

# Et si certaines industries de base ne pouvaient se passer totalement des énergies fossiles ?

Par Philippe ROSIER  
Solvay

Amorcée en 1821 aux États-Unis en remplacement de l'huile de baleine utilisée jusqu'alors pour l'éclairage public, l'exploitation industrielle des énergies fossiles a constitué un des enjeux majeurs de l'histoire de ces deux derniers siècles. Toutefois, en dépit d'une genèse aux conséquences écologiques positives non négligeables puisqu'elle a amorcé la fin de la chasse à outrance des cétacés, elle est aujourd'hui l'objet de nombreuses critiques : on l'accuse de polluer, de participer au réchauffement climatique ; on s'inquiète de l'épuisement de leurs réserves et, pour finir, nous en serions trop dépendants. Ce diagnostic aboutit invariablement à la même conclusion : il faut sortir définitivement d'une économie fondée sur l'utilisation des énergies fossiles. Mais qu'en est-il vraiment ? Quels sont les secteurs consommateurs qui peuvent envisager de se passer de l'utilisation des énergies fossiles, et sous quelles conditions ? Quel sera le secteur à pouvoir bénéficier des derniers hectolitres d'hydrocarbures fossiles ?

## Le panorama actuel

Pour illustrer la prépondérance des énergies fossiles, il suffit de rappeler qu'elles constituent plus de 80 % de la consommation mondiale d'énergie. Quant à la croissance de cette dernière, elle est tout simplement vertigineuse : estimée à 0,25 milliard de tonnes équivalent pétrole (Gtep) au début du XVIII<sup>e</sup> siècle, elle atteint 1 Gtep à la fin du XIX<sup>e</sup>, puis le double de cette valeur au milieu du XX<sup>e</sup> siècle, pour s'établir désormais à 13 Gtep.

Outre les bouleversements dans nos modes de vie, cette croissance n'est pas sans conséquence puisque d'après le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) les causes du changement climatique sont principalement imputables aux émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES). Par ailleurs, en dépit de la découverte de nouveaux gisements, les quantités d'énergies fossiles disponibles ne sont pas infinies, et elles seront d'autant plus vite épuisées que la demande va croissant dans un monde globalisé. On estime ainsi à deux milliards d'individus le nombre des habitants de notre planète qui souhaitent pouvoir augmenter leur consommation d'énergie.

Dans ce contexte, et sachant que la combustion des énergies fossiles émet essentiellement du dioxyde de carbone (le « gaz étalon » des gaz à effet de serre), une partie de la communauté scientifique, en lien avec les travaux du GIEC, tire la sonnette d'alarme : une hausse de plus de 2°C de la température globale par rapport au niveau de température à l'ère préindustrielle causerait des dégâts dévastateurs et irréversibles pour la Planète. L'agence intergouvernementale sur le changement climatique (IPCC AR5) a estimé que les émissions cumulées de dioxyde de carbone liées aux activités humaines depuis le début de la révolution industrielle devront être limitées à 1 trillion (soit un milliard de milliards) de tonnes de carbone, si nous voulons limiter le réchauffement à 2°C. Or, cette limite d'émission représente notre « budget carbone » et, en 2011, nous avons déjà utilisé environ 52 % de ce budget. Le Global Carbon Project (GCP) et l'Agence Internationale de l'Énergie estiment que la quantité de carbone contenue dans les réserves connues et exploitables (réserves prouvées 1P) de combustibles fossiles représentent environ 3 fois la quantité absorbable par l'atmosphère terrestre sans qu'il y ait dépassement du seuil des 2°C de réchauffement.

La réduction de la consommation des énergies fossiles figure donc à l'ordre du jour, mais l'effort à accomplir doit-il être le même pour tous les secteurs ? En effet, la dépendance aux énergies fossiles n'est pas la même d'un secteur à un autre, en raison des capacités techniques de substitution et de leur impact économique.

Les énergies fossiles (qui s'entendent comme le charbon, le pétrole et le gaz naturel) se répartissent entre quatre grands secteurs d'utilisation :

- la production d'électricité et de chaleur : 35 % ;
- les transports : 20 % ;
- l'industrie : 34 % ;
- le reste correspond aux secteurs des services, du commercial, de l'agriculture, des forêts, etc.

