

Utilisations énergétiques de l'huile de coton

Gilles Vaitilingom

Centre de coopération internationale
en recherche agronomique
pour le développement (Cirad),
TA 10/16,
73, rue Jean-François Breton,
34398 Montpellier cedex 5
<gilles.vaitilingom@cirad.fr>

Résumé

Les huiles végétales font l'objet d'une considération croissante en tant que carburants des moteurs diesels qu'ils soient destinés à l'agriculture, la production d'électricité ou les transports, que ce soit dans les pays du Sud comme dans ceux du Nord. La récente directive du Parlement européen et du Conseil de l'Union Européenne exprime clairement la volonté de promouvoir l'utilisation des biocarburants dans les transports à partir de 2005. On devrait voir apparaître des équipements et des machines adaptés ou conçus pour l'utilisation de biocarburants y compris pour les huiles végétales. Dans un contexte de prix du pétrole élevé et en augmentation, on peut s'interroger sur les opportunités énergétiques de l'huile de coton dont la production à l'hectare varie de 100 à 300 litres selon les endroits. Les travaux antérieurs et les quelques applications démarrées depuis la fin des années 1980 montrent que l'huile de coton présente les mêmes comportements en tant que biocarburant que les huiles de colza ou de tournesol utilisées de plus en plus massivement en Europe. Les contraintes techniques d'utilisation sont indiquées pour les moteurs comme pour les brûleurs. Si les équipements sont adaptés, les performances et les rendements sont très proches, parfois meilleurs, que ceux obtenus avec les produits pétroliers. Les émissions de polluants sont également identiques avec l'avantage que les huiles végétales ne rejettent pas de CO₂ fossile dans l'atmosphère terrestre. Deux exemples d'utilisation, depuis 1988, d'huile de coton biocarburant en Afrique sont mentionnés.

Mots clés : coton ; Afrique ; huile de coton ; huile végétale ; biocarburant ; moteur diesel ; brûleur ; ressource énergétique.

Thèmes : transformation ; commercialisation ; productions végétales ; traitement des coproduits et déchets.

Abstract

Cottonseed oil as biofuel

Vegetable oils used as fuel for Diesel engines are the object of an increasing interest in sectors like agriculture, electricity generation or transportation, in Southern countries as much as in Northern countries. The recent directive of the European Parliament and the Council of the European Union clearly expresses the will to promote the use of biofuels for transportation from 2005 onwards. Equipments and machines adapted or designed for the use of biofuels including vegetable oils should soon be launched on the market. In a context of high and increasing oil prices, we can wonder about the energy opportunities of cotton oil whose yield per hectare varies between 100 and 300 litres according to the site. Previous works and some applications started since the end of the 1980s show that cotton oil used as biofuel presents the same behaviour as rapeseed oil or sunflower oil used more and more massively in Europe. Technical constraints of use are pointed out for engines as well as burners. If equipments are adapted, performances and efficiencies are very close, sometimes better, than those of petroleum products. Pollutant emissions are also identical with the advantage that vegetable oils do not reject fossil CO₂ in the atmosphere. Two examples of use in Africa, since 1988, of cotton oil as biofuel are mentioned.

Key words: cotton; Africa; cottonseed oil; plant oils; biofuels; diesel engines; burners; energy resources.

Subjects: processing, marketing; vegetal productions; processing of coproducts and wastes.

Tirés à part : G. Vaitilingom

Les huiles végétales font l'objet d'une considération croissante en tant que carburants¹ qu'ils soient destinés à l'agriculture, la production d'électricité ou les transports, que ce soit dans les pays du Sud comme dans ceux du Nord.

Les raisons de ce regain d'intérêt sont multiples mais parmi les principales on peut retenir :

- la hausse significative des prix du pétrole accompagnée de messages, cette fois explicites, de non-retour vers du pétrole facile et bon marché ;
- la recherche de solutions énergétiques pour un « après pétrole » ;
- l'engagement quasi planétaire sur la réduction des gaz à effet de serre (GES)² ;
- et, par voie de conséquence, une reconsidération pour des schémas d'autonomie énergétique totale ou, plus raisonnablement, en complément des gros systèmes de distribution d'énergie.

