

# TECHNOLOGIES ET INNOVATIONS

**ENERGIE** | Peaufiné par l'Afrique du Sud, le procédé de transformation du charbon en carburant a beaucoup progressé et intéresse les pays qui manquent de pétrole, comme la Chine. Mais il est fortement émetteur de CO<sub>2</sub>. Son salut viendra du cycle combiné, qui permet de capter le CO<sub>2</sub> directement dans le processus. ■ PAR SOPHY CAULIER

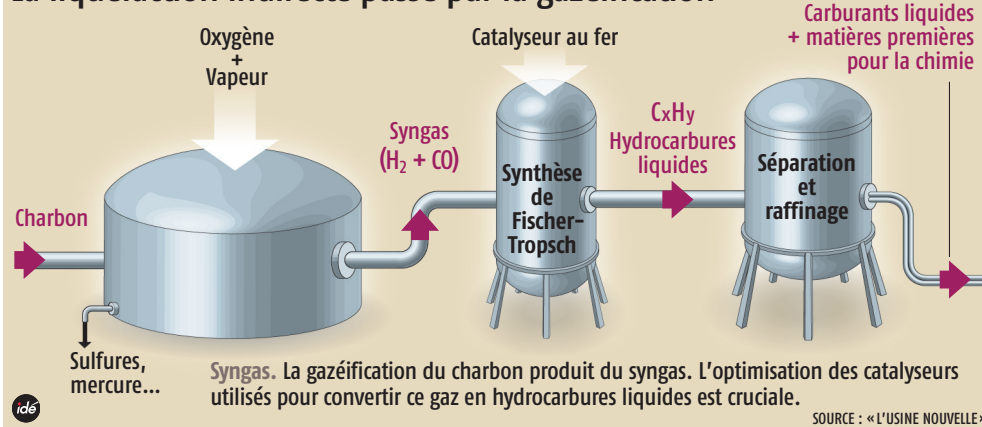
## Le retour du charbon liquide

**A** lors que les ressources en gaz ou en pétrole sont limitées, les réserves mondiales de charbon restent importantes : entre 130 et 140 ans de consommation. C'est pourquoi l'option, apparue depuis plus d'un demi-siècle, consistant à utiliser cette ressource fossile pour produire du carburant liquide (essence, diesel, kérosène, etc.), surtout pour les transports, reste d'actualité. Elle est même au cœur des préoccupations des pays en fort développement et qui manquent d'approvisionnement en pétrole : au moins six usines de transformation du charbon en carburants sont en construction en Chine, en coopération avec le sud-africain Sasol, le spécialiste du procédé CTL (Coal to Liquid). Chaque usine produira 80 000 barils par jour de diesel. La production devrait démarrer en 2017 ou 2018. Et c'est à Pékin que se déroulera la prochaine conférence mondiale sur le CTL, du 13 au 16 avril 2010.

### ENRICHIR LA HOUILLE EN HYDROGÈNE

L'origine du CTL remonte à la Seconde Guerre mondiale, quand les Allemands l'ont mis au point pour alimenter en carburant leurs armées. L'Afrique du Sud a repris ce procédé pendant

### La liquéfaction indirecte passe par la gazéification



l'Apartheid, pour pallier l'embargo sur le pétrole, le pays disposant d'importantes réserves de charbon. Au début des années 50, le gouvernement sud-africain crée la société Sasol (South African Coal Oil and Gas Corporation). Celle-ci rachète la technologie allemande, construit la première usine CTL et produit de l'essence et des diesels. Lors du premier choc pétrolier, Sasol construit une deuxième usine, à Secunda, dédiée à la production de carburants. Elle produit aujourd'hui 160 000 barils par jour, soit près du quart de la consommation du pays. Depuis le démarrage du CTL, les ingénieurs de Sasol n'ont cessé de peu-

finer le procédé et d'améliorer tant la qualité des produits que le rendement. Schématiquement, le procédé de liquéfaction consiste à modifier le rapport entre carbone et hydrogène, c'est-à-dire à enrichir le charbon en hydrogène, ce qui le fait passer d'un état solide à un état liquide. L'opération peut se faire par transformation directe : le charbon est pulvérisé et mélangé à un solvant qui transfère les atomes d'hydrogène vers le charbon. Le mélange, qu'on appelle le « slurry », une sorte de boue, est chauffé à environ 400 °C. Il produit un liquide qui est ensuite traité et hydrogéné pour devenir du carburant.

## ÉGALEMENT DANS CETTE PARTIE

**59** Une pomme de terre transgénique pour les papetiers

**60** Un pilote pour la biosynthèse bactérienne

**61** La semaine en bref



SOPHY GAULIER

La méthode indirecte consiste à gazéifier le charbon, ce qui produit un gaz synthétique appelé syngas. Ce gaz est enrichi en hydrogène par hydrotraitement puis purifié, avant d'être transformé par la conversion Fischer-Tropsch (FT), du nom des deux chimistes allemands qui l'ont élaborée et brevetée en 1925. Une conversion réalisée avec des catalyseurs et

qui produit des hydrocarbures. Le rendement de ces procédés dépend de la qualité du charbon utilisé et de l'âge de l'usine. Il reste assez moyen et varie entre 25 % et 40 %.

