

Hervé Juvin*

L'AVENIR DE L'ÉNERGIE

Que sera l'avenir de l'énergie ? Le sujet est de ceux qui prêtent à l'épuisement du débat par la technique, par l'économie et par l'idéologie. Pour l'approcher dans une perspective de clairvoyance stratégique, il convient de multiplier les points d'entrée. Neuf points doivent être pris en considération. Faute de les distinguer clairement dans tous leurs aspects, la perspective sera faussée et la décision, erronée. Ils seront évoqués dans une perspective de clarification de la réflexion sur l'avenir de l'énergie à vingt ans. Avec le souci de réunir ce qui est séparé, de supprimer les cloisons interdisciplinaires qui rendent difficiles la synthèse et la décision. Il faut s'attacher à approcher la réalité effective de la question énergétique, pas l'idée que tel ou tel intérêt, telle ou telle idéologie, conduisent à s'en faire. Le sujet est trop important pour se contenter d'approximations, d'idées reçues ou de pensée correcte.

1 - Les énergies, l'énergie

Nous traitons des énergies industrielles, à haut degré de technique pour leur production, leur gestion, leur diffusion. Centrales thermiques, gazoducs, photovoltaïque... Nous pensons spontanément usines, investissements, réseaux, gestion. Et nous traitons des énergies telles que

* Hervé Juvin, vice-président de la Société de Stratégie, est président d'Eurogroup Institute.

le moteur à vapeur, puis à explosion, depuis deux siècles, les a placées au premier rang des conditions du développement, de la croissance et du progrès. Elles ne sont pas les seules formes d'énergie. Et l'importance géopolitique prise par les énergies industrielles ne doit surtout pas nous faire oublier que d'autres formes d'énergie les ont précédées, continuent d'être mises en œuvre, et ont-elles aussi une importance géopolitique certaine, même si les circonstances particulières liées à l'emploi des énergies fossiles le fait oublier ;

- *énergies domestiques* ; charbon de bois, bois, énergie humaine et animale. Elles ont été les seules ; elles demeurent importantes. Aujourd'hui encore, des millions d'hommes doivent la chaleur et la cuisson du repas du jour au bois de la forêt, au charbon de bois, et le transport ou le labour au zébu ou au buffle. Elles n'ont pas été, elles ne sont pas sans conséquences sur l'environnement ; dans les régions privées d'autres sources d'énergie, l'utilisation du bois de chauffe, avec la déforestation qu'elle entraîne, est l'une des plus polluantes qui soit. Et sans doute faut-il classer parmi elles l'énergie solaire, et pourquoi pas éolienne, mobilisable au niveau local, et même individuel.

- *énergies morales et spirituelles*. Qu'elles soient vouées à la recherche de la vérité par la raison et la science, à la quête de la bonne vie et du bon gouvernement, elles ont été motrices dans l'histoire et elles sont toujours déterminantes. L'énergie individuelle de comprendre, de vouloir et d'agir, est une composante géopolitique. Les idées mènent le monde ; ceci est vrai aussi, et même tout particulièrement, dans le domaine des énergies.

- *énergies collectives*. Elles procèdent de l'appartenance à une communauté, une nation, une religion, une civilisation. Elles se traduisent dans la démographie, la puissance, le rayonnement et l'autorité des sociétés humaines. Elles font d'ailleurs un étonnant retour ; l'énergie démographique reprend sa place historique, et pour la première fois depuis deux siècles, les trois pays les plus peuplés du monde, la Chine, l'Inde et les USA, sont appelés à devenir les trois premières puissances mondiales dans les dix prochaines années. Elles redeviennent d'autant plus importantes que les nouveaux médias leur donnent des moyens de déploiement et de diffusion inouïs.