L'huile végétale carburant dans le monde

Parmi les biocarburants utilisables dès aujourd'hui ou à très court terme, les huiles végétales ont l'avantage d'avoir fait récemment l'objet de nombreux travaux.

Les premières expériences d'huile végétale carburant sont attribuées à Rudolf Diesel lui-même lors de l'exposition coloniale de Paris en 1900. Depuis, les huiles végétales tropicales ont fait l'objet d'études, de tests et même d'utilisations massives (seconde guerre mondiale) en fonction des aléas liés aux coûts ou à la disponibilité du pétrole. Mais les grands travaux de recherche menés dans les années 1950 partout dans le monde sur les moteurs polycarburants n'incluaient pas les huiles végétales qui, donc, n'ont jamais eu le statut de carburant potentiel. Plus récemment, les grands congrès internationaux permettaient de recenser près de 150 tests menés à travers le monde

¹ On traitera ici des usages en tant que combustible liquide pour moteurs et brûleurs.

² En ne considérant que les produits de la combustion des huiles végétales, le CO₂ émis ne contribue pas à l'accroissement des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

Encadré 1
Les exigences des huiles végétales en tant que carburant [3]

Qualité et traitements

Les exigences de qualité sont moins grandes et à la fois différentes de celles des huiles alimentaires. Elles dépendent du type d'oléagineux traité : coprah et palme ne contiennent pas de cires comme le tournesol. Elles sont liées au procédé d'extraction utilisé : les huiles brutes industrielles sont chargées de phosphore et de cires, ce qui ne sera pas le cas des huiles artisanales.

- Les huiles naturelles carburant n'ont pas besoin d'être raffinées
- Elles doivent être correctement filtrées (10 microns)
- Elles ne doivent pas contenir plus de 50 ppm de phosphore
- Elles ne doivent pas contenir plus de 500 ppm de cires.

entre 1977 et 1982 [1]. La chute des cours du pétrole en 1985-1986 avait mis un frein au développement des énergies renouvelables et *a fortiori* des huiles végétales, y compris pour un usage en agriculture (circuit court d'autoconsommation).

Aujourd'hui, l'Europe utilise à des fins carburant 1,4 million de tonnes/an d'huiles de colza et de tournesol, essentiellement sous forme d'esters méthyliques. La filière d'utilisation directe d'huile végétale³ est bien plus réduite : en Europe, par exemple, seuls une centaine d'engins agricoles et véhicules légers utilisent quotidiennement des huiles de colza et de tournesol.

Mais les choses risquent de changer à très court terme. La récente directive du Parlement européen et du Conseil de l'Union européenne exprime clairement la volonté européenne de promouvoir l'utilisation de biocarburants dans les transports [2]. Cela avec un calendrier explicite : dès 2005, 2 % de biocarburants en substitution, calculés sur la base de la teneur énergétique des produits pétroliers destinés aux transports, et 5,75 % en 2010. Planificateurs, gestionnaires de projets, constructeurs de moteurs et d'équipements vont prendre en compte les spécificités des biocarburants actuels, dont les huiles végétales brutes naturelles (*encadré 1*).

Dans le monde tropical, on aurait pu penser à l'existence de nombreux exemples d'utilisation faisant références. Il n'en est rien, seules quelques expériences isolées sans réelle dissémination, et parfois en toute confidentialité, peuvent être recensées. Pourtant le potentiel ainsi que le contexte y sont souvent réunis. Le développement des huiles biocarburants, s'il est fortement lié aux coûts locaux des produits pétroliers, dépend beaucoup de

³ Il s'agit d'huiles semi-raffinées ou de qualité alimentaire.

l'information diffusée. L'offre technologique actuelle étant quasi inexistante, autant que la demande, l'émergence de projets biocarburants sera la conséquence de la « banalisation » de leur usage en Europe.

