

## Polémiques

## Des biocarburants pas si verts que ça

Après l'article de Paul Crutzen (prix Nobel de chimie) dans *Atmosphere Chemistry and Physics* qui concluait que les cultures dédiées et l'utilisation des biocarburants émettraient plus de gaz à effet de serre (GES) que prévu, vient de paraître un rapport, *Rapid assesment on biofuels and the environment*, écrit par 75 scientifiques internationaux qui appellent les gouvernements à reconsidérer le développement des biocarburants à la lumière des dégâts sur l'environnement et à l'élargissement du fossé entre pays riches et pays pauvres. Ces avis autorisés et très documentés relancent la polémique qui s'était ouverte en Europe et en France sur les choix multiples des carburants. Entre le biodiesel, l'E85, le SP95E10, le GPL et le GNV, l'automobiliste ne sait plus très bien à quelle pompe se vouer !

Faisons un peu de chimie ; les biocarburants ou « agrocaburants » sont de deux types généraux : l'alcool et ses dérivés, les huiles végétales et leurs dérivés.

- L'alcool est obtenu à partir de plantes qui peuvent donner des alcools par fermentation – donc toutes les cultures sucrières (canne à sucre, betteraves...) –, ou de l'amidon, lequel donnera des sucres par hydrolyse puis de l'alcool (blé, maïs, pomme de terre...). L'éthanol peut être utilisé pur (Brésil) ou sous forme d'éther, éthyl ou méthyl tertiobutyl éther (ETBE ou MTBE) transformés en raffinerie (Europe).

- Les huiles obtenues à partir d'oléagineux (colza, tournesol, huile de palme...) peuvent s'utiliser directement dans les moteurs diesel sous forme d'huile pure après pressage et filtration sous réserve de son point de solidification, ou sous forme d'esters méthyliques d'huile végétale (EMHV), obtenus par transestérification avec la glycérine comme sous-produit.

Jusqu'ici, la production mondiale de biocarburants est restée assez marginale : environ 20 Mtep en 2008 dont 75 % au Brésil et aux États-Unis pour le principal – le bioéthanol – et 4,9 Mtep dont 41 % en Allemagne pour le biodiesel. Cela représente 1 % des combustibles liquides ou 0,4 % de la consommation mondiale d'énergie, alors que la valorisation thermique des végétaux (bois, paille... brûlés) concerne trente fois plus de cette consommation (entre 10 et 13 %). Alors pourquoi tant de polémiques ? C'est que la Commission européenne et les gouvernements ont mis en place en 2003 une directive

imposant que 5,75 % du contenu énergétique des carburants essence et gazole proviennent de biocarburants en 2010. La France, dans un élan « Borloophile » et agricole, a même décidé d'atteindre 7 %, avec une politique fiscale incitatrice. D'où la sortie en 2007 de l'E85 (85 % de bioéthanol nécessitant une adaptation des moteurs – flex oil) et en avril 2009 du SP95.E10 (10 %) et la montée à 8 % de biodiesel dans les gazoles.

Le *tableau I* montre que la thermodynamique est incontournable et que même ajoutés à l'essence classique ou au gazole, les biocarburants entraînent en général une augmentation de la consommation aux 100 km.

| Composé   | kJ/kg   | kJ/L               | Consommation*<br>(en L) |
|-----------|---------|--------------------|-------------------------|
| Hydrogène | 142 000 | 8 900 (à 700 bars) | 4                       |
| Essence   | 47 000  | 35 500             | 1                       |
| Éthanol   | 28 000  | 22 400             | 1,58                    |
| ETBE      |         | 27 000             | 1,31                    |
| Gazole    | 44 000  | 37 400             | 0,95                    |
| HV pure   |         | 34 000             | 1,05                    |
| EMHV      |         | 33 000             | 1,08                    |
| GPL       | 44 000  | 26 500             | 1,34                    |
| GNV       | 55 000  | 13 500 (350 bars)  | 2,6                     |
| Méthane   | 58 000  | 14 500 (350 bars)  | 2,4                     |

Tableau I - Contenu énergétique de quelques vecteurs d'énergie. \*rapportée à 1 L d'essence.

Que leur reprochent cependant les spécialistes. Devant l'idée communément admise que ces produits « naturels » ou « quasi » ont un bilan carbone nul, les écobilans sérieux montrent qu'il faut nuancer très fortement cette assertion.