Sasol a néanmoins optimisé le procédé FT, en mettant au point de nouveaux réacteurs et catalyseurs qui produisent plus tout en étant plus simples à maintenir. L'usine de Secunda a

**Carburants.**  
L'usine sud-africaine de Secunda produit 160 000 barils par jour.

ainsi pu diviser par deux la quantité de catalyseurs nécessaires à sa production. « Notre véritable savoir-faire réside dans les réacteurs de catalyse, affirme Thys Botha, le responsable d'un des départements de R&D de la société. Tous les composants sont sur le marché, mais l'assemblage et surtout les conditions de production sont notre secret de fabrication ! »

#### UN PROCÉDÉ ENERGIVORE AU RENDEMENT MOYEN

Toutefois, la production de carburant à partir du charbon n'est rentable que lorsque le baril de pétrole dépasse 100 dollars. « Et encore, le seuil de rentabilité est aussi fonction du prix du charbon, remarque François Kalaydjian, le directeur des technologies de développement durable à l'Institut français du pétrole (IFP). Pour une évaluation complète, il faudrait prendre en compte tous les coûts environnementaux, ceux liés à l'extraction, à la remise en état des terrains, etc. Surtout, il faudrait comparer l'empreinte CO<sub>2</sub> de chaque ressource. Or, le procédé CTL consomme beaucoup d'énergie ».

Ainsi, Sasol, qui détient le titre de premier contribuable sud-africain, est aussi l'un des plus gros émetteurs de CO<sub>2</sub> de la planète avec près de 75 millions de tonnes par an ! La moitié des émissions provient de l'énergie consommée par le procédé lui-même.

Pour améliorer le bilan environnemental du CTL, les ingénieurs de Sasol étudient la possibilité d'utiliser des énergies non fossiles comme le nucléaire ou le solaire pour alimenter le processus, ce qui contribuerait déjà à diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>. Mais pour les réduire de manière significative, il faudra en passer par les méthodes de captage et Suite page 58 ▶

► Suite de la page 57 de stockage du CO<sub>2</sub> (CCS), en cours de développement chez les grands acteurs de l'énergie. Sauf qu'ajouter des opérations de captage du CO<sub>2</sub> coûtera une dizaine de points au rendement du procédé, qui n'est déjà que de 35 % en moyenne.

### LE SALUT EST DANS LA POLYGÉNÉRATION

C'est pourquoi le salut viendra de la polygénération et du cycle combiné avec gazéification intégrée (IGCC). L'objectif est de tirer le maximum du charbon. « Une fois que l'on a obtenu le gaz de synthèse, il est aussi possible de pousser la transformation jusqu'à un mélange de CO<sub>2</sub> et d'hydrogène, explique François Kalaydjian. A ce stade, on sépare le CO<sub>2</sub> pour le stocker et on utilise l'hydrogène pour produire de l'énergie, de l'électricité ou de la chaleur. C'est la polygénération. D'une même centrale sortent différents produits. »

## Le gaz liquéfié, aussi prometteur

Le procédé de liquéfaction peut aussi s'appliquer au gaz, on parle alors de GTL (Gas to Liquid). Sasol a étudié et mis en œuvre ce procédé parallèlement au CTL (Coal to Liquid). La première usine, construite en 1955 et désormais entourée d'une ville baptisée Sasolburg, a été entièrement convertie au GTL en 2004. Le site est alimenté en gaz par un pipeline en provenance du Mozambique. Le procédé est identique à celui du CTL, mais il démarre avec du gaz naturel, généralement du méthane, qui est transformé en syngas. Le GTL a un meilleur rendement que le CTL :

il peut atteindre 60%. Le GTL est surtout utilisé pour fabriquer des produits chimiques, des lubrifiants et des carburants synthétiques pour la Formule 1 ou l'aéronautique. Sasol a été le premier fournisseur agréé par Airbus pour le carburant synthétique. Plusieurs usines de type GTL fonctionnent. Qatar Petroleum en a construit deux au Qatar, l'une avec Sasol (34 000 barils/jour), l'autre avec Shell (140 000 b/j). Shell en exploite une en Malaisie (12 500 b/j). L'Afrique du Sud en compte deux : Sasol (15 600 b/j) et PetroSA (47 000 b/j). ▀

Le projet COACH (Cooperation Action within CCS China-EU), qui s'est terminé en octobre 2009, a associé 21 partenaires, 13 européens et 8 chinois, pour une étude de faisabilité du captage du CO<sub>2</sub> sur une centrale thermique au charbon de type IGCC.

« Nous avons étudié les différents scénarios possibles », poursuit François Kalaydjian. Le but est de disposer de suffisamment de sites de démonstration de ces technologies d'ici à 2020 pour que l'on puisse déployer de telles centrales rapidement. ▀