

Les biocarburants de deuxième génération

Les deux filières de production de biocarburants de première génération actuellement opérationnelles et en développement en France dans le cadre du « plan biocarburants » (biodiesel et bioéthanol) répondent aux trois enjeux politiques qui ont présidé à leur mise en place :

- 1 - la lutte contre l'effet de serre
- 2 - la diminution de la dépendance énergétique
- 3 - la diversification des débouchés de l'agriculture

Toutefois, la ressource en biomasse utilisable, aujourd'hui restreinte aux produits de quelques grandes cultures (colza, tournesol, betteraves, céréales), reste limitée en volume si on cherche simultanément à maintenir la capacité de production et d'exportation agricole vers l'alimentaire.

Ce challenge pourrait théoriquement être relevé à terme avec la mise en œuvre de technologies dites de seconde génération qui visent à étendre la ressource utilisable à la plante entière, qu'elle soit issue de l'agriculture ou de la sylviculture.

Cependant, ces technologies de seconde génération sont encore loin d'être suffisamment matures et compétitives pour faire aujourd'hui l'objet d'investissements de la part des industriels. C'est pourquoi il a été nécessaire d'encourager la réalisation de prototypes industriels permettant d'augmenter les rendements encore très faibles, de lever les risques technologiques et d'évaluer plus précisément les performances économiques et environnementales de ces filières.

Un tel développement possible ne remet cependant pas en cause les filières actuelles de première génération, en progrès constants en termes de bilan et performance. La 1^{ère} et la 2^{ème} génération de biocarburants doivent donc être considérées dans une logique de continuité et non pas de rupture.

L'état des lieux du développement des deux types de technologies, dites « voie sèche » ou thermochimique (BTL) et « voie humide » ou biologique (éthanol) est le suivant :

1. Voie sèche ou thermochimique (BTL)

La première étape du procédé, dite étape de gazéification à haute température, peut être appliquée à partir de différentes matières premières carbonées. Il est actuellement utilisé industriellement à partir de charbon (CTL) par SASOL en Afrique du sud. Les USA, l'Inde et surtout la Chine sont au stade des études de faisabilité pour installer ce type de procédé à base charbon. L'Australie, le Qatar et le Nigeria projettent d'implanter des usines à partir du gaz naturel (GTL).

Les gaz ainsi produits (CO-monoxyle de carbone, et hydrogène, c'est à dire du « gaz pauvre » ou « gaz à l'eau ») sont ensuite purifiés. Condensés sous forme de cires, ils servent de matière première à la synthèse catalytique de carburants liquides (BTL), de type diesel ou kérosène (réaction Fisher-Tropsch).

L'Institut Français du pétrole a mis au point un procédé industriel pour cette dernière réaction de synthèse qui est commercialisé par sa filiale Axens.

L'application de ces procédés à la biomasse cellulosique, agricole et forestière, est encore en phase de recherche/développement au niveau mondial

Le rendement massique théorique de la réaction est très faible par la voie autothermique, c'est à dire sans apport d'énergie et d'hydrogène exogènes (18 %), ce qui rend l'efficacité de cette voie à peine équivalente à celle du biodiesel actuel, sachant en outre qu'elle ne génère pas de co-produits contrairement à ce dernier.

Toutefois, le rendement massique de cette filière pourrait être amélioré en apportant de l'énergie, notamment électrique : c'est la voie allothermique et le rendement massique pour la biomasse monterait alors à 38%. Si l'on apporte en outre de l'hydrogène, le rendement massique pourrait atteindre alors 58%.

En supposant une production de matière sèche issue de la biomasse de l'ordre de 12 tonnes/ha/an (soit 5 tep/ha/an en PCI), la production de biocarburant BTL, dans les meilleures conditions, pourrait atteindre 3Tep/ha/an (contre 1 Tep/ha/an pour la réaction autothermique et, par référence, 1,4 tep/ha/an pour le biodiesel de G1 actuel).

Les points durs de la technologie sont (i) la collecte et la préparation de la biomasse ; (ii) l'étape de gazéification et de la purification des gaz ; (iii) l'apport exogène éventuel d'énergie et d'hydrogène et le rendement du procédé.

Compte tenu du montant des investissements à prévoir pour la mise en œuvre de ces technologies, les volumes de biomasse traités dans chaque unité de gazéification/synthèse seraient nécessairement supérieurs au million de tonnes par an. De telles quantités obligeraient à la mise en place, à l'amont, d'unités de pré-traitement capables de traiter quelques centaines de milliers de tonnes de biomasse par an sous une forme très condensée en énergie et transportable vers les sites de gazéification.

La recherche sur la conversion à partir de biomasse (BTL) est très avancée en Allemagne.

La société d'ingénierie Lurgi, récemment intégrée au Groupe Air Liquide, dispose des technologies de gazéification et de purification des gaz.

Choren, filiale de la Shell, est un autre développeur de la technologie de gazéification à partir de la biomasse. La société a démarré, début 2008, son premier pilote industriel basé sur un procédé autothermique...mais sans succès !

L'université de Freiberg et l'Institut pour l'Ingénierie des process énergétiques et chimiques, en partenariat avec Total et Volkswagen, travaillent sur un petit pilote dans le cadre du projet européen RENEW.

Enfin le centre de recherche de Karlsruhe FZK a mis au point un procédé de pyrolyse rapide prometteur et dispose d'un réacteur pilote de recherche.

