



Journal of Renewable Energies

Revue des Energies Renouvelables

Journal home page : <https://revue.cder.dz/index.php/rer>

Research Paper

Ressources oléagineuses alternatives pour la production du biodiesel en Algérie

Mohammed Amouri*, Majda Aziza

Centre de Développement des Energies Renouvelables, BP. 62 Route de l'Observatoire, Bouzaréah, Alger, Algérie.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 10 September 2021

Accepted 29 December 2021

Mots clés :

Biodiesel

Pistacia

Salvadora persica

Développement durable

RESUME

Le monde, actuellement, est confronté à deux crises majeures ; l'épuisement des ressources énergétiques fossiles accompagné d'une dégradation de l'environnement. Le biodiesel, c'est-à-dire les mélanges de mono alkyle d'esters d'acides gras obtenus par les procédés d'estérification d'huiles végétales, est un biocarburant d'origine renouvelable qui peut se substituer au gazole issu de ressources fossiles. En outre, le biodiesel est un biocarburant non toxique, biodégradable, doué d'une excellente lubricité et d'un bilan de carbone théoriquement nul. Le choix de la matière première pour la production d'un biodiesel propre et durable est crucial. L'Algérie, par son immense diversité en matière d'écosystèmes, dispose de ressources potentielles prometteuses qui ne demandent qu'à être valorisées et développées. L'objectif de ce travail est de présenter quelques espèces végétales rencontrées à l'état sauvage en Algérie et parmi lesquelles les espèces Pistacia lentiscus, P. terebinthus, P. atlantica et Salvadora persica, qui peuvent être considérées comme sources prometteuses pour la production du biodiesel dans une perspective de développement durable et de valorisation des ressources locales.

ABSTRACT

Keywords :

Biodiesel

Pistacia

Salvadora persica

Sustainable development

The world is currently facing two major crises: the depletion of fossil fuels and environmental degradation. Biodiesel, which is a mixtures of mono-alkyl fatty acid esters obtained by the esterification processes of vegetable oils, is a renewable, non-toxic, biodegradable biofuel with excellent lubrication and a theoretically zero carbon balance. The choice of raw materials for the production of clean and sustainable biodiesel is crucial. Algeria, with its immense diversity of ecosystems, has promising potential resources that need only to be valued and developed. The objective of this work is to present some plant species encountered in Algeria and among which Pistacia lentiscus, P. terebinthus, P. atlantica and Salvadora persica, could be considered as a promising source for biodiesel production from a sustainable development perspective.

* Corresponding author, E-mail address: m.amouri@cder.dz



1. Introduction

L'énergie joue un rôle crucial pour le développement de toute société. Dans un contexte de raréfaction des énergies fossiles, le biodiesel est l'une des options pratiques qu'on pourrait ajouter à un bouquet énergétique diversifié et pouvant faire partie intégrante d'une stratégie de développement énergétique durable. En tant que carburant alternatif renouvelable, le biodiesel pourrait contribuer au développement durable à condition qu'il soit issu d'une source non alimentaire et l'obtenir sans changer l'affectation des terres agricoles.

Ainsi, le choix de la matière première pour la production de biodiesel de façon durable revêt une importance de tout premier ordre. L'Algérie, par son immense diversité en matière d'écosystèmes, dispose de ressources potentielles prometteuses qui ne demandent qu'à être valorisées et développées dans une perspective de développement durable.

En outre, le développement des espèces pérennes pour la production bioénergétique sur des terres marginales permettrait de créer un système forestier, accroîtrait le couvert végétal et contribuerait à la séquestration du CO₂ atmosphérique. Il réduirait également la compétition avec la production alimentaire tout en fournissant de multiples services écosystémiques, entre autres, la promotion de la biodiversité, la rétention de l'eau et des nutriments dans le sol [1].

La production de bioénergie a des effets sur l'environnement à la fois au niveau local et au niveau mondial, affectant les ressources en terres et en eau, la biodiversité et le climat. Chaque phase de la filière de production génère des impacts environnementaux, mais la plupart ont lieu au stade de la production de la matière première et reflètent les impacts associés à la production agricole en général.

Le biodiesel a le potentiel d'avoir un bilan carbone neutre et contribue à l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES) lorsqu'il remplace le gazole (Figure 1) [2]. Cependant ces impacts positifs ne sont pas toujours atteints et, afin de les évaluer quantitativement et qualitativement, une analyse du cycle de vie doit être entreprise pour chaque cas particulier.