Les émissions de GES des secteurs les plus consommateurs sont les suivantes :

- production d'électricité et de chaleur : 42 % ;
- transports : 23 % ;
- industrie : 20 %.

Sachant que 80 % de ces émissions sont constitués par le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), on perçoit bien ici que le problème de l'utilisation des énergies fossiles est trop souvent réduit au volet des combustibles, alors que, pour le secteur de l'industrie, les enjeux se situent ailleurs. Ainsi, en France, d'après l'UIC, seul un tiers de l'énergie fossile sert dans l'industrie à la production d'énergie thermique, alors que les deux autres tiers sont utilisés comme matière première. Dans l'analyse de cette question, il convient donc de distinguer les usages des hydrocarbures fossiles en tant que combustibles de leurs autres usages (en tant que matière première).

### Quels sont ou seront les leviers permettant de réduire la consommation d'énergies fossiles pour un usage en tant que « combustible » ?

En premier lieu, viennent les mesures d'efficacité énergétique, qui visent à consommer moins et à consommer mieux. À titre d'exemple, chacun peut constater, dans le domaine des transports, la baisse spectaculaire des cylindrées des moteurs pour des puissances en constante augmentation, ainsi que le recours de plus en plus fréquent à des matériaux composites issus de la chimie afin d'alléger les carcasses des véhicules et d'en réduire les consommations (*downsizing*).

Dans le domaine de la production de chaleur et d'électricité, on notera l'effort consacré par certains pays au développement de la cogénération (voire de la tri-génération), un procédé de production d'électricité et de chaleur qui valorise au mieux chaque mégawattheure d'énergie primaire consommée. De manière générale, on estime qu'en France les ef-

forts de l'industrie dans ce domaine ont déjà permis de faire baisser sa consommation d'énergie fossile de 12,4 % entre 2000 et 2012. Toutefois, même si cet effort est nécessaire, on comprend bien qu'au regard de la croissance de la demande mondiale dans ces secteurs, on ne peut pas espérer réduire la consommation d'énergie fossile, au mieux on peut espérer la maintenir à son niveau actuel.

Viennent ensuite les solutions de substitution (ou de remplacement), qui ont pour but de converger vers une économie « *carbon-free* ».

La production d'électricité est sans doute le secteur qui voit fleurir le plus de projets et d'innovations. Si le photovoltaïque, l'éolien, le nucléaire, la biomasse et l'hydraulique sont inscrits depuis un certain temps dans le paysage énergétique mondial, ils ne sont pas exempts de défauts. Bien qu'efficace le nucléaire ne peut supporter toute la demande, et il ne permet pas de répondre aux problèmes de pointe de consommation. Les productions éolienne et photovoltaïque demeurent trop intermittentes pour pouvoir assurer à elles seules l'équilibrage d'un réseau électrique. Quant à la construction de barrages, la plupart des sites naturels présentant un certain potentiel sont déjà en exploitation. C'est vers le large que l'on va trouver désormais les relais ou les compléments à ces technologies, avec des champs d'hydroliennes ou, plus ambitieux encore et mieux adapté aux contraintes des réseaux, des puits creusés au fond même des océans qui agiraient par pompage-turbinage (permettant ainsi de stocker de l'énergie et d'en libérer à la demande).

Il convient toutefois de garder à l'esprit le fait que la plupart de ces technologies sont beaucoup plus coûteuses que l'utilisation des énergies fossiles, et que leur développement demeurerait marginal sans le soutien financier des États. De fait, elles ont un impact sur le prix final du kilowattheure payé par le consommateur. S'il n'est pas homogène au niveau mondial, sa hausse engendre un risque de perte de compétitivité (pour un industriel) ou de perte d'attractivité (pour un territoire).

Dès lors, on comprend que sans un signal-prix du carbone incitatif afin de prendre en compte des avantages environnementaux, il sera impossible de soutenir cette évolution vers des sources de génération d'électricité qui soient *carbon-free*. Ce signal-prix est la clef qui permet à la fois d'assurer le respect du « budget carbone » sans imposer de contraintes aux acteurs économiques (ou tout du moins de les laisser libres dans leurs choix) et d'amener ces technologies au seuil de la rentabilité.

