

Le biodiesel, une alternative pour les moteurs à combustion interne

ALLOUNE Rhiad, Maître de Recherche B
 Division Bioénergie et Environnement – CDER
 E-mail : r.alloune@cder.dz

La croissance démographique, l'amélioration du niveau de vie ainsi que le développement économique sont à la base de l'augmentation accrue de la demande d'énergie, laquelle demande est satisfaite actuellement presque entièrement par des énergies fossiles, dites non renouvelables, telles que le pétrole, le charbon, le gaz naturel et le combustible nucléaire, dont les réserves sont assez limitées.

D'ici 2030, le monde va donc faire face à une croissance significative de sa demande en énergie primaire qui nécessitera un recours accru aux énergies fossiles. La consommation mondiale en énergie primaire a presque doublé depuis 1980, elle était de 6630 million de tonne équivalent pétrole (M Tep) et est passée à 12240 Mtép en 2012 (1). Selon l'agence Internationale de l'énergie, une estimation de la demande mondiale en énergie devrait augmenter de 53% d'ici 2030 (1). Une telle évolution n'ira pas sans poser un certain nombre de problèmes :

- La consommation accrue d'énergies fossiles devrait entraîner une augmentation des émissions de gaz à effet de serre responsables d'importants changements du climat à la surface de la planète.

- La raréfaction des ressources conventionnelles et la dépendance des pays consommateurs vis-à-vis des pays producteurs de pétrole ne fera que s'accroître.

Dans ce contexte, le secteur des transports (routiers, aérien et maritime), l'un des principaux responsables de l'augmentation de la demande d'énergie mondiale dans le futur et qui est, aujourd'hui, presque exclusivement dépendant des produits pétroliers, étudie toutes les options possibles pour un développement plus durable. Les carburants issus de la biomasse offrent une alternative aux carburants fossiles et présentant l'avantage d'être une source renouvelable, son usage direct ou sous forme de mélanges dans les moteurs ainsi que leurs manipulation et stockage sont plus faciles et plus sécurisés.

Le biodiesel : carburant alternatif au diesel conventionnel

Le biodiesel est un biocarburant destiné à être utilisé dans les moteurs diesel et les chaudières, il provient de la conversion des lipides (huiles végétales et graisses animales) en carburant. Les sources de matière première les plus utilisées pour la fabrication du biodiesel sont :

- Les huiles végétales, vierges ou usées ; il s'agit aussi d'un agro-carburant.
- Les huiles extraites d'algues ou de microalgues (alga-carburant).
- Les graisses animales (relativement peu utilisées).

Le biodiesel est très semblable au diesel conventionnel et peut être utilisé sans modifications majeures des moteurs, c'est un carburant prometteur qui pollue moins, il est le plus souvent ajouté au diesel classique dans des pourcentages variables.

Aujourd'hui, la consommation mondiale en diesel connaît une ascension rapide. En raison du renforcement des obligations de mélange et des incitations à la consommation, la production mondiale de biodiesel devrait également augmenter et atteindre près de 41 milliards de litres M L d'ici 2019, (figure 1).

Procédés de production du biodiesel Voie chimique et biochimique

- La dilution

La dilution des huiles végétales avec le gasoil diminue la viscosité et améliore les performances du moteur. Un mélange 25/75 d'huile de tournesol avec du gasoil a donné des résultats satisfaisants par rapport au gasoil pur (3). Les émissions de fumée et d'hydrocarbures dans les gaz d'échappement ont diminué, alors que le monoxyde de carbone (CO) et les oxydes d'azote (NOx) ont demeuré essentiellement inchangés. Des résultats similaires ont été rapportés pour des mélanges contenant jusqu'à 15% d'huile de colza. Un mélange 50/50 (volume) d'huile de tournesol avec du gasoil a réduit de 20% les NOx, les hydrocarbures de 5%, et les fumées de 10% par rapport au gasoil pur. Une légère augmentation (2%) des émissions de CO a également été notée. Un mélange de carthame 20/80 a donné des résultats satisfaisants avec le CO et réduit les émissions en hydrocarbures (4).

