

## **Perspectives**

### I) Forte augmentation des consommations d'énergie

Dans le passé, l'énergie a permis des substitutions massives de travail humain ou animal par des machines, capables aujourd'hui d'effectuer des tâches de plus en plus complexes.

Par ailleurs, l'énergie a fortement contribué à l'amélioration du confort et du bien-être des populations, en permettant la satisfaction de multiples besoins sociaux, comme l'eau chaude sanitaire, le chauffage, l'éclairage, la réfrigération, la fourniture d'électricité, ou encore la mobilité individuelle

Cette évolution correspond à une élévation du niveau de vie et à un développement économique et social dont nul ou presque ne remet en cause l'intérêt.

Tous cependant ne bénéficient pas de ces bienfaits du monde moderne et la communauté internationale est unanime pour reconnaître la nécessité de les diffuser le plus largement possible à l'ensemble de l'humanité.

Cela signifie qu'il faudra que le niveau de satisfaction des besoins en énergie des plus pauvres augmente sensiblement, ce qui se traduira par une croissance très forte des consommations d'énergie primaire dans l'avenir, comme l'ont montré les scénarios que nous avons étudiés.

### II) Ressources suffisantes à l'échelle de la planète

La consommation mondiale d'énergie dépasse déjà 12 Gtep, et on est en droit de s'interroger sur la disponibilité physique des ressources.

Toutefois, comme notre petit scénario nous l'a montré, le risque de pénurie physique apparaît faible.

Les calculs qui y sont présentés sont bien sûr très schématiques et discutables, mais ils donnent l'ordre de grandeur du délai dont l'humanité dispose, sur le plan des réserves fossiles, pour faire face à ses besoins futurs.

Si, comme c'est probable, les niveaux de consommation retenus dans le scénario ne sont pas atteints, le temps disponible pour préparer l'après combustibles fossiles sera plus important.

### III) Impact préoccupant sur l'environnement

Ce n'est donc pas semble-t-il du côté des ressources physiques que se présentent les principales contraintes.

En revanche, les consommations de combustibles fossiles que l'on pourrait atteindre vers le milieu du siècle se traduiraient par des rejets considérables, notamment de CO<sub>2</sub>.

Dernièrement, l'énergie s'est trouvée directement impliquée dans des dossiers majeurs comme les pluies acides, la rupture de la couche d'ozone, l'accumulation du CO<sub>2</sub>, les pollutions marines à grande échelle, comme celle du Golfe du Mexique, les phénomènes climatiques extrêmes illustrés par les ouragans Katrina et Sandy, et les accidents nucléaires de Three Mile Island, Tchernobyl, et Fukushima.

Les risques d'accident nucléaires demeurent un souci constant, même si la sécurité dans ce domaine a toujours été une préoccupation majeure des producteurs d'électricité.

Dans les nouveaux réacteurs de génération III ou IV en cours d'étude, l'accent est particulièrement mis sur cet aspect.

#### IV) Prélèvement croissant sur la richesse mondiale

Au-delà des impacts préoccupants que pourront avoir sur l'environnement les rejets du secteur énergétique, la mise à disposition de quantités d'énergie aussi gigantesques se heurtera à des difficultés financières considérables.

La raison principale est que les sources d'énergie de substitution, c'est-à-dire susceptibles de prendre le relais des énergies conventionnelles, seront beaucoup plus coûteuses que par le passé en investissement et en prix de revient, dans des proportions pouvant atteindre des rapports 7 ou même 20.

Dans de telles conditions, la croissance du montant des investissements par tep produite risque d'être supérieure aux réductions envisageables des intensités énergétiques, ce qui aura pour conséquence que le poids du secteur énergétique dans le produit mondial brut sera bien plus grand que ce que nous avons connu jusqu'ici.

Cette contrainte financière n'est pas incontournable en soi, mais demandera des efforts plus grands que par le passé.

A l'échelle de la planète et à long terme, c'est clairement moins une limitation des ressources qu'il faut craindre que des contraintes d'environnement et financières.

#### V) Poursuite d'un rôle de premier plan pour le pétrole

Le pétrole étant l'une des formes d'énergie les plus polyvalentes et les moins coûteuses en investissement au niveau de l'utilisation, la demande en pétrole est directement fonction de son prix.

Lorsqu'il est élevé, les pays consommateurs s'en détournent et se lancent dans des politiques énergétiques austères, qui portent leurs fruits après quelques années, mais sont remises en cause dès que les prix retombent.

