

Les enjeux de la R&D en chimie pour le domaine des carburants et des biocarburants

Sophie*
JULLIAN*

1 • Le contexte énergétique

• 1.1. Les enjeux pour la planète et ses habitants

Notre société occidentale doit continuer à satisfaire les besoins et les usages auxquels elle ne saurait renoncer, dont la mobilité. Et cependant il faut :

- réduire la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles et diversifier les ressources (mix énergétique),
- contrôler le réchauffement climatique et les rejets de gaz à effet de serre.

• 1.2. Les enjeux pour les transports

La demande énergétique liée à la mobilité est forte et restera en forte croissance. Nous avons structuré nos sociétés occidentales autour d'une solution quasi unique fondée sur les ressources fossiles : le pétrole et le charbon.

Nous devons mettre en place la transition et les mix énergétiques car il n'y aura pas de solution unique pour l'avenir : la transition énergétique sera un mix (figure 1).

Cela est particulièrement vrai dans le secteur des transports dont les enjeux seront :

- diversifier les sources : charbon, gaz, biomasse...
 - protéger l'environnement en réduisant les émissions de gaz à effet de serre,
 - prolonger les ressources finies dans des conditions économiquement acceptables dans un souci d'efficacité.
- Quels seront les impacts qui en résulteront sur les technologies et la formulation des carburants ? De multiples sources et filières énergétiques sont possibles dans le secteur des transports, et le mix variera d'un pays à l'autre.

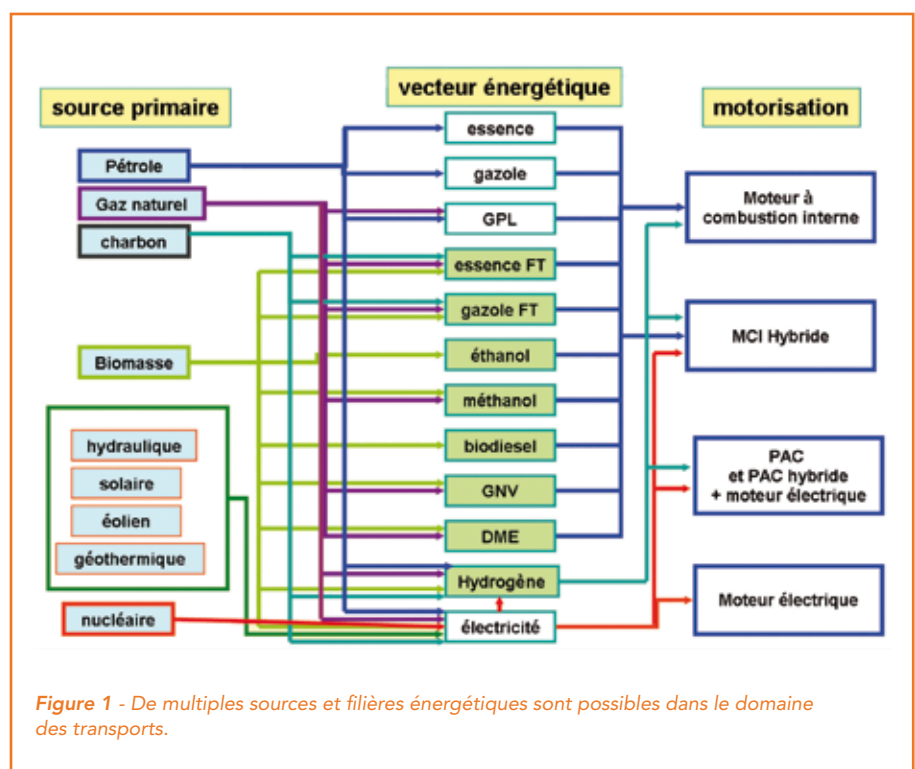


Figure 1 - De multiples sources et filières énergétiques sont possibles dans le domaine des transports.