1 - Si l'on reconnaît que l'éthanol issu de la canne à sucre entraîne une substantielle économie de 80 % des GES par rapport à l'essence, pour celui issu du blé ou du maïs, elle n'est plus que de l'ordre de 30 %. Pour les huiles végétales, l'économie reste valable si les co-produits sont valorisés pour l'alimentation animale par exemple. Certains auteurs font au contraire état d'un bilan négatif tenant compte de la façon dont les cultures sont conduites avec plus d'engrais et de produits phytosanitaires. S'y ajoutent les transports jusqu'à la raffinerie, le dégagement de CO<sub>2</sub> lors de la fermentation, l'énergie non renouvelable utilisée pour la distillation

ou l'estérification.

2 - L'émission d'oxyde d'azote N<sub>2</sub>O, 300 fois plus absorbant que le CO<sub>2</sub> en tant que GES, lors de la mise en culture de plantes dévolues aux biocarburants avec l'utilisation d'engrais azotés.

3 - La conversion de terres cultivables vivrières en surfaces de productions industrielles de carburants (blé et maïs notamment) qui risque d'entraîner une pénurie d'approvisionnement ou une tension sur les marchés de l'alimentation humaine avec spéculation sur les farines de base pouvant conduire à des émeutes de la faim comme on l'a vu en 2008.

4 - La transformation des savanes et forêts au Brésil pour la culture de la canne à sucre, le massacre des

forêts tropicales en Indonésie et Asie du sud-est au profit de la production d'huile de palme. À côté de désordres sociaux que provoquent les grandes compagnies sur les petits agriculteurs, il faut compter sur le déficit en puits de carbone que ces zones représentaient,

la perte de la biodiversité et même la pollution en particules, cendres et CO<sub>2</sub> occasionnée par le brûlage de ces grandes étendues.

5 - Il est jusqu'à la pollution des eaux nécessaires à l'irrigation de ces cultures qui est mise en cause, par le volume nécessaire – en particulier pour la culture du maïs –, le lessivage de sols et la teneur en nitrates (Mississippi), mais aussi par l'utilisation des vinasses, co-produits de l'alcool pour enrichir les sols, trop riches en matières organiques et qui polluent les eaux de surface.

Les experts internationaux et ceux de l'INRA ont calculé pour chaque carburant le rendement moyen à l'hectare et l'efficacité énergétique EE qui est le rapport de l'énergie produite sur l'énergie non renouvelable consommée pour sa production (*tableau II*). Le calcul reste complexe et les chiffres

| Agrocarburant            | Production<br>/ha<br>(t) | Énergie<br>nette produite<br>(tep) | EE        |
|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------|
| Éthanol de canne à sucre | 4,7                      | 2,7-2,5                            | 5,82-5    |
| Éthanol de betterave     | 5,8                      | 0,75-0,70                          | 1,28-1,25 |
| Éthanol de blé           | 2,5                      | 0,4-0,04                           | 1,20-1,05 |
| Huile de colza           | 1                        | 0,85-0,65                          | 3,80-3,5  |
| Huile de tournesol       | 0,9                      | 0,77-0,60                          | 3,0-2,7   |
| EMVH                     | 1,4                      | 0,67-0,60                          | 3,5-2,9   |

Tableau II - Efficacité énergétique de quelques biocarburants.

peuvent varier suivant les sources d'énergie nécessaires à la production et à l'estimation de la valeur des sous-produits. Ce tableau confirme cependant que seuls l'éthanol de canne et l'huile pure de colza ont un intérêt énergétique renforcé par leur équivalent  $\text{CO}_2/\text{MJ}$ .

Pour les transports, la France dépense environ 50 Mtep ; pour remplir l'objectif des 10 % de contenu énergétique des carburants, on peut se poser la question : quel tonnage doit être produit et quelles surfaces mobilisées pour ces productions industrielles ? Sachant que nous consommons à peu près 70 % de gazole et 30 % d'essence, il faut donc trouver l'équivalent de 3,5 Mtep de biodiesel et 1,5 Mtep d'alcool ou dérivés.

Le *tableau III* donne la réponse avec comme hypothèse l'énergie brute et l'énergie nette. Il montre que par rapport aux surfaces cultivées très majoritairement pour l'alimentation à l'heure actuelle, il faudrait doubler ou tripler les surfaces d'oléagineux, et doubler ou consacrer 30 à 80 % des surfaces céréalières à ces productions. D'après les économistes, ceci n'est pas très réaliste, à moins d'importer l'alcool de canne rendu Rotterdam !