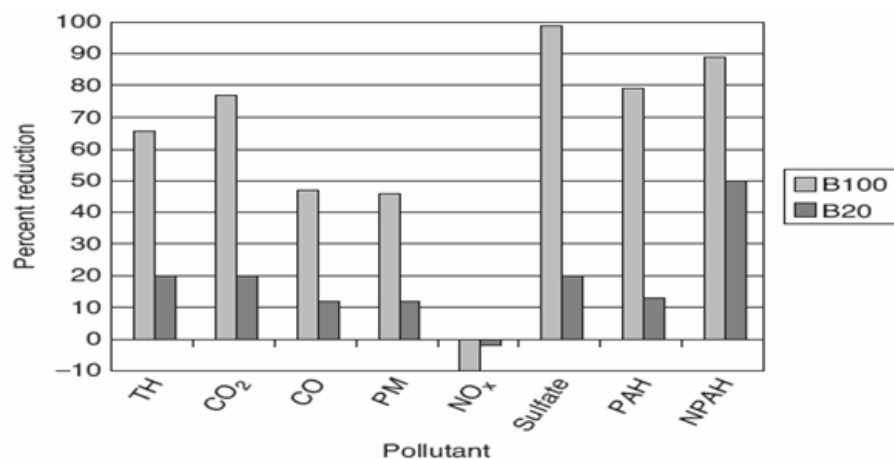


Fig 1. Réduction d'émissions en GES du B100 et B20 [3].

L'énergie est directement liée aux problèmes socio-économiques les plus critiques qui affectent le développement durable : pauvreté, travail, niveaux de revenu, accès aux services sociaux, disparité de genre et autres. A cet égard, plus de deux milliards de personnes sont des ruraux, qui n'ont aucun accès aux sources d'énergie modernes. Un système de production Alimentation-Énergie pourrait être considéré comme une approche intégrée pour améliorer la sécurité alimentaire et énergétique tout en assurant une bonne efficacité d'utilisation des ressources disponibles [4].

De nouveaux revenus pourraient en effet être générés directement par la production du biodiesel ou indirectement en créant des emplois ruraux par exemple à travers de petites industries valorisant les coproduits (produits pharmaceutiques, cosmétiques, engrais vert, biogaz et autres).

2. Matériels et Méthodes

2.1 Critère de sélection des espèces oléagineuses pour la production du biodiesel

Il existe de nombreuses espèces végétales non alimentaires présentant des caractéristiques souhaitables et prometteuses pour la production de biodiesel [5]. Selon, le Ministère de l'Energie Américain (US-DOE), les critères de sélection des espèces oléagineuses qui sont susceptibles d'être valorisées à des fins de production de biodiesel sont essentiellement les suivants [6] :

- Le potentiel génotypique (Rendement en huile et sa composition chimique) ;
- Performances agro-écologiques (Adaptation à des sols moins fertiles, résistance aux stress thermique et hydrique, cycle cultural adapté, résistance aux facteurs biotiques) ;
- Caractéristiques techniques du biodiesel dérivé de ces espèces oléagineuses (IC, ISO, PT, PE, Péc, Viscosité et Densité).

2.2. Qualité du biodiesel

Afin de produire un biodiesel avec des propriétés convenables pour être utilisé en tant que carburant, le profil en acide gras (AG) ci-dessous serait souhaitable [6]:

- Un degré de saturation le plus bas possible (C16 :0, C18 :0) afin d'améliorer le comportement à froid ;
- Une teneur en AG mono insaturés la plus élevée (C18 :1) pour une meilleure stabilité oxydative et un bon comportement à froid ;
- Une teneur aussi faible que possible en AG polyinsaturés (C18 :3) afin d'avoir un meilleur indice de stabilité oxydative.

La teneur en huile et sa composition en AG de différentes espèces végétales a fait l'objet d'une

synthèse bibliographique [6]. Les caractéristiques techniques du biodiesel dérivé de ces espèces sont estimées par les équations suivantes :

$$IS = \sum (560 * A_i) / M_{wi} \quad (1)$$

$$II = \sum (254 * D * A_i) / M_{wi} \quad (2)$$

$$IC = 46.3 + 5459/SN - 0.225 * IV \quad (3)$$

$$SO(h) = 7.5123 + \%(C16:0) * (0.2733) + \%(C18:0) * (0.0797) + \%(C18:1) * (0.0159) \quad (4)$$

$$+ \%(C18:2) * (-0.1141) + \%(C16:3) * (-0.3962) \quad R^2 = 0.911$$

IS : Indice de saponification, II : Indice d'Iode, IC : Indice de Cétane,

SO : Stabilité Oxydative

A_i : Teneur en acide gras (i), M_{wi} : Masse moléculaire de l'acide gras (i).

D : Nombre de doubles liaisons.