Néanmoins il est indispensable de diminuer la consommation d'énergie si l'on veut en minimiser les impacts. Notre société actuelle est structurée sur la base d'une énergie facile, dense, peu coûteuse, mais nous devons maintenant revoir cette base. Car si l'on veut que cette utilisation d'énergies fossiles soit privilégiée d'abord dans les domaines où ces énergies sont le plus difficile à remplacer – c'est le cas du transport – et si l'on veut abaisser l'impact de cette utilisation sur l'environnement, que ce soit pour des questions de gaz à effet de serre ou de pollution locale, nous aurons besoin de chimie pour réussir les évolutions nécessaires.

2 • Les carburants : enjeu pour la R&D

• 2.1. Développer de nouvelles technologies

Nous aurons toujours besoin de carburants pour les transports dans les prochaines années.

Ils devront donc évoluer afin de permettre un fonctionnement optimal des technologies de combustion :

- le contexte réglementaire sur leur qualité imposera des contraintes de formulation de plus en plus strictes ;
- les nouveaux modes de combustion imposeront la mise au point de formulations évoluées.

Évolution de la teneur en soufre

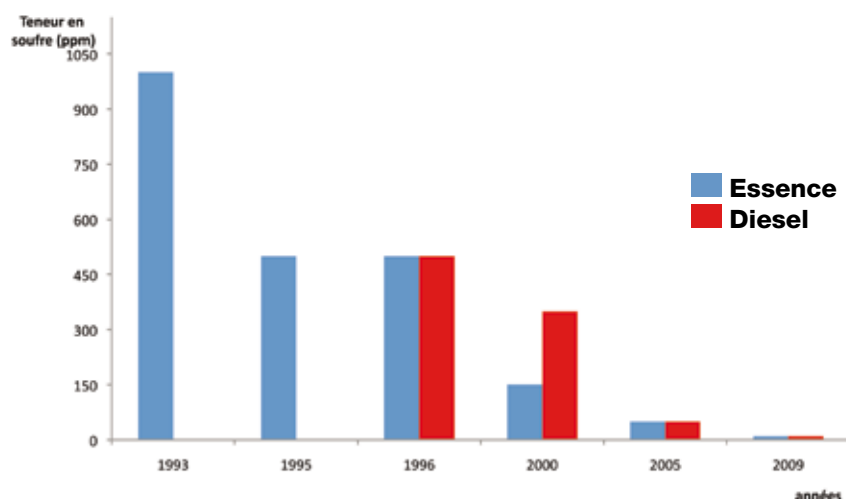


Figure 2 - Évolution de la teneur en soufre

Des travaux importants à forte composante chimique devront être conduits pour produire des carburants de plus en plus propres et optimisés de façon à ce que la récupération d'énergie, pour la mobilité, soit le plus efficace possible.

• 2.2. Réduire les sources de pollution

La désulfuration de l'essence et du diesel est un bon exemple de ce qui peut être réalisé.

Elle a nécessité une forte activité de R&D dans le domaine de la mise au point de catalyseurs et de procédés d'hydrotraitement adaptés. Cet effort se poursuit puisqu'on évolue vers des essences sans soufre. Les contraintes sont identiques dans le cas du gazole. Ces progrès ont eu une action bénéfique. Ils ont permis :

- de diminuer la pollution sulfurique et la masse des particules émises (figure 2),
- d'améliorer la durabilité des catalyseurs de postcombustion automobile (pots catalytiques),
- de réduire le coût des opérations de raffinage.

Aujourd'hui, on observe une accélération des progrès en R&D grâce à la chimie assistée par ordinateur. On est aujourd'hui capable de concevoir, de représenter les molécules, de représenter les interactions entre atomes, et donc de regarder quelle est l'énergie

nécessaire pour supprimer une liaison, en créer une autre, couper une liaison, accrocher d'autres molécules... Ce qui permet d'évaluer plus rapidement la faisabilité de nouvelles réactions, de nouveaux catalyseurs et de nouveaux procédés.

3 • Les filières alternatives

L'enjeu du développement des filières alternatives, dans le domaine du carburant, est la diminution des gaz à effet de serre.

On s'attend à un accroissement de la demande de 8 à 9 % des carburants terrestres sur la base de la source primaire d'énergie.