On place plus d'espoir dans la recherche en chimie et biochimie sur les biocarburants de seconde génération produits à partir de la biomasse, soit par voie humide enzymatique en transformant la cellulose en sucre puis en alcool, soit par voie sèche thermoly-

se haute température ou supercritique donnant un gaz riche en carbone et hydrogène transformé par cette bonne vieille réaction de Fischer-Tropsch. Il restera sans doute aux thermodynamiciens à faire un écobilan énergétique ; j'en connais qui pensent qu'il vaut mieux brûler le bois dans sa cheminée ! En réalité, l'énergie qui est bon marché est celle qu'on ne dépense pas, son économie ne fait pas l'objet de discussions ; c'est pourquoi je souhaite que dans les stations services, au-dessus des pompes plus ou moins alcoolisées, on inscrive : « À consommer avec modération » !

**Jean-Claude Bernier,**  
Vice-président de la SCF,  
le 11 juin 2009

| Filière              | Énergie brute* | Surface nécessaire | Énergie nette* | Surface nécessaire | Surface actuelle |
|----------------------|----------------|--------------------|----------------|--------------------|------------------|
| <b>Biodiesel</b>     |                |                    |                |                    |                  |
| Huile de colza       | 1,37           | 2,5                | 0,87           | 4                  | 1,1              |
| Huile de tournesol   | 1,06           | 3,3                | 0,77           | 4,5                | 0,6              |
| <b>Éthanol</b>       |                |                    |                |                    |                  |
| Éthanol de betterave | 3,98           | 0,4                | 0,75           | 2                  | 0,7              |
| Éthanol de blé       | 1,76           | 0,85               | 0,4            | 3,75               | 4,5              |

Tableau III - Biodiesel (3,5 Mtep) et éthanol (1,5 Mtep) en France. Surfaces en Mha : 10<sup>6</sup> ha.  
\* en tep/ha.

## « EXPÉRIENCES PARTAGÉES »



*Expériences partagées* est un ouvrage de référence destiné aux chimistes, médiateurs et futurs médiateurs de la chimie pour les accompagner dans leur démarche de diffusion des connaissances. Il présente une vingtaine d'expérimentations sur des thématiques variées et ludiques, qui ont pour but de sensibiliser le public aux méthodes de la science et de développer son sens de l'observation. Le guide s'est construit en invitant des professionnels de la culture scientifique, des chercheurs et des industriels à partager leurs expériences de médiation.

La chimie est une discipline singulière. Mobilisant l'ensemble des sens, elle se met facilement en scène et peut rapidement devenir spectaculaire. Elle semble en même temps familière, par sa présence dans notre quotidien. Dans l'imaginaire collectif, le laboratoire du chercheur ressemble certainement à celui du chimiste. Mais même vulgarisée, la chimie exige davantage de précautions que d'autres sciences — ne serait-ce que par les contraintes de sécurité. Cet ouvrage s'attache ainsi à accompagner l'apprenti médiateur dans ses premiers pas, à anticiper les obstacles, à lui proposer des chemins sûrs.

Illustrations : © Bruno Gasson.

Sensibiliser le public à la présence des gels dans la vie quotidienne, lui faire découvrir leurs propriétés ; explorer l'univers de l'olfaction et ses rapports avec la chimie ; ouvrir sur certains aspects de la chimie du goût ; découvrir de quoi sont faites les bulles de savon, d'où viennent leur couleur, leur forme... ; découvrir la polymérisation et la variété des matériaux solides polymères... ; autant de sujets passionnants, illustratifs de la démarche scientifique et aptes à faire rêver petits et grands.

En partenariat avec le CCSTI du Rhône, l'Université de Lyon et le CNRS, la Commission « Chimie & Société » de la Fondation internationale de la Maison de la Chimie (Paris), fidèle à sa mission de soutien aux activités de médiation de la chimie, a encouragé le projet et participé à son élaboration. Elle espère que ce guide recevra une large audience et contribuera à susciter parmi les chimistes, de nouvelles vocations de médiateurs.

Le guide est en ligne sur <http://guidechimie.fr>

Contacts :

CCSTI : [isabelle.barnier@universite-lyon.fr](mailto:isabelle.barnier@universite-lyon.fr)

CNRS (UMR ICAR) : [Gerard.Nicolet@ens-lyon.fr](mailto:Gerard.Nicolet@ens-lyon.fr)

Commission « Chimie et Société » : [laurence.nardoni@oms-bellesueur.fr](mailto:laurence.nardoni@oms-bellesueur.fr) ; [andree.narquet@upmc.fr](mailto:andree.narquet@upmc.fr)