Quand nous parlons de l'avenir des énergies, nous avons tendance à ne considérer que les énergies industrielles. C'est une erreur. Les énergies sont liées. Elles opèrent de manière variable selon les civilisations, les circonstances historiques, l'état des techniques. Et elles sont liées par ce que chaque société se donne comme système de vérité, qui fonde le jugement, la confiance et l'échange. Pendant des millénaires, le progrès a consisté dans le travail sur soi, la sagesse et le détachement, et non dans la manipulation ou la transformation des choses. Pour quelques-unes des plus grandes civilisations, la démesure de l'action sans limites a été la faute suprême, parce qu'elle insultait les dieux ou la nature souveraine. Pour la plus grande partie de l'humanité aussi, la première richesse a été une nombreuse famille, en particulier de nombreux fils. Nous sommes la première civilisation dans laquelle la croissance matérielle infinie est le système de vérité, et devient le système du monde à travers la globalisation. Le rôle géopolitique de l'énergie ne s'explique que par la place prise par cette idéologie de la croissance infinie, devenue juge des actes publics et privés ; est juste et bon ce qui concourt à la croissance, est faux et mauvais ce qui la limite ou la freine. Au moment même où il achève de devenir universel, au moment où aucun pays n'échappe plus à la course à la croissance économique et à l'augmentation du PIB, ce système du monde entre en crise, du fait de sa confrontation à la finitude de la planète et aux limites des entreprises humaines. Une planète finie ne supportera pas la croissance infinie, non des besoins mais des désirs humains. Toute stratégie énergétique à long terme ne peut qu'intégrer cet état de fait comme une limite déterminante. Et toute géopolitique de l'énergie est une politique de la vie – au sens du mode de vie que les civilisations du XXI^e siècle devront inventer et diffuser, simplement pour assurer la survie des hommes.

2 - L'effet prix

Il y a surabondance d'énergie chère. Et pénurie d'énergie bon marché. De manière apparemment paradoxale, un baril de pétrole durablement au-dessus de 200 dollars résoudrait bien des problèmes d'énergie, à la fois en limitant la consommation donc le gaspillage, aussi et surtout en accélérant prodigieusement la substitution de nouvelles

énergies aux carburants fossiles. De la même manière, le prix de la tonne de carbone (le prix à payer par les industries ou pour les activités qui dégagent du carbone) sera le facteur le plus immédiatement déterminant dans l'évolution du mix énergétique. La question des prix de l'énergie est l'une des plus sensibles politiquement (que signifierait pour le consommateur chinois l'arrêt des subventions au gaz, qui en doublerait le prix ?) et l'une des plus confuses. Parce que les prix de l'énergie ne sont qu'une fiction de prix de marché ; parce que les prix dits « du marché international » ne traitent ni de la rareté des ressources, ni des externalités de leur emploi.

a) Le prix de l'énergie jusqu'à aujourd'hui n'a jamais tenu compte de la rareté de la matière première (pétrole, gaz, charbon), mais seulement du coût de son exploitation, de sa transformation et de son transport. Depuis le début de l'exploitation du pétrole, voici seulement 120 ans, la convention tacite qui lie les opérateurs est que les réserves d'énergie fossile sont inépuisables. Ce qui pouvait être accepté voici un siècle est inacceptable aujourd'hui. Nous savons que les réserves sont limitées, même s'il demeure hasardeux de conjecturer l'avenir du pétrole et du gaz naturel. Le « pic pétrolier » de 2007, quand le pétrole a frôlé les 150 dollars le baril, représentait la première manifestation de l'effet rareté – et du pic de production attendu pour cette décennie. Le bas prix des actifs énergétiques actuels permet à certains pays d'accroître leur sécurité énergétique à bon compte.

b) Les enjeux financiers sont considérables. A titre d'exemple, la réduction des émissions de GES et la poursuite de l'efficacité énergétique peuvent mobiliser d'ici à 2050 jusqu'à 1 % du PIB mondial par an ! Le signal prix est déterminant pour rentabiliser les investissements en énergie, aussi bien que pour produire ces économies d'énergie et le progrès de son rendement par lesquels passe l'avenir de l'énergie ; moins de consommation pour plus d'efficacité. Toute hausse du prix des énergies fossiles pour le consommateur final est une puissante incitation au développement des énergies renouvelables...mais toute hausse de ce prix rentabilise l'exploitation de nouvelles ressources d'énergies fossiles. De la même manière, toute augmentation du prix de rejet du carbone, ou des gaz à effet de serre (GES) a pour effet de rentabiliser les opérations de captation-séquestration (CSS) du carbone,

notamment pour les centrales à charbon.

