Les biocarburants : de la 1ère à la 3ème génération !

Publié le 20.12.12

À eux seuls, les transports représentent un quart de la consommation d'énergie et un quart des émissions de gaz à effet de serre en France. Pour réduire cet impact, le CEA explore deux pistes : l'électrification des véhicules et le développement des biocarburants.

1. Introduction

À eux seuls, les transports représentent un quart de la consommation d'énergie et un quart des émissions de gaz à effet de serre en France. Pour réduire cet impact, le CEA explore deux pistes : l'électrification des véhicules et le développement des biocarburants. Si la 1ère génération est en place, son bilan mitigé invite les chercheurs à mettre au point la 2nde, avec les résidus forestiers comme principale ressource. Des projets de démonstrateurs pré-industriels voient le jour quand, déjà, d'autres recherches anticipent la 3ème génération de biocarburants *via* le potentiel des micro-algues à synthétiser des composés qui trouveront leur place dans les moteurs.

2. Une 1ère génération de biocarburants controversée

Comme 87 % des Français effectuent des trajets de moins de 60 km/jour, l'autonomie, même limitée, des véhicules électriques peut répondre à ces besoins. Mais pour des trajets de longue distance ainsi que pour les transports routiers, maritimes et aériens, les biocarburants se révèlent être une véritable alternative.



Figure 1 - Des ressources vivrières en compétition ?

Auteur(s)/Autrice(s) : Lionel Allorge – Licence : CC-BY-SA – Source : Wikimedia

Cependant, la légitimité des biocarburants de 1ère génération fait débat. Très coûteux, en compétition avec l'agriculture vivrière, pas si « verts » qu'on le croyait au départ, ils n'apparaissent plus comme la panacée pour remplacer les carburants fossiles. Selon l'Organisation des Nations Unies, ils participent même à la flambée des prix des denrées alimentaires sur le marché mondial.

La France utilise un peu moins de 6 % de sa surface agricole pour les biocarburants, soit 1,7 million d'hectares. La production est principalement axée sur le biodiesel, obtenu par transestérification à partir de l'huile extraite du colza et du tournesol [1]. Quant au bioéthanol, produit par la fermentation de sucres, il résulte de ceux de la betterave [2] ou de l'hydrolyse enzymatique de l'amidon du blé et du maïs.



Figure 2 - Betteraves à sucre

Auteur(s)/Autrice(s) : Peggy Creb / USDA – Licence : Domaine public – Source : Wikipedia

3. Une nouvelle alternative : cap sur la seconde génération de biocarburants

3.1. Principe

Le pétrole, qui provient de la décomposition de la matière organique coincée entre deux couches sédimentaires, a eu besoin de millions d'années pour se former. Aujourd'hui, les scientifiques sont capables d'accélérer le temps en produisant du carburant à partir de matière organique, la biomasse.

Parce que cette seconde génération de biocarburant utilise la lignocellulose de la plante [3], elle n'entre pas en concurrence directe avec les cultures vivrières. Tous les déchets verts (branchages ou résidus forestiers) peuvent être utilisés, en évitant les conflits d'usage avec les professionnels du bois.



Figure 3 - La lignocellulose en abondance dans les forêts

Auteur(s)/Autrice(s) : Photo-paysage – Licence : CC-BY-NC-ND – Source : Photo-paysage

En pratique, une succession de réactions chimiques permet en effet de reconfigurer l'assemblage des atomes de carbone et d'hydrogène de la matière organique de la biomasse :

- un procédé de gazéification permet la transformation de la biomasse en monoxyde de carbone (CO) et en dihydrogène (H_2).
- puis, une réaction catalytique de Fischer-Tropsch - procédé transformant le monoxyde de carbone (CO) et le dihydrogène (H_2) en hydrocarbures (C_nH_{2n+2}) - conduit à l'obtention du carburant synthétique.

3.2. Mise en production

En terme de production, le CEA investit un programme pré-industriel : SYNDIESE afin de produire du biocarburant de 2nde génération à partir des déchets forestiers de la Meuse et de la Haute-Marne.