3. Résultats et discussion

3.1 Genre *Pistacia* : une source prometteuse du biodiesel en Algérie

Pistacia est un genre forestier écologiquement très intéressant vu son adaptation dans des régions caractérisées par des sols pauvres dans des étages climatiques différents et dans des conditions extrêmes de sécheresse. Par conséquent, un rôle très important pour cette espèce pourrait être envisagé pour une réhabilitation des terres marginales et dégradées en particulier dans le contexte du changement climatique [7].

En Algérie, trois pistachiers sauvages poussent partout et en abondance : *Pistacia lentiscus* dont on extrait une résine et qui présente un feuillage persistant, *Pistacia terebinthus* arbre au feuillage caduc dont on extrait l'huile de térébenthine et enfin *Pistacia atlantica* [8], [9].

Une valorisation de ce genre pour une production durable de biodiesel en Algérie est très prometteuse eu égard à sa richesse en huile de très bonne qualité, *P. lentiscus* jusqu'à 40 %MS, *P. terebinthus* 60 %MS, *P. atlantica* jusqu'à 45 %MS, ainsi qu'à ses autres utilisations possibles pour l'alimentation de bétail (Tableau1) et les industries cosmétique et pharmaceutique.

3.1.1 *Pistacia lentiscus*

Pistacia lentiscus est un arbrisseau que l'on trouve couramment dans les zones arides en Asie et en région méditerranéenne de l'Europe et d'Afrique. *Pistacia lentiscus* pousse à l'état sauvage sur tout type de sol, dans les zones subhumides et semi-arides d'Algérie [10]. *Pistacia lentiscus*

possède des caractéristiques éco-physiologiques exceptionnelles (résistance à la sécheresse, régénération rapide après incendies et résistance au pâturage) [11].

Pistacia lentiscus est un arbuste dioïque pérenne qui appartient à la famille des Anacardiaceae très communément répandue tout au long du littoral algérien [12]–[14]. Il est caractéristique de la zone méditerranéenne, pouvant atteindre 3 m de haut et se développe aussi dans les zones arides. Cet arbuste présente la capacité de germer après incendies et à protéger le sol contre l'érosion ce qui le rend très précieux pour les programmes de gestion et de reboisement dans les conditions climatiques méditerranéennes [15].

Le fruit de *Pistacia lentiscus* produit une huile très riche en AGI en particulier l'acide oléique et linoléique avec des teneurs allant de 32.8% MS [14] et 42.5% MS, respectivement [16]. Les parties de la plante sont utilisées en médecine traditionnelle depuis l'époque de la Grèce antique [15]. Elle est connue pour ses propriétés thérapeutiques comme antifongique, antimicrobien et antioxydant [16].

3.1.2 *Pistacia Terebinthus*

Pistacia terebinthus est un arbre ou arbuste à feuilles caduques pouvant atteindre 5 m de haut qui se rencontre généralement sur des sols rocheux, rarement dans les zones sèches et froides [17]. *Pistacia terebinthus* est une espèce rencontrée également dans les rocailles, broussailles et surtout en montagne [8]. Le fruit du *Pistacia terebinthus* contient une teneur en huile de 58-60 %MS, très riche en acide oléique, linoléiques et palmitique [18].

Tableau 1. Composition chimique de la graine de *P. lentiscus* et *P. terebinthus* [19].

Paramètre		<i>Pistacia terebinthus</i>	<i>Pistacia lentiscus</i>
Teneur en huile	(%)	38,2	31,2
Teneur en fibre	(%)	27,0	24,7
Teneur en protéine	(%)	9,2	8,7
Teneur en cendre	(%)	2,16	3,23

3.1.3 *Pistacia atlantica*

Le pistachier de l'Atlas est un arbre à la fois protecteur que productif [20]. Algérie, *Pistacia atlantica* Desf. ssp. *atlantica* est l'arbre par excellence des milieux steppiques (aride à semi-aride). Cependant, il peut pénétrer profondément jusqu'aux régions sahariennes. Il peut atteindre 15 m de hauteur et 5 m de diamètre, à feuillage caduque et fruits verts foncés à la maturité [21].

C'est une espèce nord-africaine, endémique, relativement commune dans toute l'Algérie, mais peu répandue dans le Sahara (Hoggar, Tassili). Le *Pistacia atlantica* est un arbre qui existe à l'état

disséminé dans la région de Djelfa, Laghouat et Ghardaïa [22]. *Pistacia atlantica* et ses sous-espèces : *Calibula*, *Mutica*, *Kurdica* et *Atlantica*, occupent une aire très vaste englobant le Maroc, l'Algérie, la Tunisie, la Libye, la Syrie, la Jordanie, la Palestine, l'Iran et l'Afghanistan [23]. *Pistacia atlantica* s'accommode de l'étage bioclimatique aride et peut vivre dans les conditions écologiques les plus sévères [24]. Elle se contente d'une faible pluviométrie de l'ordre de 150 mm et parfois moins [20]. Les principaux facteurs qui contribuent à sa dégradation sont l'exploitation forestière, les incendies et l'action des animaux.