Les exceptions sont l'huile de coprah et l'huile de pourghère (*Jatropha curcas*). C'est le Pacifique qui développe aujourd'hui la plus grande dynamique d'usage énergétique de l'huile de coprah, issue de l'amande séchée de la noix de coco (2 000 litres d'huile par hectare est un chiffre moyen). Sous l'impulsion du Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement-Systèmes agroalimentaires et ruraux (Cirad-Sar), les essais isolés du début des années 1980 ont évolué vers des démonstrations réelles suivies d'une dissémination active depuis 2004. L'usage pour véhicules est significatif, mais c'est avant tout la génération d'électricité qui motive le plus d'intérêt dans le Pacifique sud. Les sociétés de production d'électricité testent ce biocarburant dans leurs centrales, certaines depuis 1998 [4]. On peut citer : la Nouvelle-Calédonie, Fidji, Vanuatu, Samoa, Marshall... et des projets en Micronésie, Papouasie-Nouvelle-Guinée et Tonga.

Le pourghère est une plante vivace, adaptée aux climats humides aussi bien que secs, qui produit des graines donnant une huile non comestible. Ce n'est pas sa première vertu mais elle échappe ainsi au conflit « alimentaire/énergétique ». Selon les conditions agronomiques et climatiques on peut obtenir en culture de plein champ, de 300 à 1 200 litres d'huile par hectare [5]. Elle est très répandue dans le monde tropical car elle produit des haies naturelles en deux ans. Objet d'intérêt depuis les années 1980, son usage énergétique s'est développé en Afrique de l'Ouest et en Inde.

L'huile de coton carburant

L'huile de coton est peu connue des consommateurs occidentaux ; elle occupe pourtant le cinquième rang mondial de la consommation d'huile alimentaire. En Afrique de l'Ouest, l'huile de coton représente l'essentiel de la consommation d'huile alimentaire au Mali, au Tchad, au Burkina, au Togo et une proportion importante en Côte d'Ivoire et au Cameroun.

En moyenne, 100 kg de coton-graine produisent 10 litres d'huile. Ainsi en Afrique de l'Ouest, on obtient couramment 100 litres d'huile par hectare. Compte tenu de ses rendements en coton-graine, la Chine peut produire 300 litres d'huile par hectare. Par comparaison au colza ou au tournesol, uniquement cultivés pour leur huile, en produisant 1 000 à 1 200 litres par hectare, on réalise l'intérêt de triturer les graines de coton qui ne sont qu'un coproduit de la fibre, cette dernière représentant 85 % de la valeur marchande du coton-graine. Environ deux tiers des graines sont utilisés à cet usage à travers le monde.

Dans un contexte de prix du pétrole élevé et en augmentation, on peut s'interroger sur les opportunités énergétiques de cette huile.

Utilisation de l'huile de coton carburant : deux voies majeures

À côté de son usage alimentaire, deux voies majeures peuvent être considérées par les pays producteurs :

- l'utilisation en circuit court d'autoconsommation ;
- l'utilisation en tant que carburant national, notamment pour les transports.

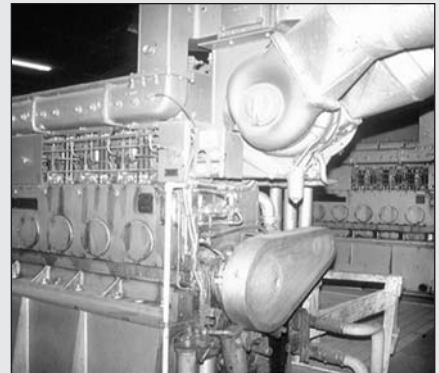
• Le circuit court d'autoconsommation concerne les petits producteurs et les sociétés cotonnières : les premiers pour avoir accès à un substitut du fioul, les seconds pour alléger une facture pétrolière croissante (*encadré 2*).

L'huile de coton naturelle issue de procédés d'extraction artisanaux est directement utilisable pure ou en mélange avec du

Encadré 2 Quelques exemples d'utilisation en Afrique

Les sociétés cotonnières, en particulier celles qui sont enclavées, ont compris depuis longtemps l'intérêt d'utiliser une partie de leur huile de coton en substitution du pétrole. Ainsi, depuis 1988, la Compagnie malienne pour le développement des textiles (CMDT) à Koutiala (Mali) et la COTONTCHAD à Moundou (Tchad) utilisent dans les moteurs (*) de leurs groupes électrogènes de centrale électrique plusieurs centaines de tonnes d'huile de coton par an [6, 7].

(*) Les moteurs ont été adaptés par le Cirad.