Ce constat est flagrant dans le secteur électrique allemand, lequel a enregistré une croissance de sa production électrique à partir du charbon et de lignite, passant de 257 TWh en 2010 à 266 TWh en 2014, soit 43,4 % de la production électrique totale (source : Agora Energiewende) : en cause, les prix trop bas de l'EUA (1 unité de quota d'émission européen = 1 tonne de dioxyde de carbone). Nous observons d'ailleurs que le prix de l'EUA sur le marché est bien inférieur au prix du *switch* (*Fuel-switching price*), qui représente le niveau de prix de la tonne de dioxyde de carbone après arbitrage entre le

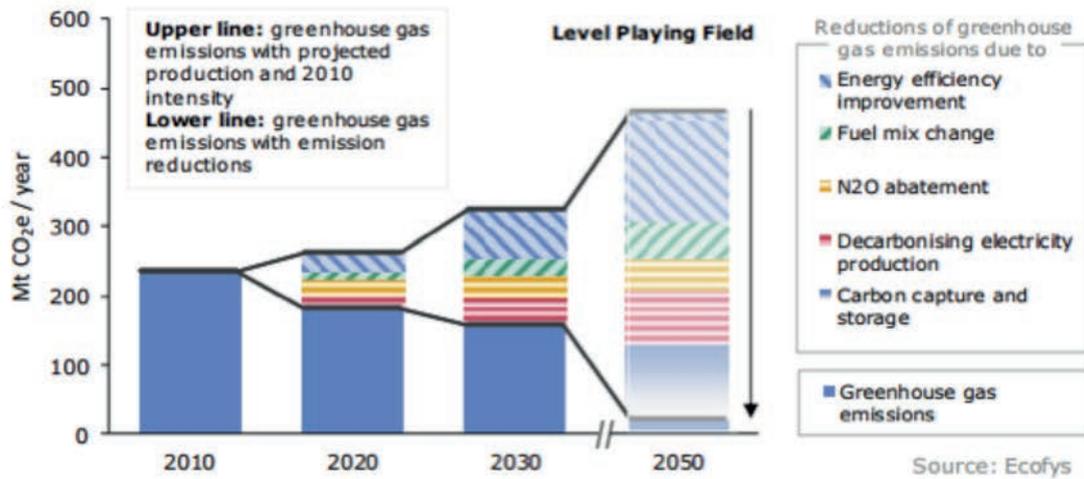


Figure 1 : Contribution des différents types de réduction des émissions de GES du secteur chimique entre 2010 et 2050. Source : CEFIC.

gaz naturel et le charbon. Si ce prix est au-dessous du prix du *switch*, il est intéressant, à court terme, pour un producteur électrique de passer du charbon au gaz.

### Qu'en est-il des usages hors combustible du pétrole ?

Le pétrole et ses dérivés servent de matière première à la pétrochimie pour un nombre incalculable de produits de la vie quotidienne : matières plastiques, peintures, colorants, cosmétiques, etc. Le gaz naturel est le point de départ de la production d'hydrogène, de méthanol, d'ammoniac...

Les alternatives proposées aujourd'hui reposent sur l'utilisation de matières premières « bio-sourcées » qui sont d'origine végétale afin de réduire notre dépendance vis-à-vis des matières premières fossiles. La chimie du végétal est techniquement substituable à la pétrochimie, avec pour avantage le remplacement du carbone fossile provenant des énergies fossiles par du carbone végétal provenant de la biomasse. On peut citer, par exemple, la production d'éthylène (même si c'est en quantités assez faibles aujourd'hui), principal dérivé produit et utilisé par la pétrochimie, à partir d'éthanol issu de canne à sucre, ou encore la production de propylène à partir de glycérine issue de la filière biodiesel. D'après des projections à l'horizon 2025 (source : étude interne Solvay), la part de biomasse utilisée par la chimie bio-sourcée restera faible, en termes de quantités (récoltes) et de taux d'utilisation des terres arables, par rapport à la couverture des besoins de l'alimentation et du transport (*via* les biocarburants).