La teneur en huile est comprise entre 32 % et 40% [25], [26], mais pourrait atteindre 45% lorsque la récolte est effectuée durant le mois d'octobre (bonne maturité) [27]. Les huiles obtenues ont une couleur jaune-orangé se solidifiant partiellement à température ambiante en raison de leur teneur élevée en AGS [28].

La richesse de la graine en fibre, protéine, cendre et sucre (Tableau IV) constitue en outre une source fourragère très appréciable pour la population locale.

Tableau 4. Composition Chimique du Fruit de *Pistacia Atlantica* Ecotype Nord [28].

Paramètre	Teneur en % MS
Teneur en huile	39,80
Teneur en fibre	12,60
Teneur en protéine	10,39
Teneur en cendre	5,54

3.1.4 Caractéristiques de l'huile de *P. lentiscus* et *P. terebinthus*

Le fruit de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia terebinthus* renferme une teneur en acides gras libres (AGL) de 0,59% et 2,95% respectivement (la norme prévoit une teneur max de 5%). La composition en AG est dominée essentiellement par trois types d'AG à savoir l'acide oléique (51,71%, 54,50%), l'acide palmitique (23,16%, 22,60%) et l'acide linoléique (21,75%, 16,60%). La teneur en acide linoléique est très faible (0,78%, 0,60%) et le pourcentage en TAG (96%) satisfait largement aux exigences de la norme EN14214 (Tableau 2). En outre, [29] a trouvé que le biodiesel obtenu du *Pistacia lentiscus* en Algérie présente des propriétés techniques en matière d'indice de cétane de 53.49, de viscosité cinématique de 3.44 mm²/s et un pouvoir calorifique de 40 MJ/kg. Dans la même perspective, le biodiesel issu de l'huile de *Pistacia terebinthus* présente des caractéristiques techniques en matière d'indice de cétane de 55, viscosité cinématique de 4.12 mm²/s et un pouvoir calorifique de 40 MJ/kg [30].

Tableau 2. Profil des AG de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia terebenthus* (Teneur en %)

Acide gras	<i>Pistacia Lentiscus</i> [16]	<i>Pistacia terebenthus</i> [31]
C14:0	-	0,10
C16:0	23,16	22,60
C16:1	1,28	3,30
C18:0	1,13	2,00
C18:1	51,71	54,50
C18:2	21,75	16,60
C18:3	0,78	0,60
C20:0	-	-
C20:1	-	0,10
AGS	24,30	24,80
AGI	75,53	75,20
AGMI	53	58,00
AGPI	22	17,2
AGL (%)	2,95	0,59
TAG (%)	-	96

Tableau 3. Caractéristique des EMAG de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia terebinthus*.

Propriété	<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Pistacia terebinthus</i>	ASTM D6751 [32]	EN14214 [32]
IC	53,0	56,3	47 min	51 min
ISO (h)	11,9	12,5	3 min	6 min
II (gI ₂ 100 g ⁻¹)	89,4	74,4	-	120 max
IS	203,4	204,1	-	-
C18 :3 (%)	0.78	0.60	-	12

3.1.5. Caractéristique de l'huile de *Pistacia atlantica*

Le fruit de *P. atlantica* renferme une teneur en AGL de 4.8%. La composition en AG est dominée

principalement par l'acide oléique (54,66%), l'acide linoléique (18,51%) et l'acide palmitique (17,29 %). La teneur en acide linoléique est très faible (0,59%) ce qui satisfait largement la norme EN14214 (Tableau 5). La production en grains pourrait atteindre de 10 à 20 kg par arbre avec une teneur en huile variant entre 30 à 50 % MS ([communication personnelle](#)). Un rendement en huile de 300 à 1000 L/ha pourrait être obtenu supposant une densité de 100 pieds par hectare. Actuellement, dans le programme de la politique de diversification des essences de reboisement, 100 ha environ sont plantés chaque année en Pistachier de l'Atlas dans les actions du barrage vert [33].

Tableau 5. Profil des AG de *P. atlantica*.