Groupe électrogène 600 KVA de la centrale de Moundou fonctionnant à l'huile de coton pure (photo Cirad).

fioul dans certains moteurs diesels couvrant la gamme de puissance de 5 à 100 kW. Les autres moteurs diesels doivent subir quelques modifications mécaniques ou être utilisés sous certaines conditions de charge. L'huile de coton artisanale est produite soit manuellement soit à l'aide de petites presses en suivant un processus respectueux de l'environnement. Il produit de l'huile et des tourteaux utilisables en alimentation animale, il ne nécessite pas de produits chimiques et ne génère pas d'eaux usées en grande quantité.

• En tant que carburant « national », c'est-à-dire, un biocarburant utilisé, pur ou en mélange, de façon banalisée par des utilisateurs « non captifs », l'huile de coton doit être adaptée aux contraintes techniques des moteurs diesels du marché. Les moteurs à injection directe (*encadré 3*) n'acceptent pas les huiles végétales naturelles. C'est généralement par estérification que les huiles végétales sont transformées en carburants, communément appelés Biodiesel, respectant les spécifications des fiouls et gazoles.

L'huile de coton peut être estérifiée grâce à du méthanol importé ou grâce à de l'éthanol de canne à sucre. Les zones de canne à sucre étant souvent peu éloignées des zones cotonnières, il est alors possible de produire un biocarburant « national » utilisable en mélange ou pur en substitution des produits pétroliers pour diesels.

L'huile de coton utilisée ici est d'origine industrielle, elle nécessite un raffinage

quasi complet car elle est semi-siccative⁴, ce qui peut poser des problèmes lors de l'opération d'estérification et dans certains organes mécaniques des moteurs.

À côté de son utilisation en moteurs, il faut également citer la possibilité d'usage comme combustible pour brûleurs. Moins contraignant en termes d'adaptation des équipements, cet usage est en train de se développer en Europe pour le séchage de produits agricoles ou pour le chauffage collectif et domestique grâce à l'apparition de brûleurs adaptés.

Utilisation de l'huile de coton carburant : caractéristiques

Les huiles végétales naturelles sont des substituts des fiouls et gazoles à condition que les moteurs ou les brûleurs soient spécialement adaptés [8] (*encadré 4*). Cependant, il est important de souligner que cela peut se faire en toute réversibilité. Les modifications permettent toujours l'usage des produits pétroliers purs ainsi que, comme on l'a vu, en mélange avec les huiles végétales.

⁴ Siccativité : incorporation progressive d'oxygène dans une pâte oléagineuse, provoquant, par polymérisation, sa solidification sans qu'il y ait évaporation.

Encadré 3

**Huile de coton pure → Moteur injection indirecte ou injection directe modifié.
Huile de coton estérifiée → Tout moteur diesel**

L'huile de coton brute dans les moteurs à injection directe non modifiés : impossible ! Pourquoi ?

- Aucune huile végétale brute ou raffinée n'est utilisable en l'état dans les moteurs diesels à injection directe. Lorsqu'ils délivrent jusqu'à la moitié de leur puissance nominale, ces moteurs présentent des températures moyennes de chambre inférieures à 200 °C. Or, l'huile de coton possède une température de point éclair largement supérieure à celle du fioul : 243 °C pour l'huile contre 93 °C pour le gazole, ce qui signifie qu'une part de gouttelettes d'huile ne va pas se vaporiser mais va se « coller » aux parois provoquant des dépôts « goudronneux ». Ces dépôts vont vite s'accumuler sur le nez des injecteurs perturbant ainsi la pulvérisation et dégradant le fonctionnement. Ils vont également se loger dans la gorge du premier segment lui interdisant son élasticité, ce qui mène à des grippages et/ou une usure rapide de celui-ci. Il y a perte de compression, difficultés de démarrage à froid et détérioration du rendement (augmentation anormale de la consommation). Si alors la dilution d'huile végétale dans le lubrifiant dépasse 1 %, il peut y avoir une rapide polymérisation de l'huile de graissage provoquant le grippage total du moteur.
- Dans les moteurs diesels à *injection indirecte* de type « chambre de turbulence », la température moyenne de la *chambre* est d'environ 500 à 600 °C dès 10 % de puissance délivrée. Les huiles végétales y brûlent complètement.

