

## Les biocarburants, une remise en question ?

L'affaire de l'huile de palme a-t-elle semé le doute sur les agrocarburants ? L'autorisation donnée à Total de pouvoir importer 450 000 tonnes d'huile de palme pour sa bioraffinerie de la Mède (Bouches-du-Rhône) a provoqué début juin dernier une forte réaction du monde agricole. Les agriculteurs et transformateurs engagés dans la culture et la production de biocarburants protestaient contre ces importations d'Asie du Sud-Est venant concurrencer les productions nationales développées depuis plus de vingt ans. Parallèlement, le ministre de l'Environnement et du Développement durable était embarrassé par cet accord précédent, peu soucieux d'entamer un bras de fer économique avec l'Indonésie ! Le monde médiatique s'est alors enflammé à cette occasion et les lobbies pour et contre ces filières se sont affrontés.

### Les biocarburants

Pour y voir un peu plus clair, faisons un peu le point sur les productions en France et en Europe de ces substituts biosourcés au pétrole.

- L'essence : il s'agit ici de bioéthanol que l'on ajoute en proportions variables à l'essence – 5 % dans le super 95 et 98, 10 % dans le super 95 E10 et 85 % dans le super éthanol E85.

L'alcool est issu de la décomposition du sucre par fermentation alcoolique : sucre + enzymes = alcool + CO<sub>2</sub> (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub> + enzymes → 2 C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH + 2 CO<sub>2</sub>). Le sucre vient de plantes sucrières (canne à sucre, betterave) ou de l'hydrolyse de l'amidon venant du blé ou du maïs. La solution alcoolique est distillée jusque l'azéotrope puis séchée sur sels absorbants et peut aussi être transformée en éthyltertiobutyléther (ETBE) pour ajout dans l'essence.

- Le diesel : ce sont les esters d'huile végétale que l'on ajoute au gasoil, de l'ordre de 5 % au niveau européen, 7 % en France, avec l'objectif de 10 % en 2020 avant que Bruxelles ne fasse marche arrière.

Ces esters sont obtenus suivant la réaction de principe : triglycéride + 3 ROH = glycérol + ester d'alkyles. On utilise le méthanol ou l'éthanol pour l'estérification en catalyse acide ou basique ou encore sur catalyseur solide de type oxyde. Le glycérol purifié est un sous-produit valorisable.

Il faut rappeler que ces agrocarburants sont plus chers à produire que le pétrole à extraire et à distiller, et que leurs cours assez volatils dépendent du marché pétrolier et du coût des produits agricoles. L'éthanol américain est 10 % moins cher que celui produit en Europe et le biodiesel à base d'huile de colza est 30 % plus coûteux que celui provenant de l'huile de palme. On comprend dès lors le souci de rentabilité d'une bioraffinerie.

Dans cet esprit, celle de la Mède fait appel à un nouveau procédé HVO (« hydrotreated vegetable oil »), Vegan<sup>®</sup>, mis au point en France par IFPEN et Axens [1]. Ce procédé de transformation des huiles végétales par l'hydrogène sous pression aboutit à l'hydrodésoxydation des huiles sous forme de paraffines linéaires par deux voies :

- l'hydrogénation/hydrogénéolyse, qui garde le même nombre



© CanStockPhoto/bnux.

de carbones que la chaîne grasse et élimine l'oxygène sous forme de H<sub>2</sub>O ;

- la décarboxylation, qui aboutit à des hydrocarbures ayant un carbone de moins que la chaîne initiale et produit du CO<sub>2</sub>.

L'avantage de Vegan<sup>®</sup> est l'élimination totale de l'oxygène pour aboutir à une coupe exclusivement composée de *n*-paraffines. On pratique aussi un stade d'hydroisomérisation qui rend la coupe totalement compatible avec les hydrocarbures fossiles sans limitation d'incorporation – donc commercialisables mondialement. De plus, la coupe contient moins de 5 ppm de soufre et répond aux exigences de stabilité des kérosènes de l'aviation.