c) Le marché de l'énergie n'est en aucun cas un marché atomisé de producteurs et de consommateurs sans pouvoir de marché. Il faudra tôt ou tard en finir avec la fiction d'un marché concurrentiel de l'énergie, sur lequel les prix résultent de la confrontation mondiale de l'offre et de la demande. C'est un marché d'oligopoles dans lequel les couples privé-public déterminent les prix (États propriétaires des réserves – compagnies d'exploitation et de transport). C'est un marché sur lequel les États ont repris le contrôle de plus de 80 % des réserves et mettent en place des organisations collectives (OPEP pour le pétrole, OPEP du gaz entre Russie et Iran, etc.) pour contrôler les prix. C'est aussi un marché dans lequel la loi du *poker menteur* l'emporte. Par exemple, nous sommes dominés par le discours du pétrole, énergie fossile, en quantité limitée, formée depuis des millions d'années, et dont nous aurions consommé la moitié des réserves en un siècle. Dans les écoles russes, on enseigne que le pétrole est sans doute le résultat mécanique de la compression des couches terrestres, ce qui modifie considérablement l'équation. Par exemple encore, les omissions ou les mensonges sur les réserves prouvées suggèrent que, par magie, les réserves doubleraient si le prix du pétrole venait à doubler (par rentabilisation de l'exploitation des schistes bitumineux, du pétrole des grandes profondeurs, de la récupération de pétrole dans les puits dits épuisés, etc). La réalité est que nous savons peu de choses hors ce que nous devons savoir, et que l'intérêt commande ce que nous savons – l'intérêt des majors pétrolières, l'intérêt de ceux qui utilisent le pétrole et le gaz comme une arme géostratégique.

Toute réflexion à ce sujet conduit à cette conclusion importante, mais dérangeante : les prix de l'énergie sont l'un des moyens de la géopolitique, comme de la politique intérieure. Dit autrement : l'énergie fossile et nucléaire est une chose trop importante pour être abandonnée au marché. Ce qui signifie que les sociétés privées, qui tirent des revenus considérables de l'exploitation du pétrole et du gaz, au point de constituer des acteurs géopolitiques à part entière, disposent de moyens efficaces pour éliminer ou retarder la montée en puissance des énergies nouvelles substituables au pétrole et au gaz. Ce qui signifie que l'avenir de l'énergie, et en particulier des énergies renouvelables, dépend presque

entièrement, à court et moyen terme, des arbitrages politiques et des décisions publiques qui s'imposeront aux acteurs privés ou leur donneront les signaux utiles pour anticiper, investir, et agir.

d) L'effet prix de la tonne de CO₂ (prix payé par les industries ou les activités émettrices de GES) est un déterminant puissant du mix énergétique futur, même s'il n'est pas le seul. Ce prix commande en effet le coût global de chacune des sources d'énergie, en contraignant les acteurs économiques à y intégrer des externalités jusqu'alors gratuites. C'est dire l'importance des négociations et des accords internationaux (Copenhague ?) qui vont fixer, sinon des référentiels de prix, du moins les modalités d'établissement de ce prix. A 10-20 ans, le prix de la tonne de CO₂ est le facteur déterminant le mix énergétique. A moins de 50 dollars la tonne, le CSS n'est pas rentable. A plus de 200 dollars la tonne, le mix énergétique comprend 50 % de renouvelable, et le nucléaire fournit le quart de l'électricité mondiale, et le CSS se déploie partout.

3 – La valeur du temps

La seule chose certaine quant à l'avenir de l'énergie, c'est que la durée de vie du CO₂ dans l'atmosphère dépasse le siècle. En conséquence, la survie humaine commande que les sources d'énergie de 2050 ne soient plus celles de 1980. D'ici là, l'évolution des énergies est commandée par des calendriers qui sont physiques, techniques, financiers, politiques, idéologiques, géopolitiques enfin. Nous nous dirigeons vers la zone de tous les dangers, entre 2012 et 2018. C'est le résultat du décalage entre trois courbes :

- celle des besoins en énergie, effet de la démographie mondiale et de la croissance de l'activité, qui évolue fortement à la hausse au cours des prochaines années (rappelons qu'1,5 milliard d'hommes n'ont pas encore accès à l'électricité, et que, dans des pays représentant plus de 3 milliards d'habitants, l'inefficacité énergétique est encore telle que pour réaliser 1 % de PIB en plus, il faut consommer 2 % à 3 % d'énergie en plus) ;

- celle de la disponibilité des ressources actuellement utilisables dans les conditions économiques connues, et qui va se réduire fortement,

quelles que soient par ailleurs les réserves réelles de l'une ou l'autre ressource (aujourd'hui, pour trois barils de production nouvelle, deux remplacent des puits épuisés) ; pendant plusieurs années, les Etats-Unis et la Russie vont contrôler, directement ou indirectement, 80 % des marchés du pétrole et du gaz naturel ;

- celle des technologies de substitution qui se mettront en place. La lenteur relative du développement du photovoltaïque, de l'éolien ou du géothermique, énergies connues depuis toujours, énergies utilisables depuis déjà plusieurs décennies, énergies qui ne se substituent aux usages domestiques des énergies fossiles qu'au rythme de quelques millièmes ou quelques % par an, illustre le chemin à parcourir.