En France, le pôle de compétitivité TENERDIS rassemble en région Rhône-Alpes un ensemble d'équipes appartenant à différents instituts publics français autour de la problématique du séchage, de la pyrolyse et de la gazéification de la biomasse. Ces projets sont financés en large partie par le programme national de recherche sur les bioénergies (PNRB) piloté par l'ANR et l'ADEME.

Le CEA développe quant à lui depuis quelques années des recherches scientifiques et technologiques sur la voie allothermique, également avec le soutien du PNRB. Si elles aboutissent, elles permettraient de mieux tirer profit d'une biomasse difficile à exploiter et à transporter, à condition de bénéficier d'une source exogène d'énergie à haute température, non émissive de CO₂ et économique, ainsi que d'hydrogène. L'apport d'énergie au procédé sous forme d'électricité nucléaire, (ou même de chaleur de réacteur nucléaire à haute température), et l'apport du complément d'hydrogène par électrolyse ou dissociation thermique de l'eau, rentrent dans les hypothèses ayant justifié le lancement de ce programme dont la faisabilité et l'horizon industriels restent toutefois éloignés (20 à 30 ans).

C'est dans ce contexte que vient d'être financé par l'ADEME (démonstrateur de recherche) la création du pilote BIO-T-FUEL à Venette en Picardie avec une antenne dans une raffinerie de Total.

L'objectif de BIO-T-Fuel est d'atteindre un rendement massique de conversion de 30%.

Le coût des deux unités pilotes est de 112 millions d'Euros.

Les partenaires sont SOFIPROTEOL, TOOTAL, IFP, CEA, et UHDE.

2. La voie humide ou biologique (éthanol)

Elle ne s'applique que pour la production d'éthanol ou de butanol, fabriqués par la voie biologique fermentaire. Ces procédés utilisent actuellement (1^{ère} génération) le sucre extrait de la betterave, de la canne à sucre ou de l'amidon des graines de céréales.

Cette voie humide de 2^{ème} génération vise à compléter la ressource déjà utilisée en première génération par l'utilisation des ressources forestières, des pailles et de plantes entières. Elle consiste d'abord à extraire, par un ensemble de technologies physiques et enzymatiques, les sucres composant la cellulose et les héli-celluloses des plantes entières de façon sélective (tout en valorisant séparément la lignine).

Leur mise au point passe par le développement de savoirs faire dans les procédés de préparation de la matière végétale et par l'application des méthodes du génie génétique pour la synthèse et la sélection des enzymes nécessaires et des souches de fermentation adaptées à ces nouvelles matières premières.

Après la phase d'hydrolyse, les procédés actuellement utilisés pour la production d'éthanol fermentaire proprement dit (fermentation, distillation) ne seront pas fondamentalement modifiés par rapport à la première génération. Ainsi la taille des distilleries futures ne devrait pas être impactée par ces nouvelles technologies et resteraient dans la fourchette des 250 à 500.000 tonnes/an.

Les rendements actuels de ces procédés restent toutefois encore très faibles, de l'ordre de 20 à 30%, ce qui les rend à ce jour équivalents ou moins performants que la première génération (Ethanol de G2 = 2 tep/ha/an contre plus de 4tep/ha/an pour la betterave et 2tep/ha/an pour le blé en G1)

Les deux sociétés leaders dans le domaine des enzymes industriels, toutes deux danoises, Novozymes et Danisco, ont été subventionnées par le DOE américain pour leur travaux de développement des nouveaux enzymes indispensables dont les premières (cellulases), adaptées aux rafles de maïs, ont été mises sur le marché en 2008. Toutefois la totalité des innovations nécessaires pour rendre cette nouvelle génération technologique compétitive avec la génération actuelle ne sont pas attendues avant une dizaine d'années.

Dans la droite ligne de leur politique de développement de la filière éthanol, les USA misent fortement sur le développement de l'éthanol de cellulose et d'héli-celluloses, mais avec des rendements toujours très faibles.

En Europe un certain nombre de projets de démonstration existent déjà :

Au Danemark le projet Maxifuel associe l'Université technologique danoise (DTU) avec la société Dong. Il s'agit d'un pilote capable de traiter 1 tonne/heure de paille.

En Suède l'Agence de l'énergie a financé l'installation d'un pilote dimensionné pour traiter 10 tonnes de bois/heure. Il est utilisé dans le cadre du projet de recherche européen NILE auquel participent plusieurs partenaires français.

L'espagnol Abengoa, prévoit d'installer un pilote de 4000 tonnes/an d'éthanol qui utilisera les sucres extraits de paille de céréales.

L'IFP coordonne enfin le projet NILE, un des projets européens sur le sujet, auquel sont associés l'INRA et des partenaires français industriels. Ceci leur donne une bonne visibilité du niveau de la compétition en Europe. De plus ils bénéficient de financements de l'ANR pour développer des procédés originaux dans le domaine de l'extraction des sucres et de la synthèse d'enzymes.

C'est dans ce contexte qu'a été financé en France par OSEO, en 2009, la création du pilote FUTUROL (société Procéthol 2G) à Pomacle, en Champagne Ardenne, dans le cadre du Pôle de Compétitivité IAR (Industries -Agroressources).

L'objectif de FUTUROL est d'aboutir à la phase industrielle en 2016 grâce à la R&D menée conjointement !

Le coût du pilote est de 74 millions d'Euros.

Les partenaires sont ARD, CGB, Champagne Céréales, Credit Agricole, IFP, INRA, Lesaffre, ONF, Tereos, Total.

Claude Roy