Cette voie plus rentable avec des produits à plus haute valeur ajoutée est critiquée par les agriculteurs de l'hexagone, qui s'estiment concurrencés par une matière première importée, et par certaines ONG, qui dénoncent les désastres écologiques des cultures de palmiers du sud-est asiatique et attaquent l'autorisation d'exploiter de Total auprès de la préfecture.

### Dès lors, quel avenir pour ces filières ?

En France, portées par de bonnes intentions écologiques de préservation du climat, les ventes de super 95 E10 ont progressé pour atteindre 35 % des ventes d'essence en 2017 ; l'addition des esters d'huile végétale (diester) est au-dessus de la norme européenne. Cependant, la Cour des comptes a pointé les subventions déguisées de détaxations de ces carburants chiffrées à 1,2 milliard d'euros en 2012. À Bruxelles, c'est pire : le rapport commandé par la Commission sur le bilan carbone des agrocarburants repris par l'ONG Transport Environnement en avril 2016 [2] conclut que les biocarburants, loin d'être vertueux pour l'environnement, émettent en fait plus de gaz à effet de serre que les combustibles fossiles, chiffres à l'appui, alors que dans les chiffres officiels du gouvernement, les émissions des biocarburants dans les transports sont considérées comme nulles, « le CO<sub>2</sub> libéré lors de leur combustion ayant été prélevé dans l'atmosphère par la photosynthèse dans la phase de production de la biomasse. » Du carburant zéro émission à un biodiesel émettant deux fois plus de gaz que son équivalent fossile !

Pourquoi un tel écart ? Il est dû à la prise en compte du cycle de vie et surtout du facteur CAS (changement d'affectation des sols [3]), soit de terres naturelles CASd (prairies, friches, forêts) qui stockaient le carbone, soit de cultures industrielles CASd remplaçant des cultures vivrières.

Les très belles études de l'Ademe en collaboration avec l'Inra sont plus mesurées [4]. Se basant sur plusieurs centaines de rapports et publications internationales, elles attribuent à ce facteur CAS :

- pour la filière bioéthanol, une médiane à 42 g éq. CO<sub>2</sub>/MJ avec une fourchette de 25 à 80 g éq. CO<sub>2</sub>/MJ ;
- pour la filière biodiesel, une médiane à 52 g éq. CO<sub>2</sub>/MJ avec une fourchette de 35 à 84 g éq. CO<sub>2</sub>.

Ces valeurs doivent s'ajouter aux émissions du cycle de vie : phase agricole, transport de la biomasse, phase industrielle de transformation chimique et distribution.

Ces calculs complexes, car tenant compte des cultures diverses (palme, soja, colza, canne, betterave, maïs, blé...), des traitements chimiques différents et de la valorisation des sous-produits, démontrent que les émissions des biocarburants sont légèrement moindres que celles issues du pétrole, à condition de ne pas prendre en compte les équivalents CAS. On est alors bien loin de remplir les conditions de la directive européenne RED (« Renewable Energy Directive ») qui chiffrait les réductions de GES dues à l'usage des biocarburants par rapport aux carburants fossiles à 35 % en 2017 et 50 % en 2018.

### Des filières dans l'impasse ?

• La voie 2G (2<sup>e</sup> génération) pour obtenir un bioéthanol à partir de la biomasse lignocellulosique avec la fermentation industrielle par enzymes modifiées par biotechnologies blanches n'a théoriquement pas de facteur CAS puisqu'elle utilise les feuilles, tiges et bois de taillis ou surplus non valorisés des cultures. Il en est de même pour la voie thermique qui produit un gaz de synthèse par thermolyse. Une fois purifié, ce gaz peut, par le procédé Fischer Tropsch, donner les hydrocarbures, avec un bilan énergétique toutefois élevé. Alors qu'en 2013, les investissements soutenus par un niveau du pétrole au-delà de 100 \$/baril s'orientaient vers la production industrielle de l'éthanol cellulosique, cinq ans après, le panorama économique a changé. La bioraffinerie de DuPont dans l'Iowa, qui après 225 M\$ d'investissement voulait produire 30 millions de gallons d'éthanol, est à l'arrêt et en vente. Il en est de même en Italie, en Espagne, au Canada, aux États-Unis où plus d'une dizaine de bioraffineries de ce type sont à l'arrêt ou marchent à peine à 10 % de leur capacité ; les sociétés Enerkem, InnoBio, DSM, Abengoa en font les frais.