Compte tenu qu'il faut 15 ans pour changer un parc automobile, 5 à 10 ans pour faire évoluer la consommation des logements, 30 à 40 ans pour changer un parc de centrales électriques et un système industriel lourd, comment caractériser la période de 10 ans à venir sur le plan géopolitique, autrement que comme une rupture majeure dans la donne énergétique qui va se dérouler en trois phases successives ?

- Auparavant, la croissance ne plaçait pas les plus grandes puissances en concurrence directe pour les ressources, chacune pouvant grandir sans (trop) gêner l'autre (le traité de Berlin, à la fin du XIX^e siècle, les traités inégaux, organisent l'accès aux ressources mondiales des puissances européennes pour éviter tout conflit entre elles). Sauf période de guerre, l'accès à l'énergie n'a pas été un facteur direct d'affrontement entre puissances. Tout a changé depuis les années 1990 et l'évidente utilisation de la contrainte énergétique par les Etats-Unis comme par la Russie, à des fins de puissance et de contrôle de pays satellites ou de rivaux potentiels.

- Cependant, la tension entre les besoins d'énergies fossiles, l'urgence de réduire les émissions de GES, l'idéologie du développement et celle de l'environnement dominant les relations internationales. La perspective de voir des pays comme la Chine, l'Inde, ou d'autres, freinés dans leur croissance par le manque d'énergie, est une perspective de montée des tensions. Il est déjà évident que la croissance des nouveaux pays de marché ne pourra se maintenir sans un accès largement ouvert à des ressources en énergie à prix modéré et relativement stable, ainsi

qu'aux techniques les plus avancées d'efficacité énergétique (retraitement) ; il est probable que l'accès à l'énergie sera l'un des premiers (le premier ?) facteurs limitatifs de la croissance pour certains pays.

- A la fin de la période, la venue à maturité des nouvelles énergies comme des nouvelles techniques multipliant l'efficacité énergétique, renversent la situation ; l'énergie vient de sources multipliées, l'équation géopolitique qui lui est liée est transformée, de même d'ailleurs que les conditions politiques internes à chaque pays. Dans le scénario le plus optimiste, la combinaison d'un prix élevé de la tonne de CO₂, d'un changement des comportements et des modes de vie, l'accélération des progrès d'efficacité énergétique permettront dès 2030 aux énergies renouvelables (dont le nucléaire) de représenter entre 35 % et 45 % de la production d'énergie mondiale.

Le facteur temps est décisif dans la mise en œuvre des facteurs critiques de l'avenir des énergies que sont, parmi d'autres : le transport à longue distance d'électricité à haute tension ; les technologies de stockage de l'électricité (*fuel cell*) ; la transformation du carbone en pétrole (par adjonction de H₂), etc.

Le temps de l'expérimentation et de la mise au point des prototypes précède le temps de l'industrialisation, de l'équipement et de la diffusion. Et le temps de la décision, celle des entreprises comme celle des politiques, est aléatoire. Dans le domaine de l'énergie, le temps qui nous sépare du déploiement industriel des technologies déjà identifiées va de quelques années (électricité haute tension) à plus de dix ans (l'histoire du photovoltaïque date de plus de quinze ans déjà...) et il est hautement sensible à l'effet prix dans la mesure où des sociétés privées, soumises aux impératifs du résultat trimestriel par les investisseurs, peuvent difficilement poursuivre des projets de long terme insuffisamment rentables. Il ne faut donc attendre aucune révolution énergétique à court terme :

- le premier moyen de l'efficacité à court terme réside dans les économies d'énergies, telles que la fiscalité intérieure peut les inciter ; malgré le caractère limité et insatisfaisant de telles économies, elles sont le seul moyen efficace à court terme pour infléchir la production de GES

d'une économie, d'autant plus efficace que le signal prix en ce sens est appuyé par la fiscalité différenciée (système du bonus-malus écologique, prime à l'équipement en panneaux photovoltaïques de domiciles, etc.)

- le second moyen réaliste à trois-cinq ans consiste à adapter l'existant ou modifier le nouvel habitat. Dans la mesure où 30 % et plus de la consommation d'énergie vient des bâtiments, toute amélioration dans ce domaine se fait rapidement sentir (isolation thermique, récupération de chaleur, etc.).