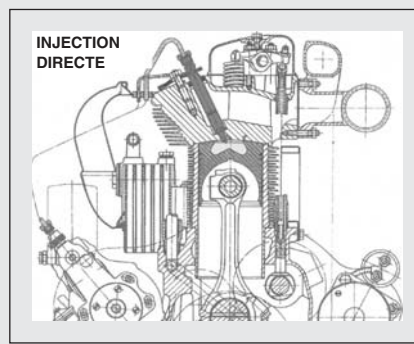
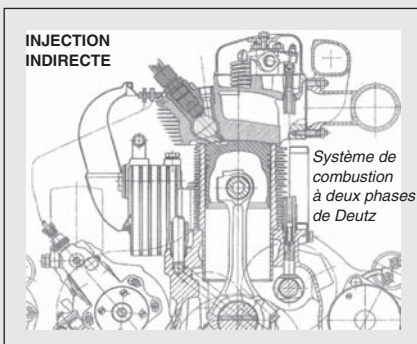
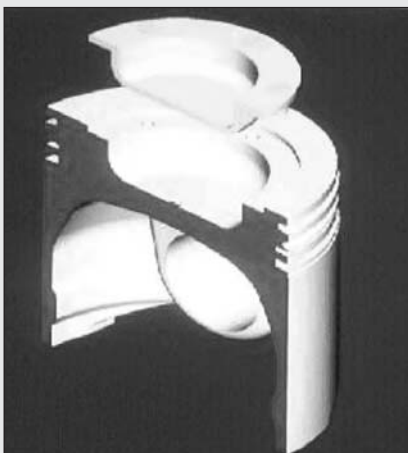


Schéma des chambres de combustion de moteurs diesels à injection indirecte et injection directe (doc. Deutz).

Encadré 4

Exemple de modification de moteur diesel à injection directe pour utiliser des huiles végétales pures



Conception CAO d'un piston de tracteur FIAT et réalisation (Cirad 1995)

Avec les huiles végétales, on retrouve aisément la puissance obtenue avec le gazole ou le fioul ; dans ce cas, on enregistre une surconsommation volumique de 8 % due au plus faible contenu énergétique des huiles vis-à-vis du gazole [9].

Le *tableau 1* compare les caractéristiques « carburant » du gazole (Europe) avec celles de l'huile de coton et de sept autres huiles végétales [10]. On remarque des viscosités plus élevées pour les huiles tandis que leurs pouvoirs calorifiques sont légèrement plus faibles. Cependant, des densités plus fortes corrigent le déficit énergétique du volume de carburant injecté et permettent aux huiles végétales d'atteindre des performances équivalentes à celle du gazole (*tableau 2*).

Ces tableaux permettent également de voir que l'huile de coton est très similaire aux autres huiles telles arachide, pourghère, soja...

Un ester éthylique de coton est comparé à l'ester méthylique de colza très utilisé en Europe [11]. Leurs caractéristiques sont très proches, l'ester de coton conservant une plus grande sensibilité au froid ce qui n'est pas un obstacle en contexte tropical.

Utilisation de l'huile de coton carburant : performances et polluants

Les *tableaux 2, 3* et *4* indiquent que l'huile de coton présente des performances, des rendements et des quantités de polluants très proches de celles du gazole, quel que soit le type de moteur. Par ailleurs, les taux de particules émises sont inférieurs de 30 % à ceux du gazole [4]. On retiendra que les résultats du *tableau 4* sont obtenus avec un moteur diesel à injection directe adapté aux huiles végétales alors que, dans le *tableau 3*, le moteur à injection indirecte n'est pas modifié.

Le *tableau 5* illustre l'usage des huiles comme combustibles de brûleurs. Le brûleur a été adapté aux huiles et on obtient aisément des niveaux d'émissions identiques à ceux du fioul avec l'avantage que, tout comme dans le cas des moteurs diesels, les huiles végétales ne rejettent pas de CO₂ fossile dans l'atmosphère terrestre. En effet, le CO₂ émis par la combustion des huiles végétales sera

Tableau 1. Caractéristiques carburant de l'huile de coton naturelle et d'un ester éthylique comparées avec 7 autres huiles végétales et le gazole.

Table 1. Characteristics as fuel of a raw cottonseed oil and of an ethyl ester compared to seven vegetable oils and Diesel fuel.