AG	Teneur (%) [34]	Teneur (%) [28]	Teneur (%) [35]
C14:0	0,33	-	0,07
C16:0	10,70	24	17,29
C16:1	1,81	1,2	6,09
C18:0	2,44	1,8	2,35
C18:1	51,73	46	54,66
C18:2	31,34	27,4	18,51
C18:3	1,16	-	0,59
AGS	13,47	25,8	19,71
AGMI	53,54	47,2	60,75
AGPI	32,50	27,4	19,12
AGL	-	-	4,8

3.1.6 Propriétés du biodiesel dérivé de *Pistacia lentiscus* et *Pistacia terebinthus*

Le tableau 3 décrit les caractéristiques techniques du biodiesel estimées pour les huiles de *P. Lentiscus* et *P.Terebinthus* et calculées à l'aide des équations (1) à (4) données plus haut. Les deux types de biodiesel dérivé montrent un bon indice de cétane (IC) (53 et 56,30 respectivement). En ce qui concerne l'indice de stabilité oxydative (ISO) (11,96 et 12,58) et l'indice d'iode (II) (89,45, 74,37). Les valeurs calculées répondent largement aux normes internationales (ASTMD 6751, EN14214). Vu la teneur relativement élevée en acide oléique et relativement faible en acide gras saturé (AGS), le biodiesel dérivé pourrait avoir un bon comportement à froid.

3.1.7 Propriétés du biodiesel dérivé de *P. atlantica*

Le Tableau 6 montre les caractéristiques techniques du biodiesel dérivé de l'huile de *P. atlantica* estimée par les équations (1) à (4) données plus haut. Le biodiesel dérivé présente un bon IC (55,25). En ce qui concerne l'ISO (10,95 h) et l'II (79,83), les valeurs calculées répondent largement aux normes internationales (ASTMD 6751, EN14214). Vue la teneur relativement élevée en acide oléique et relativement faible en AGS, le biodiesel dérivé pourrait avoir un bon comportement à froid.

Tableau 6 : Caractéristiques des EMAG de *P. atlantica*

Propriété	<i>P.atlantica</i>	ASTMD 6751[32]	EN14214 [32]
IC	55,25	47 min	51 min
ISO (h)	10,95	3 min	6 min
II	79,83	-	120 max
C18:3 (%)	-	-	12

3.2 *Salvadora persica*

C'est un arbre à feuilles persistantes de 6 à 7 m de hauteur caractérisé avec une grande distribution géographique dont l'Afrique du nord [36]. L'espèce *S. persica* est très commune sur des sols argileux ou sablo-limoneux. Cet arbre possède de multiples usages et les fruits ont une teneur de 50% en huile non alimentaire (Tableau 7) [37]. L'espèce est utilisée comme brise-vent dans les régions semi-arides ainsi que la restauration des dunes et les sols salins grâce à son pouvoir de phytoremédiation. Elle est adaptée à des conditions environnementales extrêmes [36].

Une plantation de 5 ans pourrait atteindre un rendement en huile de 1800 kg/ha avec une production en graines de 3,5 tonnes/ha/an. Cet arbre est caractérisé par un cycle de vie atteignant 100 ans. Sous les conditions d'irrigation, *S. persica* est l'une des espèces halophytes connues les plus productives avec une production en biomasse de 20 tonnes/an de biomasse sèche [36]. En outre, un rendement en huile de 576 à 868 kg/ha est obtenu dans des conditions de salinité extrême (pH=7,2 - 8,9, EC=25 à 70 dS/m) [38].

Tableau 7. Teneur en huile de la graine de *Salvadora persica*.

Type de sol	Teneur (%)
Sol alcalin [37]	44,78 - 45,50

Sol salé [37]	43,28 - 44,36
Sol sablonneux [39]	41,4 - 42,8

3.2.1 Caractéristique de l'huile et des EMAG de *Salvadora persica*

L'huile de *S. persica* est composée essentiellement d'AGS avec une proportion de 86 % environ contre une teneur en AGMI de 14 %. Elle est constituée de trois principaux AG à savoir l'acide myristique (C14:0), l'acide palmitique (C16:0) et l'acide oléique (C18:1) avec des teneurs de 45,50, 35,12 et 10,20% respectivement. Son profil en AGS aura un impact négatif sur le comportement à froid des EMAG issus de cette huile, ce qui constitue une contrainte pour son utilisation comme biocarburant. Cependant, sa richesse en (C14:0) contribuera à améliorer positivement ce paramètre sachant que le C14:0 est relativement fluide et passe à l'état liquide pour des températures comprises entre 0 et 10 °C [40].

En revanche, le biodiesel de *Salvadora persica* présente des caractéristiques techniques très intéressantes en tant que carburant. Ses caractéristiques notoires sont l'IC, l'indice de ISO et l'II qui sont estimés à 70,71 ; 17,27 et 10,92 respectivement ce qui satisfait largement les normes internationales (ASTMD 6751, EN 14214) (Tableau 9). L'absence de l'acide linoléique (C18 :3) améliore davantage l'ISO.

Tableau 8. Profil en Acide gras de l'huile de *Salvadora persica* [39].