- le troisième moyen est la réduction des transports individuels, à terme (dix-quinze ans), et dans un premier temps l'élimination des véhicules les plus polluants (un à trois ans). Les mesures qui interdisent l'accès aux centres villes des véhicules qui ne satisfont pas à des normes minimales en matière d'émissions représentent sans doute un premier pas en ce sens. L'exemple de Delhi, imposant aux transports collectifs de ne pas utiliser les carburants fossiles, mérite d'être cité.

Il est important de souligner que les enjeux énergétiques posent la question du rôle de l'Etat comme garant du long terme, de la fiscalité comme incitation aux acteurs privés, de la réglementation et des normes comme facteurs constitutifs des marchés et de la rentabilité des investissements.

4 – L'économie carbone sera l'économie mondiale

La première contrainte qui dessine le futur des énergies réside dans la réduction des émissions de GES et surtout de carbone. Elle pèse d'abord sur la production d'électricité, responsable pour 10 % en 2000, et pour 20 % en 2030, des émissions de GES (source rapport Stern).

Dans chacun des sommets mondiaux récents, le réchauffement climatique est le premier sujet des discussions, devant le commerce ou les Droits de l'Homme. Le droit de vivre dans un environnement bienveillant et sain n'est-il pas le premier des Droits de l'Homme ? L'abondante production du droit relatif à l'environnement, en particulier aux rejets de GES dans l'atmosphère, témoigne de la naissance d'un nouveau bien commun, et de la quête active des manières de le valoriser, de lui donner un prix, de le négocier et de l'échanger. Des économistes vont jusqu'à considérer que nous nous trouvons devant une révolution

de dimension séculaire ; par exemple, le calcul du PIB va devoir intégrer les rejets de GES, la perte de la biodiversité, etc., ce qui transforme les résultats en fonction de l'efficacité énergétique de chaque pays.

Dans le calcul de la rentabilité des entreprises et l'établissement de leur bilan, les rejets de carbone et ses effets étaient gratuits ; ils constituaient des externalités. Dorénavant, les rejets de carbone vont jouer un rôle croissant dans le calcul du résultat des entreprises, comme dans le PIB des Etats, et il n'est pas exclu que le carbone ne soit pas l'une des matières premières qui pèsent le plus lourd dans les comptes des entreprises industrielles des vingt prochaines années. Rien d'étonnant à cela ; l'émission de carbone, et plus généralement de GES, met en jeu rien moins que la survie de l'espèce humaine. De sorte qu'à la première contrainte « rareté de l'énergie », il faut en ajouter une seconde : « coût de l'énergie carbonée ». Et il faut l'ajouter vite. L'urgence semble être le facteur déterminant actuel. C'est que nous subissons aujourd'hui, à travers la fréquence des événements climatiques extrêmes, les conséquences des activités humaines du siècle dernier, voire du XIX^e. Les effets du GES se feront sentir à long et très long terme. Les décisions d'aujourd'hui ne protègent pas pour demain. Même les réductions les plus drastiques en matière d'émissions n'éviteront pas la dégradation du climat pendant au moins un demi-siècle.

Cette situation aura un impact sur la situation économique relative des Etats. Il semble acquis que, dans les cinq prochaines années, le mode de calcul du PIB, le plus répandu des indicateurs économiques, intégrera les émissions de GES. Et la position relative des économies, de même que la mesure de leur progrès, sera subordonnée à leur efficacité énergétique.

Cette situation va s'imposer à tous les acteurs, de manière diverse mais convergente, dans le domaine des relations internationales. Une nation ne pourra pas revendiquer une quelconque responsabilité dans les affaires mondiales sans avoir engagé la lutte contre les émissions de GES. Il est probable que, sous des formes en voie d'élaboration, les échanges internationaux seront subordonnés à la lutte contre les émissions de GES (clauses environnementales, etc.) Une entreprise ne

pourra pas revendiquer un leadership mondial et un pouvoir de marché sans consacrer des moyens étendus à la réduction de ses émissions ; ce n'est pas un hasard si AREVA choisit de se positionner comme leader de l'énergie sans carbone !

