

L'énergie a toujours été nécessaire à l'homme pour vivre et assurer son développement économique. L'accroissement très important du niveau de vie de certains pays, depuis la révolution industrielle, est dû en grande partie à une utilisation massive des combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz) qui sont des sources d'énergie concentrées et bon marché. Ces combustibles représentent actuellement près de 85 % de l'énergie primaire (avant transformation) consommée dans le monde. Avec un taux de croissance observé de l'ordre de 2 % à 2,5 % par an à l'échelle mondiale, on ne pourra pas répondre à la demande en combustibles fossiles d'ici la fin du siècle si l'on continue à les consommer comme nous le faisons aujourd'hui. En effet, en 2100, une année de consommation représenterait l'équivalent d'environ la moitié des réserves de pétrole conventionnel connues aujourd'hui.

On devrait passer le pic de production maximale du pétrole dans 10 ans environ, voire d'ici 20 ou 30 ans au maximum. Cela signifie qu'au-delà, la production déclinera peu à peu et le prix du pétrole conventionnel augmentera car on ne pourra plus satisfaire complètement la demande.

Le pic de production du gaz devrait suivre celui du pétrole quelques décennies plus tard. Seul le charbon a des réserves pour plus de deux siècles. Bien sûr il existe du pétrole non conventionnel (sables asphaltiques ou schistes bitumineux) et on pourra en fabriquer à partir du gaz, du charbon ou de la biomasse. Néanmoins les coûts seront plus élevés

La raréfaction progressive des hydrocarbures n'est pas le seul problème. L'utilisation des combustibles fossiles libère du gaz carbonique, ce qui augmente l'effet de serre naturel. Ceci peut conduire à des modifications du climat et avoir de graves conséquences pour la planète. D'autant plus que cette évolution risque de s'autoamplifier par des phénomènes non linéaires. La raréfaction progressive du pétrole et du gaz ainsi que l'impact climatique de leur utilisation demandent des solutions alternatives pour répondre à la demande d'énergie pourtant si nécessaire au développement économique. L'objet de cet ouvrage, réalisé dans le cadre de l'association Écrin, dont le but est d'accroître les relations entre le monde de la recherche et celui de l'industrie, a pour but de faire le point et de proposer quelques sources d'énergie alternatives permettant d'évoluer sans pour autant sacrifier notre confort ni notre développement économique.

Dans le domaine énergétique, on se focalise souvent sur la production d'électricité, vecteur moderne d'énergie, en oubliant que cette production ne représente qu'une petite partie de la consommation globale. Donnons en effet quelques estimations de la consommation d'énergie mondiale et de sa répartition par nature pour illustrer ce point. Sur une consommation mondiale d'énergie primaire d'environ 10 Gtep (soit 10 milliards de tonnes équivalent pétrole), on obtient environ 6 Gtep d'énergie finale disponible pour le consommateur. 40 % ont donc été perdus au cours des transformations. Une bonne part

de ces pertes s'explique par les lois de la physique mais une autre provient de l'utilisation de technologies peu performantes qu'il conviendrait d'améliorer. Sur ces 6 Gtep finaux, 1 Gtep correspond à de l'électricité, 2 Gtep sont utilisés dans les transports et 3 Gtep sous forme de chaleur (ou de froid).

Produire de l'électricité est assez facile et il existe de nombreuses solutions plus ou moins performantes et coûteuses. Les transports sont pour plus de 95 % basés sur l'utilisation du pétrole. C'est le problème le plus difficile à résoudre car il nécessite de disposer de carburants ayant une grande densité d'énergie par unité de volume. De plus, en termes d'impact sur l'environnement, en particulier en ce qui concerne les émissions de gaz à effet de serre, les transports génèrent une pollution décentralisée. Enfin, la production de chaleur ou de froid est un domaine qui consomme beaucoup d'énergie, auquel on n'attache sans doute pas assez d'attention alors que des économies considérables sont possibles dans ce secteur.