Acide gras	Teneur en %
C12:0	3,31
C14:0	45,50
C16:0	35,12
C18:1	10,20
C20:1	3,82
C20:0	0,70
C22:0	0,89
C24:0	0,46
AGS	85,98
AGMI	14,02

Tableau 9. Caractéristiques des EMAG de *Salvadora persica*

Propriété	<i>S. persica</i>	ASTMD 6751 [32]	EN14214 [32]
IC	70,71	47 min	51 min
ISO (h)	17,27	3 min	6 min
II	10,92	-	120 max
C18 :3 (%)	-	-	12

4. Conclusion

En guise de conclusion, on pourrait avancer que les espèces *Pistacia lentiscus*, *Pistacia terebinthus*, *Pistacia atlantica* et *Salvadora persica* possèdent un potentiel très prometteur pour la production de biodiesel (IC, ISO, % AGI, teneur en C18:3), tout en tenant en compte de leurs performances agro-écologiques très intéressantes dans les conditions locales ainsi que leur disponibilité en abondance en Algérie et en avançant que l'on pourrait les développer dans la plupart des régions agricoles montagneuses et semi-arides.

Le biodiesel issu de ces espèces végétales non alimentaires pourrait être utilisé en mélange avec le gazole, en réduisant ainsi la dépendance vis-à-vis de ce carburant fossile qui sera de plus en plus rare et de plus en plus cher dans un avenir qui n'est pas si éloigné. Outre ses avantages économiques, le biodiesel de par ses autres impacts socio-économiques contribuera à la lutte contre la pauvreté, à l'amélioration de la sécurité énergétique et alimentaire, à la séquestration du CO₂, à la préservation de la biodiversité et à l'adaptation aux changements climatiques à travers l'intégration de ces espèces dans les projets de mécanismes de développement propre (MDP) en particulier pour les communautés rurales déshéritées.

En outre, un rôle très important pour ces espèces pourrait être envisagé pour une réhabilitation des terres marginales et dégradées dans le cadre du barrage vert en particulier dans le contexte de l'adaptation au changement climatique. En Algérie, l'utilisation de ces espèces reste faible malgré leur potentiel d'adaptation aux conditions arides du milieu. Les conditions climatiques de la plupart des régions agricoles montagneuses et semi-arides de notre pays sont favorables à leur extension. La valorisation de l'huile issue de ces espèces par la production de biodiesel et l'utilisation des tourteaux d'extraction comme aliment de bétail pourrait réduire leur exploitation non rationnelle comme fourrage et bois de chauffage par la population locale afin de lutter contre la désertification par l'amélioration de la gestion des ressources naturelles. De surcroît, la valorisation des produits à haute valeur ajoutés à l'instar des huiles essentielles constitue un atout pour le développement de l'économie des communautés locales.

Abréviations

AGL: Acide Gras Libre	IC: Indice de Cétane
AGS: Acide Gras Saturé	II : indice d'Iode
AGI: Acide Gras Insaturé.	IS : Indice de Saponification
AGMI: Acide Gras Mono-Insaturé	ISO : Indice de Stabilité Oxydative
AGPI: Acide Gras Polyinsaturé	PE: Point d'Ecoulement
B20 : Mélange Biodiesel-Gazole à 20% biodiesel	PEc : Point d'éclair
B100 : Biodiesel pur	TAG: Triacylglycérol
EC : Conductivité Electrique	MS : Matière sèche
EMAG: Ester Méthyl d'Acide Gras	PT: Point de Trouble

