je suis très optimiste à ce sujet, surtout avec l'implication du ministère de la Santé comme un deuxième pilote pour ce projet.
- 2) Je recommande vivement de renforcer la collaboration entre les ministères mentionnés précédemment, notamment en impliquant plusieurs domaines conformément à la loi 1275 du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche scientifique.

Entretien N° 8 : Anonyme

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Magistère et doctorat dans la spécialité génie mécanique énergétique. Expert consultant au ministère des énergies et des mines et ancien cadre énergéticien chez sonatrach avec magistère et doctorat dans la spécialité génie mécanique énergétique.
- 2) Mon expérience dans les biocarburants se concentre principalement sur l'échelle de la recherche et du développement.

Axe 1 : Biocarburant

- 1) Les biocarburants, tels que le biodiesel, peuvent jouer un rôle important en tant que source d'énergie renouvelable dans le contexte actuel de transition énergétique. Il est important de garantir que la production de biocarburants n'entraîne pas de concurrence avec la production alimentaire ni de destruction des écosystèmes.
- 2) En ce qui concerne l'avenir des biocarburants en Algérie, en particulier ceux basés sur des huiles de friture usagées, il existe un potentiel intéressant. Les huiles de friture usagées sont une source de matières premières abondante et disponible localement, ce qui pourrait réduire la dépendance à l'importation de matières premières.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) L'utilisation du biodiesel dans la diversification des sources d'énergie est bénéfique car elle réduit la dépendance aux carburants fossiles, tout en offrant une alternative plus propre sur le plan environnemental. Le biodiesel peut être utilisé dans les moteurs diesel existants sans nécessiter de modifications majeures, ce qui facilite sa mise en œuvre. Cela peut contribuer à réduire la consommation de carburant importé et à augmenter la sécurité énergétique du pays.

Le biodiesel pourrait contribuer à augmenter la capacité économique de plusieurs manières :

- 2.1) En termes d'opportunités de recrutement, l'industrie du biodiesel nécessiterait des professionnels qualifiés dans la production, la logistique et la maintenance des installations.

Cela pourrait créer de nouveaux emplois et favoriser le développement des compétences dans le secteur de l'énergie renouvelable.

- 2.2) En termes de développement monétaire, la production locale de biodiesel pourrait réduire les dépenses liées à l'importation de carburants fossiles, ce qui pourrait avoir un impact positif sur la balance commerciale du pays.
- 2.3) En termes de protection de l'environnement, l'utilisation de biodiesel réduit les émissions de gaz à effet de serre, améliore la qualité de l'air et limite les impacts négatifs sur la santé publique.
- 3) Concernant les projets gouvernementaux de production de biodiesel en Algérie, je ne dispose pas d'informations spécifiques sur le stade actuel de ces projets.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) L'investissement initial requis pour l'installation d'unités de production de biodiesel et la mise en place d'une infrastructure de collecte et de traitement adéquate. La mise en place de politiques et de réglementations claires qui encouragent le développement de l'industrie du biodiesel
- 2) Il est possible que les ressources disponibles en Algérie, telles que les huiles de friture usagées, puissent permettre la production de biodiesel sans avoir à recourir à l'importation de matières premières.
- 3) L'Algérie dispose de ressources potentiellement favorables au développement d'une industrie de biodiesel

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) La production de biodiesel peut être réalisée par des startups ou des petites entreprises, en particulier dans le cas de la production de biodiesel à partir de sources locales, telles que les huiles de friture usagées.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Il y a un manque dans les textes d'application, mais il y a une politique de transition énergétique et développement durable en Algérie.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) L'avenir du marché du biodiesel en Algérie dépendra de divers facteurs, notamment de l'engagement du gouvernement à promouvoir les énergies renouvelable.
- 2) Mise en place d'un cadre réglementaire clair et stable qui favorise l'investissement et la durabilité environnementale. Soutien financier et incitations fiscales pour encourager les investissements dans les infrastructures de production et de distribution de biodiesel. Collaboration entre les acteurs publics et privés et encourager les partenariats étrangers