• 3.1. Des perspectives pour les biocarburants

Les principales options possibles pour les biocarburants résumées de la manière suivante :

- des biocarburants liquides : éthanol, ETBT (éthyle-t-butyléthér), huile végétale pure, huile végétale hydrogénée, biodiesel, ...
- des biocarburants gazeux : biogaz, DME (diméthyléthér), H_2 ...

• 3.2. Classement des biocarburants

Selon l'évolution des stratégies de recherche, les biocarburants ont été classés en générations.

• 3.2.1. Génération 1

La génération 1 est issue de plantes qui ont un contenu énergétique et qui sont facilement accessibles, puisque c'est en partie celles que nous utilisons pour nous nourrir.

Nous avons développé en France la fabrication des biodiesels surtout à partir de l'huile de colza, en utilisant une chimie traditionnelle fondée sur des procédés catalytiques hétérogènes et homogènes, et des technologies de séparation et de distillation. Cette matière première est en concurrence avec le marché de l'alimentaire. Par ailleurs, il faut veiller à ce que les procédés de transformation de la biomasse pour une fonction d'usage consomme le moins d'énergie possible. Le bilan global de l'énergie disponible à l'issue de la transformation doit rester positif.

• 3.2.2. Génération 2

La génération 2 se développe à partir des déchets, ceux du type lignocellulosique comme le bois, l'herbe, les résidus agricoles et forestiers, toute la biomasse dont le contenu énergétique est plus difficilement accessible pour l'alimentation humaine. Deux voies sont utilisées pour leur transformation :

- la voie *thermochimique* utilise des procédés de haute température. Actuellement, le bilan énergétique n'est pas satisfaisant. Il y a des enjeux de recherche très importants pour rendre ces procédés de transformation de la matière moins coûteux en énergie,
- la voie *biochimique* de basse température utilise la catalyse enzymatique pour transformer la biomasse en sucre qui par fermentation conduit à l'éthanol de 2^e génération.

Les procédés biochimiques apparaissent plus intéressants car moins consommateurs en énergie.

Si nous établissons le bilan actuel, les biocarburants de première génération ont permis, via des filières classiques, de fabriquer de l'éthanol et du biogaz utilisés dans les moteurs à essence, ainsi que du biodiesel à partir d'huiles végétales hydrogénées, utilisé dans les moteurs diesels. Mais ils sont peu utilisables dans l'aviation.

Les biocarburants de deuxième génération sont ceux dont les filières de production seront développées dans le futur :

- de l'éthanol, du bio-butanol, du biogaz et de l'hydrogène, utilisables dans les moteurs essence ;
- du biodiesel à partir de la biomasse transformée en liquide (BtL), et du DME utilisable dans les moteurs diesel ;
- de la BtL, de l'hydrogène et des alcools lourds utilisables dans l'aviation (figure 3). ■

* S. Jullian est directrice scientifique de l'IFPEN (Institut Français du Pétrole Énergies Nouvelles).



LES DÉFIS SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES POUR L'AVENIR DES BIOCARBURANTS

En plus des enjeux pour les chimistes de la fabrication des biocarburants, il ne faut pas oublier d'autres enjeux liés aux matériaux pour alléger les véhicules et à la compatibilité de ces nouveaux matériaux (plastiques, métalliques, revêtements) avec les nouveaux carburants.

De plus, pour la nouvelle génération attendue de matériaux, il faudra prendre en compte le cycle de

vie, la biodégradabilité et le recyclage. Par ailleurs, nous travaillons dans un contexte mondial, et les solutions à trouver devront être applicables partout.

Les enjeux fondamentaux à résoudre sont donc ambitieux, nombreux, complexes mais motivants, et ne pourront être atteints que par une approche internationale plurielle et innovante.

NOTA : Ce texte est un résumé de l'exposé de Sophie Jullian au colloque du 14 novembre 2012, « Chimie et enjeux énergétiques » organisé par la Fondation de la Maison de la Chimie.

Avec l'aimable autorisation de l'auteur, de EDP sciences et de l'Actualité chimique.