Références

- [1] D. Tilman *et al.*, « Beneficial Biofuels--The Food, Energy, and Environment Trilemma », *Science*, vol. 325, n° 5938, p. 270-271, juill. 2009, doi: 10.1126/science.1177970.
- [2] L. Lin, Z. Cunshan, S. Vittayapadung, S. Xiangqian, et D. Mingdong, « Opportunities and challenges for biodiesel fuel », *Applied Energy*, vol. 88, n° 4, p. 1020-1031, avr. 2011, doi: 10.1016/j.apenergy.2010.09.029.
- [3] C. M. Drapcho, N. P. Nghim, et T. Walker, *Biofuels Engineering Process Technology*. McGraw-Hill Education, 2008. Consulté le: août 04, 2020. [En ligne]. Disponible sur: /content/book/9780071487498
- [4] A. Bogdanski, O. Dubois, C. Jamieson, et R. Krell, *Making integrated food-energy systems work for people and climate: an overview*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011.
- [5] D. Tomes, P. Lakshmanan, et D. Songstad, Éd., *Biofuels: Global Impact on Renewable Energy, Production Agriculture, and Technological Advancements*. New York: Springer-Verlag, 2011. doi: 10.1007/978-1-4419-7145-6.
- [6] J. C. J. Bart, N. Palmeri, et S. Cavallaro, « 6 - Emerging new energy crops for biodiesel production », in *Biodiesel Science and Technology*, J. C. J. Bart, N. Palmeri, et S. Cavallaro, Éd. Woodhead Publishing, 2010, p. 226-284. doi: 10.1533/9781845697761.226.
- [7] C. Kole, Éd., *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Temperate Fruits*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. doi: 10.1007/978-3-642-16057-8.
- [8] P. (1926-2015) A. Quézel, *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*. Éditions du Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, 1962.
- [9] P. Ozenda, *Flore du Sahara*. Paris: Centre National de la Recherche Scientifique, 1977.
- [10] N. Smail-Saadoun, « Types stomatiques du genre Pistacia : Pistacia atlantica Desf. ssp. Atlantica et Pistacia lentiscus L. », p. 4, 2005.
- [11] O. Barazani, N. Dudai, et A. Golan-Goldhirsh, « Comparison of Mediterranean Pistacia lentiscus Genotypes by Random Amplified Polymorphic DNA, Chemical, and Morphological Analyses », *J Chem Ecol*, vol. 29, n° 8, p. 1939-1952, août 2003, doi: 10.1023/A:1024862614345.
- [12] O. Werner, P. Sánchez-Gómez, J. Guerra, et J. F. Martínez, « Identification of Pistacia×saportae Burnat (Anacardiaceae) by RAPD analysis and morphological characters », *Scientia Horticulturae*, vol. 91, n° 1, p. 179-186, nov. 2001, doi: 10.1016/S0304-4238(01)00245-X.
- [13] G. Montserrat-Martí et C. Pérez-Rontomé, « Fruit growth dynamics and their effects on the phenological pattern of native Pistacia populations in NE Spain », *Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, vol. 197, n° 3, p. 161-174, janv. 2002, doi: 10.1078/0367-2530-00027.
- [14] M. Charef, M. Yousfi, M. Saidi, et P. Stocker, « Determination of the Fatty Acid Composition of Acorn (Quercus), Pistacia lentiscus Seeds Growing in Algeria », *J Am Oil Chem Soc*, vol. 85, n° 10, p. 921-924, oct. 2008, doi: 10.1007/s11746-008-1283-1.

- [15] E. Lev et Z. Amar, « Ethnopharmacological survey of traditional drugs sold in Israel at the end of the 20th century », *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 72, n° 1, p. 191-205, sept. 2000, doi: 10.1016/S0378-8741(00)00230-0.
- [16] H. Trabelsi *et al.*, « Total lipid content, fatty acids and 4-desmethylsterols accumulation in developing fruit of *Pistacia lentiscus* L. growing wild in Tunisia », *Food Chemistry*, vol. 131, n° 2, p. 434-440, mars 2012, doi: 10.1016/j.foodchem.2011.08.083.
- [17] R. Álvarez, A. Encina, et N. Pérez Hidalgo, « *Pistacia terebinthus* L. leaflets: an anatomical study », *Plant Syst Evol*, vol. 272, n° 1, p. 107, avr. 2008, doi: 10.1007/s00606-007-0640-0.
- [18] M. Özcan, « Characteristics of fruit and oil of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) growing wild in Turkey », *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 84, n° 6, p. 517-520, 2004, doi: 10.1002/jsfa.1632.
- [19] C. A. Marcopoulos, « Seed and seed oil of *Pistacia Terebinthus* and *P. Lentiscus* », *J Am Oil Chem Soc*, vol. 42, n° 1, p. 1-2, janv. 1965, doi: 10.1007/BF02558239.
- [20] A. Yaaqobi, L. E. Hafid, et B. Haloui, « Etude biologique de *pistacia atlantica* Desf. de la region orientale du maroc », p. 11, 2009.
- [21] S. Belhadj, « Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation », In : *Ak B.E. (ed.). XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds. Zaragoza : CIHEAM, 2001. p. 107-109. (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 56). 11. GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds, 1999/09/01-04, Sanliurfa (Turkey).*, p. 5, 2001.
- [22] A. Monjauze, « Connaissance du bétoum *Pistacia atlantica* Desf. », *Rev. For. Fr.*, n° 4, p. 356, 1980, doi: 10.4267/2042/21418.
- [23] S. Kafkas, E. Kafkas, et R. Perl-Treves, « Morphological diversity and a germplasm survey of three wild *Pistacia* species in Turkey », *Genetic Resources and Crop Evolution*, vol. 49, n° 3, p. 261-270, juin 2002, doi: 10.1023/A:1015563412096.
- [24] F. Monastra, M. Ravira, F. J. Vargas, M. A. Romero, et D. Romkas, « Caractérisation isoenzymatique de diverses espèces du genre *Pistacia* et leurs hybrides Etude de leur comportement comme porte-greffe du pistachier *Pistacia vera* L. », p. 11, 1997.
- [25] H. Benhassaini, M. Bendahmane, et N. Benchalga, « The chemical composition of fruits of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* from Algeria », *Chem Nat Compd*, vol. 43, n° 2, p. 121-124, mars 2007, doi: 10.1007/s10600-007-0059-4.
- [26] A. Daneshrad et Y. Aynehchi, « Chemical studies of the oil from *pistacia* nuts growing wild in iran », *J Am Oil Chem Soc*, vol. 57, n° 8, p. 248-249, août 1980, doi: 10.1007/BF02668252.
- [27] M. Yousfi, B. Nedjmi, R. Bellal, D. Ben Bertal, et G. Palla, « Fatty acids and sterols of *Pistacia atlantica* fruit oil », *J Amer Oil Chem Soc*, vol. 79, n° 10, p. 1049-1050, oct. 2002, doi: 10.1007/s11746-002-0601-8.