Figure 4 - Maquette du projet de démonstrateur pré-industriel Syndièse

Auteur(s)/Autrice(s) : CEA

L'objectif est de valider à l'échelle pré-industrielle une chaîne de production de 10 tonnes/heure sur un site unique pour fabriquer 30 millions de litres par an de biodiesel à partir de 75 000 tonnes de biomasse sèche.

4. Les algues : à la recherche du biocarburant de troisième génération

4.1. Principe

Utiliser l'ingéniosité des micro-organismes marins pour faire rouler nos voitures : l'idée est étonnante, mais prometteuse. Différents instituts du CEA multiplient les axes de recherche afin d'évaluer le potentiel des micro-algues à synthétiser huiles, sucres et hydrogène pouvant servir à la 3ème génération de biocarburants [4].



Figure 5 - Cultures de microorganismes sous air enrichi en CO_2

Auteur(s)/Autrice(s) : G.Lesénéchal /CEA

Nombreux sont les avantages de cette biomasse marine. Tout d'abord, la culture des micro-algues ne mobilise pas de surfaces agricoles ou forestières comme le font les 1ère et 2nde générations de biocarburants. Ensuite, elle présente une productivité élevée. Enfin, ces microorganismes ne requièrent que de la lumière et du CO_2 pour pousser, voire de l'azote ou d'autres additifs peu coûteux.

La production d'algocarburants peut ainsi absorber une partie des rejets industriels carbonés et être couplée au recyclage des eaux usées.

4.2. Choix des micro-algues

Pour choisir les micro-algues dignes d'intérêt, encore faut-il bien les connaître ! Or, la mer est loin d'avoir révélé tous ses secrets. C'est là tout l'intérêt de l'expédition Tara Océans, à laquelle participe le CEA, qui doit dresser le plus grand inventaire du plancton jamais réalisé.



Figure 6 - Tara, goélette de 36 m de long sur 10 m de large, avec une coque en aluminium permettant de résister aux températures polaires

Auteur(s)/Autrice(s) : CEA

4.3. Mise en pratique

L'enjeu est de maîtriser et renforcer les mécanismes d'accumulation de l'huile au sein de ces algues (et notamment des diatomées, algues unicellulaires avec une coque en silice) [5].

Les chercheurs utilisent pour cela la chimie, en cherchant à contrôler la production d'huile avec des molécules organiques, comme le ferait un médicament. Sur plusieurs souches d'algues, différents substrats carbonés et différentes expositions lumineuses sont testées afin de trouver la meilleure combinaison possible.



Les micro-algues, essence du futur ?
Cité des sciences et de l'industrie

5. Conclusion

L'urgence est donc de déployer les nouvelles générations en prenant en compte les retours d'expérience de la première. La 2nde génération pourrait entrer sur le marché vers 2015-2016 et la 3ème est déjà en marche.

La route des biocarburants de 3ème génération est néanmoins encore longue... Et au-delà de l'augmentation de productivité des souches, le défi consistera à améliorer les technologies de production à grande échelle et les procédés de récolte.

6. Ressources en ligne

Quelques suggestions d'articles connexes publiés sur CultureSciences-Chimie figurent ci-après. N'hésitez pas à consulter la thématique "Chimie et société" du site, qui regroupe d'autres ressources sur l'énergie, l'environnement...

CRÉDITS

MISE EN LIGNE

Nicolas Lévy

Professeur agrégé de chimie, responsable du Centre de Préparation à l'Agrégation externe de Chimie (École Normale Supérieure de Paris - Sorbonne Université - Université Paris-Saclay), responsable éditorial de CultureSciences-Chimie de 2008 à 2014.

PARTENAIRE(S)



Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA) est un organisme divers d'administration centrale (ODAC) de recherche scientifique français dans les domaines de l'énergie, de la défense, des technologies de l'information et de la communication, des sciences de la matière, des sciences de la vie et de la santé en France.

CEA