	Densité 20 °C	Viscosité 20 °C mm ² /s	Point écoulement (°C)	Point de trouble (°C)	Point éclair (°C)	Indice de cétane	Pouvoir calorifique (PCI) MJ/kg
Combustible Diesel	0,836	3 à 7,5	-18	< -5	93	50	43,8
Ester méthylique de colza	0,880	7	-12	-4	183	52	41
Ester méthylique de coton	0,870	7	1	2	178	54	40
Copra	0,915	30 ^a	23/26	28	230	43	37,1
Palme	0,945	60 ^a	23/40	31	280	39	36,9
Coton	0,921	73	-2	-1	243	34	36,8
Pourghère	0,920	77	-3	2	236	35	38,8
arachide	0,914	85	-1	9	258	34	39,3
Colza	0,920	78	-2	-11	285	36	37,4
Soja	0,920	61	-4	-4	330	31	37,3
Tournesol	0,925	58	-6	-5	316	36	37,8

^a viscosité @ 40 °C.

Tableau 2. Performances comparées dans un moteur diesel à injection indirecte (Renault J8S).

Table 2. Compared performances in an InDirect Injection Diesel engine (Renault J8S).

	Couple maximum (Nm) à 2 500 tr/mn	Consommation spécifique CS (g/kWh)	Rendement (%)
Gazole	150	232	35
Ester de colza	149	258	37
Coprah	146,7	264	36
Coton	147,0	279	35
Pourghère	148,5	265	36
Colza	151,5	272	35
Tournesol	146,3	288	33

remobilisé pour assurer la croissance de la plante lors du cycle cultural suivant. Il ne participe pas à l'augmentation du taux de CO₂ dans l'atmosphère.

En résumé, l'huile de coton en tant que biocarburant présente les mêmes comportements que les autres huiles végétales comme le colza ou le tournesol utilisées depuis 15 ans dans les pays industrialisés. L'ester éthylique de coton est aussi très proche de l'ester méthylique de colza massivement utilisé dans les pays de l'Union européenne.

L'huile de coton et ses dérivés, dont les caractéristiques sont proches de celles du colza ou du tournesol, peuvent bénéficier des enseignements et des matériels adaptés pour ces dernières.

Conclusions

Dans un contexte de prix du pétrole élevé et en augmentation, on peut s'interroger sur les opportunités énergétiques de l'huile de coton. Les travaux antérieurs et les quelques applications démarrées depuis la fin des années 1980 montrent que l'huile de coton présente les mêmes comportements en tant que biocarburant que les huiles de colza ou de tournesol utilisées de plus en plus massivement en Europe. Les performances et les rendements sont très proches, parfois meilleurs, que ceux obtenus avec les pro-

Tableau 3. Résultats des émissions mesurées selon les 13 modes de la norme R49 (1993). Moteur diesel à injection indirecte (Renault J8S).

Table 3. Pollutants emissions measured according to R49 « 13 modes » (1993). InDirect Injection Diesel engine (Renault J8S).

g/kWh	Diesel	Ester de colza	Pourghère	Coprah	Colza	Coton
CO	0,966	0,873	1,712	1,128	1,875	1,936
HC	0,294	0,249	0,622	0,350	0,711	0,842
NOx	2,827	2,863	2,911	2,832	2,750	2,565

Limites EUR OCT98 CO : 6,5 ; HC : 1,3 ; NOx : 9,2.

Tableau 4. Résultats des émissions mesurées selon les 13 modes de la norme R49 (1993). Moteur diesel à injection directe (Hatz 1D80), pleine charge - couple 36 Nm à 1 800 tr/mn.

Table 4. Pollutants emissions measured according to R49 « 13 modes » (1993). Direct Injection Diesel engine (Hatz 1D80). At full load - torque 36Nm at 1,800 rpm.

	CO (ppm)	HC (ppm)	NOx (ppm)
Diesel	655	253	1 270
Coton	601	231	1 280
Colza	910	235	1 135
Ester de colza	555	295	1 180

Tableau 5. Résultats avec du fioul domestique dans un brûleur standard Cuenod C22.0, comparés avec des huiles naturelles de colza et de coton dans un brûleur C22.2 spécialement adapté.