- [28] M. Yousfi, B. Nadjemi, R. Belal, I. Bombarda, et E. M. Gaydou, « Triacylglycerol composition of oil from *Pistacia atlantica* fruit growing in Algeria », *J Amer Oil Chem Soc*, vol. 82, n° 2, p. 93-96, févr. 2005, doi: 10.1007/s11746-005-1048-7.
- [29] K. Khiari, « Experimental investigation of pistacia lentiscus biodiesel as a fuel for direct injection diesel engine », *Energy Conversion and Management*, p. 8, 2016.
- [30] C. İlkılıç, « Terebinth oil for biodiesel production and its diesel engine application », *Journal of the Energy Institute*, p. 12, 2015.
- [31] D. Koçak, H. Keskin, S. Fadiloğlu, B. Kowalski, et F. Göğüş, « Characterization of Terebinth Fruit Oil and Optimization of Acidolysis Reaction with Caprylic and Stearic Acids », *J Am Oil Chem Soc*, vol. 88, n° 10, p. 1531-1538, oct. 2011, doi: 10.1007/s11746-011-1830-z.
- [32] A. K. Babu et G. Devaradjane, « Vegetable Oils And Their Derivatives As Fuels For CI Engines: An Overview », SAE International, Warrendale, PA, SAE Technical Paper 2003-01-0767, mars 2003. doi: 10.4271/2003-01-0767.
- [33] D. Mehdeb, « Etude de la variabilité morphologique du pistachier de l'atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la région de Tiaret. », Thèse de Magister, Université d'Oran1 - Ahmed Ben Bella, Oran, 2012. [En ligne]. Disponible sur: <https://www-pnst-cerist-dz.www.snd11.arn.dz/detail.php?id=34438>
- [34] R. Farhoosh, J. Tavakoli, et M. H. H. Khodaparast, « Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of *Pistacia atlantica* in Iran », *J Am Oil Chem Soc*, vol. 85, n° 8, p. 723, juin 2008, doi: 10.1007/s11746-008-1258-2.
- [35] H. Benhassaini, M. Bendahmane, et N. Benchalga, « The chemical composition of fruits of *Pistacia atlantica* desf. subsp. *atlantica* from Algeria », *Chem Nat Compd*, vol. 43, n° 2, p. 121-124, mars 2007, doi: 10.1007/s10600-007-0059-4.
- [36] S. Falasca, S. Pitta-Alvarez, et C. M. del Fresno, « *Salvadora persica* agro-ecological suitability for oil production in Argentine dryland salinity », *Science of The Total Environment*, vol. 538, p. 844-854, déc. 2015, doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.08.082.
- [37] M. P. Reddy, M. T. Shah, et J. S. Patolia, « *Salvadora persica*, a potential species for industrial oil production in semiarid saline and alkali soils », *Industrial Crops and Products*, vol. 28, n° 3, p. 273-278, nov. 2008, doi: 10.1016/j.indcrop.2008.03.001.
- [38] J. C. Dagar, « Opportunities for Alternate Land Uses in Salty and Water Scarcity Areas », p. 15, 2009.
- [39] A. A. Mariod, B. Matthäus, et I. H. Hussein, « Chemical Characterization of the Seed and Antioxidant Activity of Various Parts of *Salvadora persica* », *J Am Oil Chem Soc*, vol. 86, n° 9, p. 857-865, sept. 2009, doi: 10.1007/s11746-009-1422-3.
- [40] J.-C. Guibet, *Carburants et moteurs*, vol. 1. Technip, 1997.