ENTRETIEN N° 9 : CHOHRA Mohammed

Axe : Informations générales sur l'interviewé

- 1) Je possède une formation académique en sciences de management et ingénierie, ainsi qu'un poste de cadre supérieur au CNES. En outre, je suis professeur à l'ENSM et directeur de la mission entrepreneuriale. J'ai également une expérience antérieure en tant que cadre dans les travaux publics.
- 2) J'ai acquis une expérience dans le domaine des infrastructures de base, en particulier dans le domaine des ponts, en travaillant sur des projets visant à réduire les émissions de CO2 conformément aux normes applicables dans le secteur maritime. J'ai notamment participé à des initiatives visant à effectuer une transition de carburant dans le secteur maritime en adoptant le gaz naturel liquéfié (GNL).

Axe 1 : Biocarburant

- 1) L'utilisation des biocarburants peut être considérée comme une alternative secondaire dans le secteur des carburants, mais elle présente néanmoins un excellent moyen d'encourager l'entrepreneuriat vert et de valoriser les déchets.
- 2) L'avenir des biocarburants en Algérie dépend de la volonté du gouvernement, comme en témoigne la loi 22-18 relative à l'investissement.

Axe 2 : Biodiesel

- 1) Le biodiesel joue un rôle crucial dans la promotion de l'économie circulaire en raison de sa contribution significative à plusieurs aspects clés de ce modèle économique durable.
- 2.1) Le biodiesel contribue de manière significative dans le domaine du recrutement en raison de son statut de nouveau secteur en évolution.
- 2.2) Le biodiesel joue un rôle essentiel dans la promotion de l'économie circulaire, en encourageant la production locale et en contribuant à la protection de l'environnement et à la préservation de la santé humaine.
- 3) Selon les informations dont je dispose, il n'y a pas actuellement de projet gouvernemental de production de biodiesel en place.

Axe 3 : Les défis liés à la production de biodiesel

- 1) Les défis majeurs pour le développement du biodiesel en Algérie résident dans l'absence d'une politique gouvernementale claire, le manque de spécialistes dans le domaine et la maîtrise insuffisante de la technologie.
- 2) L'Algérie possède une grande superficie de terres arables et un climat favorable, ce qui offre un potentiel pour la culture de plantes oléagineuses utilisées comme matière première pour la production de biodiesel.

Axe 4 : Le développement de l'industrie du biodiesel en Algérie

- 1) Je préfère que la production du biodiesel soit effectuée par des petites entreprises.

Axe 5 : Politiques et réglementations

- 1) Il existe des textes réglementaires concernant les énergies renouvelables dans le cadre de la transition énergétique en général, cependant, il existe un manque dans les textes d'application.

Axe 6 : Conclusion et recommandations

- 1) L'avenir du biodiesel en Algérie peut être largement déterminé par la volonté gouvernementale.
- 2) Encourager les investissements : Il est important de promouvoir les investissements dans le domaine du biodiesel en offrant des incitations attrayantes conformément à la loi 22-18 relative à l'investissement. Cela pourrait inclure des facilités dans le processus d'obtention de terrains industriels et d'autres mesures visant à encourager les entrepreneurs à se lancer dans ce secteur. Renforcer les systèmes de formation universitaire : Il est essentiel de développer des programmes de formation spécialisés dans le domaine du biodiesel. Cela permettrait de former une main-d'œuvre qualifiée et compétente, capable de relever les défis techniques et scientifiques liés à la production de biodiesel. La création de nouvelles spécialités dans les universités pourrait contribuer à combler le manque de spécialistes dans ce domaine. Créer un écosystème favorable à l'émergence de l'industrie de la bioénergie : Il est nécessaire de mettre en place un environnement propice à l'émergence et au développement d'une nouvelle industrie du biodiesel. Cela peut inclure des partenariats

public-privé, des clusters industriels, des centres de recherche et d'innovation, ainsi que des mesures visant à faciliter l'accès au financement et aux ressources nécessaires. Renforcer les textes d'application des lois existantes sur les énergies renouvelables : Il est important de revoir et de renforcer les textes d'application des lois existantes sur les énergies renouvelables, afin de fournir des directives claires et précises pour la production, la commercialisation et l'utilisation du biodiesel. Cela permettrait de clarifier les procédures et de garantir la conformité aux normes et réglementations en vigueur.