Le taux de croissance de la demande d'énergie a deux origines. La première est l'augmentation de la population mondiale, la seconde est l'accroissement du niveau de vie des pays émergents qui ont besoin de plus d'énergie pour assurer leur développement économique. À l'horizon d'une cinquantaine d'années, il faudra exploiter au mieux toutes les sources d'énergie : combustibles fossiles, énergies renouvelables et nucléaire. Mais cela risque de ne pas être suffisant et nécessitera d'évoluer dans nos habitudes de consommation.

On constate que les pays développés utilisent essentiellement les combustibles fossiles alors que les pays en voie de développement sont ceux qui utilisent, en proportion, le plus les énergies renouvelables. Ces dernières, que l'on qualifie parfois d'énergies nouvelles sont loin de l'être. En effet, l'homme a commencé à les utiliser dès qu'il a découvert le feu, il y a environ 500 000 ans. À titre de comparaison, les combustibles fossiles ne sont utilisés à grande échelle que depuis deux siècles, et l'énergie nucléaire que depuis une cinquantaine d'années. L'histoire de l'humanité a donc été dominée par l'utilisation des énergies renouvelables. C'est leur faible intensité énergétique comparée aux énergies fossiles et leur intermittence qui les ont fait remplacer par des sources plus concentrées et plus compétitives économiquement. Actuellement, les énergies renouvelables sont dominées par l'hydraulique, pour la production d'électricité, et la biomasse, pour la production de chaleur. Les autres sources n'interviennent que de manière marginale en raison de leur coût et de leur intermittence. L'objectif de la recherche est donc de gommer leur intermittence et de diminuer leur coût. C'est un problème difficile bien que d'énormes progrès aient été faits ces dernières décennies.

Une grande partie de l'énergie utilisée dans les pays développés pour produire de l'électricité et parfois de la chaleur se fait dans des installations centralisées. Cela permet de réduire les coûts et de pouvoir mettre en œuvre des moyens antipolluants hors de

portée d'un simple particulier. En contrepartie, il faut disposer d'un réseau pour distribuer l'énergie produite. Certaines énergies sont déjà utilisées de manière décentralisée, chez le consommateur final. C'est le cas du fuel, du solaire thermique ou de la biomasse, par exemple. Une décentralisation des sources d'énergie est intéressante dans certains cas. Toutefois, elle demande une puissance installée plus grande que pour des installations centralisées puisque chaque particulier dimensionne son installation pour satisfaire ses besoins de pointe, alors qu'une installation centralisée tient compte du fait que tout le monde n'a pas besoin de sa puissance maximale au même moment. La solution optimale pour répondre aux besoins futurs sera sans nul doute un mélange d'installations centralisées et décentralisées.

Cet ouvrage va aborder dans le détail, tout en restant accessible au plus grand nombre de lecteurs, le sujet des énergies alternatives en présentant leurs potentialités et un état des lieux actuel. Il ne se limitera pas aux énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse, géothermie, hydraulique, énergie des mers) mais abordera aussi le problème du stockage de l'électricité dans les applications stationnaires, point essentiel pour une bonne exploitation des sources intermittentes. Le problème des transports sera évoqué au travers des véhicules individuels et des transports en commun. Enfin, les problèmes liés à l'habitat et aux économies d'énergie ne seront pas oubliés. Ce travail, réalisé dans le cadre de l'association Écrin, a pu voir le jour grâce aux grandes compétences et à l'efficacité de Jean Bonal et Pierre Rossetti qui ont investi beaucoup de leur temps pour coordonner, homogénéiser et réaliser cet ouvrage à partir des rédactions faites par les différents contributeurs. Ces derniers ont mis tout leur talent pour rédiger les sujets dont ils avaient la responsabilité et ont fourni de manière synthétique les informations récentes les plus pertinentes. Que tous soient remerciés, au nom d'Écrin, pour la réalisation de cet ouvrage qui devrait être d'une grande utilité pour tous ceux qui s'intéressent à l'énergie.

**Christian Ngô**

Délégué général d'Écrin