Table 5. Results obtained in a standard burner (Cuenod C22.0) using domestic fuel compared to rapeseed oil and cottonseed oil in a modified burner (Cuenod C22.2).

Conditions	Fuel domestique C22.0	Colza C22.2	Coton C22.2
Débit de carb. kg/h	14,9	15,0	15,1
Temp fuel. °C	23	25	28
O2 %	5,9	5,8	6
CO2 %	11,2	11,2	11,3
CO ppmn	39	52	50
NO ppmn	62	57	59
NOx ppmn	66	61	63
SO2 ppmn	61	0	0
Temp. échappement °C	161	165	167
Temp. ambiante °C	24,8	25	23,3
Rendement %	93,8	93,6	93,1
Excès d'air %	38	39	40

Limites de la norme européenne EN267 : CO : 110 ppm ; NOx : 267 ppm [12].

duits pétroliers. Les émissions de polluants sont également identiques avec l'avantage que les huiles végétales ne rejettent pas de CO₂ fossile dans l'atmosphère terrestre. Par ailleurs les taux de particules émises sont inférieurs de 30 % à ceux du gazole.

Utilisée dans des moteurs diesels ou des brûleurs choisis ou adaptés, l'huile de coton présente de l'intérêt aussi bien en circuit court d'autoconsommation qu'en tant que carburant « national », sous forme par exemple d'ester éthylique, utilisable pur ou en mélange pour les transports. ■

Références

- Vaitilingom G. Utilisation des huiles végétales comme carburant des moteurs diesels. *Oléagineux* 1983 ; 38 : 8-9.
- Directive 2003/30/CE du Parlement européen et du Conseil de l'Union européenne, du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports. *JOCE*, 17 mai 2003.
- Ribier V, Labouisse JP, Rouzière A, Vaitilingom G. *Feasibility study for a coconut oil biofuel project. Case of the LORY cooperative, North Santo, Vanuatu. Projet POP2. 2003* ; Ministère de l'Agriculture du Vanuatu, ed. Port Vila : Ministère de l'Agriculture du Vanuatu, 2003.
- Vaitilingom G, Liennard A, Courty P. *Crude copra oil, a biofuel for diesel generators. More self-reliance and higher incomes. First World conference on Biomass for energy and industry, Sevilla, 5-9 June 2000, Vol II.*
- Vaitilingom G, Liennard A. Various vegetable oils as fuel for Diesel and burners : Jatropha curcas particularities. In : Curcas J, ed. *Biofuels and industrial products*. Graz (Autriche) : Technische Universität Graz, 1997.
- Vaitilingom G. *Étude des transformations des moteurs pour l'utilisation d'huile de coton à Moundou*. Compagnie française pour le développement des fibres textiles (CFDT) et COTONTCHAD, eds. Moundou (Tchad) : CFDT ; COTONTCHAD, 1988.
- Vaitilingom G. *Adaptation des groupes électrogènes de la HUICOMA à l'huile de coton à Koutiala*. Compagnie française pour le développement des fibres textiles (CFDT) et Compagnie malienne pour le développement des textiles (CMDT), eds. Koutiala (Mali) : CFDT ; CMDT, 1988.
- Jalinier CJ, Andrzejewski JG, Vaitilingom GA, Sapinski A. Détermination des conditions nécessaires au bon fonctionnement des moteurs diesels alimentés avec de l'huile de coton. *Entropie* 1990 ;(148) : 69-73.
- Higelin P. *Huiles végétales - biocombustible Diesel - Incidence des aspects thermiques liés au type de moteur sur la combustion*. Thèse de doctorat, université d'Orléans, 1992.
- Vaitilingom G. *Huiles végétales - biocombustible Diesel - Influence de la nature des huiles et en particulier de leur composition en acides gras sur la qualité-carburant*. Thèse de doctorat, université d'Orléans, 1992.
- Chirat N, Lozano P, Pioch D, Graille J, Vaitilingom G. Quality study of fuels derived from vegetable oils - cottonseed Ethyl esters (à paraître dans *Ind Crops Prod*).
- Vaitilingom G, Perilhon CH, Liennard A, Gandon M. Development of rape seed oil burners for drying and heating. *Ind Crops Prod* 1998 ; 7 : 273-9.