Par ailleurs, le montant des investissements réalisés par l'industrie pétrolière mondiale en matière d'exploration-production et de maintenance des puits existants a un impact sur les prix car il détermine la capacité de production à un instant donné. Or ce montant des investissements est lui-même corrélé au prix du pétrole.

Il faut remarquer que la structure des prix du pétrole se caractérise par un très fort différentiel entre les coûts de production des gisements conventionnels et les prix de vente (2-3 dollars par baril contre 60 à 80, voire davantage).

Le haut niveau des prix que connaît le consommateur final ne reflète pas un seul coût technique mais aussi diverses rentes, que s'approprient d'ailleurs les pays aussi bien producteurs que consommateurs qui prélèvent des taxes sur les produits pétroliers.

Il est donc tout à fait possible et peu coûteux pour les gros producteurs d'adopter à intervalle régulier des politiques de *dumping* afin de reconquérir des parts de marché.

Leur marge de bénéfices étant considérable, il leur est en effet facile de fixer un niveau de prix où la concurrence ne peut pas réellement se permettre de produire économiquement des substituts.

De telles variations des prix peuvent être catastrophiques pour les producteurs de carburants non-conventionnels qui se situent à la limite de la rentabilité économique.

C'est précisément ce qui s'est passé fin 2014 pour les producteurs américains de pétrole de schiste...

## VI) Persistance des contraintes géopolitiques

Une question souvent débattue est de savoir si la cause des chocs pétroliers doit être imputée à l'action politique de l'OPEP ou si elle s'inscrit dans un déterminisme économique lié à la forte augmentation de la demande d'une ressource épuisable.

Vraisemblablement, chacune de ces deux thèses comporte une part de vérité : les chocs pétroliers ne sont d'origine ni purement politique, ni purement économique.

Dès lors que de nombreux problèmes de répartition se posent, rien ne permet de garantir que l'accès aux ressources sera libre pour tous, qu'elles soient énergétiques ou financières.

Le caractère géopolitique des approvisionnements en énergie a depuis longtemps été reconnu comme incontournable par la plupart des pays consommateurs.

## VII) Poursuite d'un effort de développement technologique soutenu

Un effort de développement technologique majeur semble en tout état de cause impératif.

L'innovation technologique apparaît comme la seule manière de développer des filières énergétiques présentant à la fois les caractéristiques de pérennité, de coût raisonnable, de faibles atteintes à l'environnement, et d'adaptation à une demande accrue de biens et services.

C'est elle qui permettra de mieux utiliser les gisements pétroliers existants grâce à la récupération assistée, d'en découvrir d'autres, de développer les carburants non-conventionnels, de réduire les pertes de transformation et de distribution, de maîtriser les

énergies renouvelables de demain, de réduire les consommations unitaires, et de dépasser les contraintes environnementales, notamment en mettant au point des énergies décarbonées.

De nouvelles mutations technologiques sont envisageables à moyen ou long terme, trois d'entre elles étant souvent évoquées :

- le piégeage et stockage du carbone ou PSC) consiste à récupérer le CO<sub>2</sub> issu de la combustion de matières carbonées (principalement des combustibles fossiles, mais aussi de la biomasse) pour l'injecter dans le sous-sol à haute pression dans des formations géologiques adéquates et le stocker ainsi sur le long terme. Il s'agit d'une mesure d'atténuation visant à réduire l'intensité en carbone de l'énergie, que l'on pourrait qualifier de "mesure de second ordre" puisque la quantité de carbone n'est pas réduite à la source, au niveau du combustible, mais en sortie : on ne limite pas la quantité de CO<sub>2</sub> émis, mais on évite son rejet dans l'atmosphère.
- le développement de la filière hydrogène, forme d'énergie dont le grand avantage est de ne générer aucun polluant lors de la combustion finale, mais qui pose de nombreux problèmes technologiques, en particulier de confinement
- la fusion contrôlée qui permettrait théoriquement de disposer de quantités d'énergie quasi-illimitées, mais qui n'est pas aujourd'hui maîtrisée.

Face aux incertitudes qui pèsent sur l'avenir énergétique de la planète, l'innovation technologique apparaît ainsi comme l'une des principales clés de la transition énergétique à long terme. C'est même peut-être la seule qui permette de réduire durablement les risques associés à l'ajustement classique par les prix de l'énergie.