- La microémulsion

Une autre solution potentielle pour résoudre le problème de la viscosité des huiles végétales est la microémulsion. Une microémulsion est une dispersion aqueuse de petites

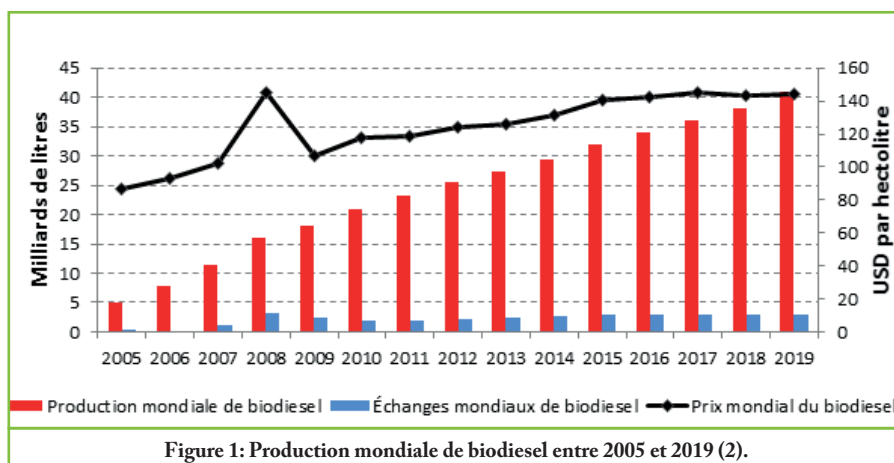


Figure 1: Production mondiale de biodiesel entre 2005 et 2019 (2).

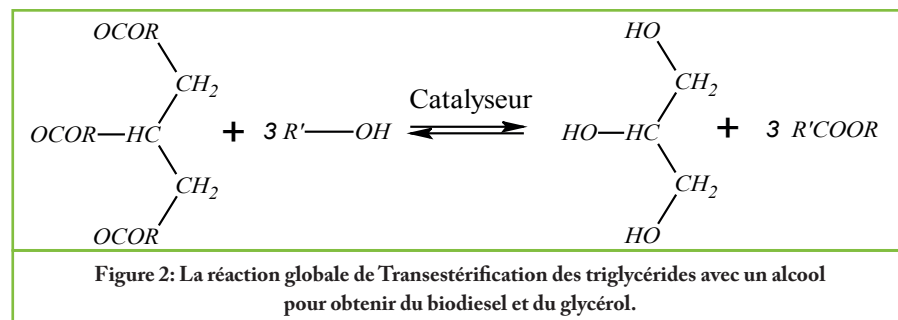
gouttelettes d'huiles stabilisées par des agents émulsifiants. Les agents émulsionnants les plus utilisés sont les tensioactifs.

Les tensioactifs sont des molécules amphiphiles, c'est-à-dire qu'ils possèdent une partie hydrophile et une partie lipophile. C'est cette caractéristique qui leur permet de s'adsorber à l'interface du mélange eau/huile, abaissant ainsi la tension interfaciale, et stabilisant les gouttelettes dans l'émulsion.

Les composés amphiphiles sont ajoutés pour augmenter la solubilité, la dilution de l'huile, et réduire la viscosité. Les performances du moteur étaient les mêmes pour une microémulsion d'huile de tournesol 53% et 25% dans le carburant diesel (3).

- La transestérification

La transestérification est l'une des plus importantes méthodes utilisées pour la transformation des huiles végétales en carburant diesel. Ce procédé consiste à estérifier les triglycérides des huiles végétales en utilisant un alcool en présence d'un catalyseur pour obtenir des ester et du glycérol (esters méthylique d'huile végétale (EMHV) lorsqu'on utilise le méthanol et ester éthylique d'huile végétale (EEHV) lorsqu'on utilise l'éthanol), selon le schéma suivant :



La transformation des huiles ou des graisses en esters éthyliques ou méthyliques permet de réduire la masse moléculaire de manière considérable de celle de l'huile, de réduire la viscosité d'un facteur de huit, de réduire la densité et d'augmenter la volatilité. Les propriétés physiques des esters éthyliques et méthyliques obtenus lors de la réaction de transestérification sont très proches de celles du diesel.