Ce qui fait dire au cabinet économiste Forbes : « *Pourquoi investir dans l'éthanol cellulosique ? [...] Pour récolter les subventions.* »

• La voie 3G (3<sup>e</sup> génération) permet d'obtenir par biosynthèse sur microalgues avec des cyanobactéries sélectionnées des huiles simplement à partir du CO<sub>2</sub> et de la lumière. La prolifération des microalgues permet l'accumulation d'huiles qui doivent ensuite être récupérées après séchage et pressage. Pour l'instant, les sociétés Olmix ou Fermentalg, par exemple, valorisent le process en fabriquant des molécules à haute valeur ajoutée pour les peintures, les plastiques, les cosmétiques, mais pas tellement pour les carburants. Pour conclure, la France dispose près de Reims d'un complexe à Bazancourt-Pomacle [5] qui dispose de bioraffineries tournées notamment vers le bioéthanol issu du sucre de betterave dans cette région de culture dédiée, mais aussi de plateformes de recherche et de démonstration. Le pilote du programme Futurool, quasi abouti, permet de développer le procédé industriel de bioéthanol. La diversité des compétences et des procédés sur site devrait conduire à faire de la chimie à partir des produits biosourcés : le monoéthylène glycol – matière première pour les polyesters et plastiques –, le 1,3 propanediol, le PLA, des acides acryliques, adipiques pouvant concurrencer les « building blocks » de la pétrochimie. Les prévisions sont favorables : la chimie n'utilise que 7 % de produits biosourcés et son ambition est de monter à 10 % dès 2020 puis à 15% en 2030. La chimie végétale est capable de produire des intermédiaires à haute valeur ajoutée, encore faut-il veiller au coût de revient et à la rentabilité des installations pour concurrencer les produits pétroliers avec des chances de réussite. Plutôt que des biocarburants, et pour paraphraser un ami académicien : « *Que faire avec la biomasse ?... De la chimie !* »

**Jean-Claude Bernier**

Septembre 2018

[1] Chapus T., Développement d'un nouveau procédé Vegan™ de transformation des charges renouvelables en carburants gazole et kérosènes, *L'Act. Chim.*, 2017, 416, p. 32.

[2] Biodiesel's impact: emissions of an extra 12m cars on our roads, latest figures show, *Transport & Environment*, avril 2016.

[3] <http://institut.inra.fr/Missions/Eclairer-les-decisions/Etudes/Toutes-les-actualites/Changements-d-affectation-de-sols>

[4] Revue critique des études évaluant l'effet des changements d'affectation des sols sur les bilans environnementaux des biocarburants, Inra, Ademe, mars 2012 ; Évaluation des effets du développement des biocarburants en France sur les marchés nationaux et internationaux des grandes cultures et sur le changement d'affectation des sols : une analyse à l'aide du modèle Matsim-Luca, Inra, Ademe, oct. 2013.

[5] [www.youtube.com/watch?v=Y9JtnJEBsHQ](http://www.youtube.com/watch?v=Y9JtnJEBsHQ)

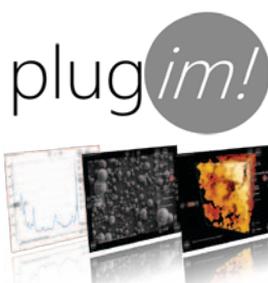
## Signal and image processing software

Simple and customizable interface, designed to be used by non-experts in signal and images processing

Addition and creation of third party plugins in an extremely simple way

Do batch processing without a single line of code!

Compare the results of your processing steps in multiple ways



### Use it for...

3D stereo reconstruction for Scanning Electron Microscopy images

Fast and accurate noise reduction filtering

Robust baseline estimation with few and easy to tune parameters

Multi-scale microstructure simulation using morphological random models

[www.plugim.fr](http://www.plugim.fr)

Connect and freely download the software!