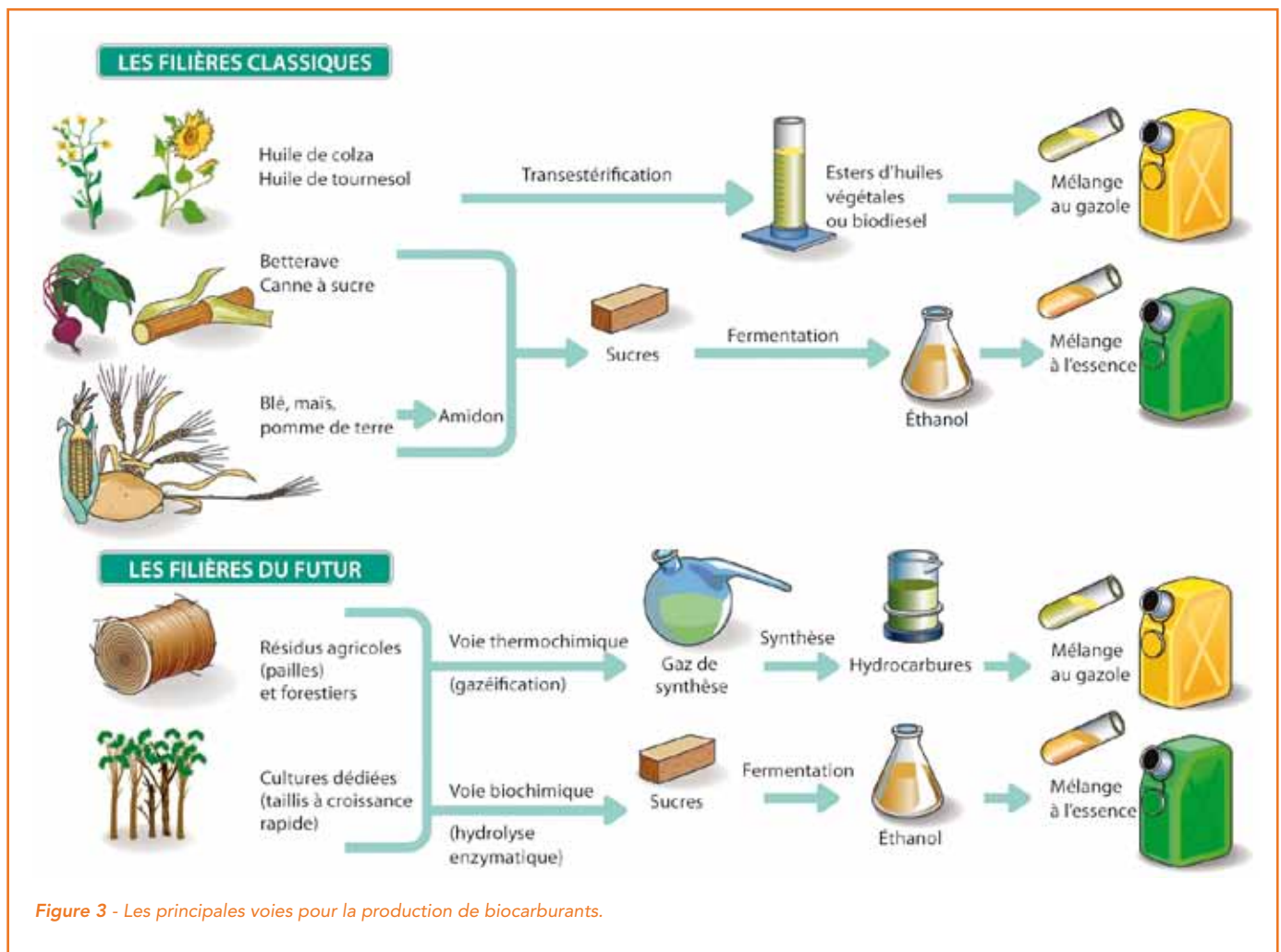


Figure 3 - Les principales voies pour la production de biocarburants.