En dépit des nombreux avantages que présente la biomasse, comme sa contribution à l'indépendance énergétique des pays non producteurs d'hydrocarbures et le fait qu'elle réduit les émissions de carbone fossile dans l'atmosphère, l'utilisation de cette ressource renouvelable doit demeurer compatible avec les finalités alimentaires humaine et animale. Or,

selon l'Agence européenne pour l'Environnement (AEE), les domaines dans lesquels la biomasse est la plus efficace pour réduire les gaz à effet de serre sont le chauffage et la production d'électricité, ainsi que la production de biocarburant de deuxième génération <sup>(1)</sup>.

En l'absence d'alternative, il est donc préférable de consacrer les ressources d'énergies fossiles utilisables, dans le respect du « budget carbone », aux secteurs à forte valeur ajoutée dans lesquels leur substitution par d'autres technologies s'avère compromise ou plus coûteuse.

### Quel avenir pour les énergies fossiles ?

Outre le fait qu'elle est moins consommatrice que les autres secteurs, l'industrie, principalement le secteur de la chimie, retire également une plus forte valeur ajoutée de l'utilisation des énergies fossiles en tant que matière première. De plus, cette utilisation a un faible impact environnemental tant que le recyclage de ses produits est assuré en aval (ce qui permet d'en éviter la combustion ou la dissémination). Cette voie sera d'autant plus avantageuse qu'elle permet de capturer du carbone à partir d'une matière première qui deviendra d'autant plus disponible que son utilisation historique en tant que combustible ne cessera de ralentir. La pétrochimie donne notamment naissance à des molécules de base (telles l'éthylène, le propylène, les composés aromatiques, etc.), qui permettent l'essor d'une chimie encore plus fine mettant en œuvre des synthèses complexes et coûteuses et élaborant

(1) La deuxième génération des processus de production de biocarburants utilise diverses matières premières non alimentaires (comme la biomasse des déchets, le bois et la paille), et elle permet des réductions plus importantes des émissions de gaz à effet de serre tout en réduisant d'autres effets négatifs, notamment sur la biodiversité et l'utilisation des terres agricoles.



Photo © Solvay

L'usine Solvay de production de biomasse torréfiée située à Quitman (Mississippi).

« Selon l'Agence européenne pour l'Environnement (AEE), les domaines dans lesquels la biomasse est la plus efficace pour réduire les gaz à effet de serre sont le chauffage et la production d'électricité, ainsi que la production de biocarburant de deuxième génération. »

des composés à haute valeur ajoutée qui sont des moteurs de croissance économique.

Les autres secteurs recevront les incitations nécessaires à leur mutation au travers d'un prix du carbone justifiant des investissements de long terme dans des technologies de remplacement et d'une allocation prioritaire prélevée sur la biomasse disponible. Certes, l'énergie et les transports seront un peu plus chers, mais le monde retirera un double bénéfice de cette situation puisque, d'une part, au travers du respect du budget carbone, on contrôlera les émissions de GES et que, d'autre part, nous serons probablement en surabondance d'énergies fossiles au regard de nos besoins en « matières premières ». Cela restera impossible tant que n'aura pas été conclu un accord mondial aboutissant à la mise en place d'objectifs communs de réduction des émissions par

la baisse des consommations d'énergies fossiles en tant que combustible, avec la mise en place d'un signal-prix carbone global incitant à cette transition.

Que notre conviction nous incline à rejoindre les partisans de la lutte contre le réchauffement climatique ou ceux qui prophétisent la pénurie des énergies fossiles à court terme, seule la réduction de la consommation à usage de combustible réconciliera tous les points de vue et apportera la solution. Cela ne pourra se faire sans l'instauration des mécanismes idoines dans le cadre de dispositifs (tels que le budget carbone) couplés à un signal-prix cohérent du prix de la tonne de carbone émise. Dès lors, l'exploitation de ces énergies ira vers leur utilisation en tant que matière première ce qui nous ramènera à leurs vertus originelles : leur caractère écologique et leur abondance.