Le choix de l'alcool et du catalyseur ont une importance cruciale dans la réussite de la réaction de transestérification. Les alcools les plus fréquemment utilisés sont le méthanol et l'éthanol, du fait de leur faible coût et de leurs avantages physiques et chimiques. La réaction de transestérification est réversible, l'excès d'alcool est nécessaire pour déplacer l'équilibre de la réaction du côté des produits (5).

Voie thermochimique

- Gazéification

La gazéification est un traitement thermo-chimique qui convertit une matière carbonée en un gaz combustible chargé en hydrogène, en méthane, en monoxyde et dioxyde de carbone. Ce procédé nécessite des conditions opératoires spécifiques, à savoir un milieu pauvre en oxygène et riche en vapeur d'eau et en dioxyde de carbone (agents réactionnels) (6). Outre le gaz produit, ce traitement donne naissance aussi à des sous-produits : charbon et goudron.

La gazéification a connu un grand intérêt comme technique d'exploitation de la biomasse lignocellulosique pour des fins énergétiques (6). Néanmoins, ce processus présente certains inconvénients : coût très élevé de mise en place, stockage des gaz produits et accumulation du goudron dans les unités de gazéification (5).

- Pyrolyse ou craquage thermique

La pyrolyse, strictement définie, est la conversion d'une substance en une autre au moyen de la chaleur. Elle consiste à chauffer en l'absence d'air ou d'oxygène à des températures variant entre 400 et 850 °C des substances sèches en des molécules plus courtes

- Solvolyse ou liquéfaction hydrothermale

Un autre procédé de transformation thermo-chimique est la solvolyse appelée aussi liquéfaction hydrothermale. Celle-ci convertit la matière solide en produits liquides, gazeux et solide (coke), dans un réacteur fermé sous haute pression et en présence d'un solvant.

La solvolyse transforme la biomasse avec des teneurs élevées en humidité puisque l'eau sert à la fois comme milieu réactionnel et de réactif, la biomasse humide peut être directement convertie sans pré-séchage. Les gaz et les matières volatiles resteront dans le milieu réactionnel tout au long du processus.

Le solvant peut être simplement de l'eau on parle d'hydrolyse ou un solvant organique on parle de solvolyse. Le liquide obtenu est très complexe, il contient de l'eau, du solvant ainsi que des produits issus de la dépolymérisation des carbohydrates et de la lignine.

L'un des principaux solvants utilisés est l'éthanol, car l'avantages de ce dernier est sa pression critique (243,3 °C, 6,38 MPa) largement inférieure à celle de l'eau, ce qui conduit à des conditions de réaction beaucoup plus douces. Pour cela, l'éthanol a été largement utilisé en tant que solvant pour la liquéfaction de diverses biomasses telles les boues d'épuration et les micro-algues.

Références

1. Ashraf, A. M., Masjuki, H. H., Kalam, M. A., Fattah, I. R., Imtihan, S., Shahir, S. A., and Mobarak, H. M. 2014: Production and comparison of fuel properties, engine performance, and emission characteristics of biodiesel from various non-edible vegetable oils: a review. *Energy Conversion and Management*, vol. 80, p. 202-228.
2. Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO : 2010-2019. ISBN 978-92-64-08378-3.
3. Ziejewski M, Goettler H, Pratt GL, 1986: International congress and exposition, Detroit, MI; [Paper No. 860301].
4. Gerhard Knothe, 2005: The biodiesel handbook. AOCS Press, Champaign, Illinois.
5. Ayhan Demirbas, 2008: Biodiesel, a realistic fuel alternative for diesel engines. Springer.
6. Salvi, B. L., Panwar, N. L. 2012: Biodiesel resources and production technologies—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16 n° 6, p. 3680-3689.