Au sommet de Copenhague, la limitation des rejets de GES va faire l'objet de propositions de toute nature. Les conventions qu'ont été les crédits carbone, utiles pour lancer un marché et mobiliser les acteurs, seront remises en question. Le principe d'équité entre pays en voie de développement, nouveaux pays industrialisés et pays de la première révolution industrielle, sera évidemment au premier plan des discussions et des débats. Il est probable que la solution d'un marché mondial du carbone, régi par un droit s'imposant aux grandes entreprises et aux échanges internationaux, est la seule efficace dans la durée. Pour qu'elle soit équitable, la formule la plus simple devrait consister à donner des crédits de droits d'émission aux nouveaux pays industriels et aux futurs pays industriels et à calculer un débit de droits d'émission aux pays anciennement industrialisés, en évaluant forfaitairement leur contribution au réchauffement climatique actuel. Il faut mesurer les effets des conventions qui seront adoptées ; à court terme, elles reviendront à rien moins qu'à donner un permis de croissance ou à le retirer, aux nouveaux pays développés, en définissant pour chacun d'eux le prix de la croissance.

Il n'est pas certain que l'organisation du marché du carbone soit la seule solution ; la transformation du mode de calcul du PIB serait un moyen tout aussi efficace. Il n'est plus possible de considérer le PIB comme un bon indicateur de l'activité économique, dès lors que sa progression peut s'accompagner d'une réduction de l'espérance de vie de la population par pollution de l'air, des eaux et de la terre. L'amélioration de l'efficacité énergétique est le premier objectif. L'objectif chinois de couper de 20 % la consommation d'énergie et de 10 % l'émission de GES en 2009 par unité produite et par rapport à 2005 (source : Shanghai Daily, 3 août 2009) se situe sur la voie où il faudra faire plus, plus vite, et partout. Si l'enjeu de l'activité économique est bien de permettre l'accès du plus grand nombre à une vie meilleure, cet enjeu est aujourd'hui indissociable de la préservation des conditions favorables à la vie humaine sur cette planète.

5 – Affaire de pouvoir

La géopolitique de l'énergie assure à ceux qui ont le contrôle des ressources majeures des effets de puissance significatifs ; mise sous dépendance de leurs clients, affaiblissement de leurs ennemis, pouvoir de marché à l'avantage de leurs sociétés nationales, indépendance énergétique pour eux-mêmes, etc.

Cette géopolitique est indissociable de dépendance des économies en développement vis-à-vis des énergies fossiles. Dans la situation passée et présente, maîtrise de l'énergie signifie contrôle des réserves de gaz et de pétrole, de leur route de transport ou de leurs réseaux de diffusion, et contrôle de l'énergie nucléaire, sous le nom de « non prolifération ». Toute une géopolitique de l'énergie en est issue, dont les exemples récents abondent ; nationalisation des réserves du Venezuela, guerre civile larvée au Nigéria, intervention américaine contre l'Irak d'abord, puis en Irak, intervention israélo-américaine prévisible en Iran, menaces de la Russie à l'égard de ses clients obligés tentés par l'adhésion à l'OTAN, pressions ou menaces américaines contre les pays dotés des technologies nucléaires qui se livreraient à des pratiques jugées par eux proliférantes (usines de retraitement de l'uranium), etc. La carte des gazoducs et oléoducs est l'une des plus stratégiques qui soit, ce qui revient à rappeler que la géopolitique de l'énergie est actuellement une géopolitique du gaz, du pétrole et du nucléaire, ainsi que de l'hydraulique ; charbon, bois, solaire, éolien, géothermique en sont largement à l'écart.

Cette géopolitique des carburants fossiles et du nucléaire n'est pas et ne sera pas celle des énergies renouvelables. Ce qui signifie que des enjeux de pouvoir s'ouvrent aussi devant les énergies renouvelables, sous d'autres formes :

- les énergies fossiles (gaz et pétrole) sont inégalement réparties et loin des lieux d'utilisation ; les énergies renouvelables sont bien réparties et utilisables localement ;
- l'énergie nucléaire suppose une chaîne de commandement centralisée, comme le gaz et le pétrole, et plus qu'eux, elle suppose de grands réseaux sécurisés et un pilotage central ; hors des enjeux de puissance, la perspective de voir des installations nucléaires civiles sur

le territoire de « *failed states* » justifie les préoccupations de la communauté internationale ;

- le charbon est très largement réparti sur la surface de la terre, il fournit dans tous les pays en forte croissance l'essentiel de l'électricité, son emploi dans les centrales de production électriques est fortement générateur de GES ; il assure l'essentiel de la croissance de la production d'électricité et demeurera un fournisseur majeur d'énergie dans les cinquante prochaines années ;

- l'énergie fossile est un objet de contrôle et d'appropriation, donc une source de conflit potentiel ; les énergies renouvelables ne font pas l'objet d'une appropriation possible, et échappent à tout contrôle ;

- l'énergie hydraulique est l'objet de conflits d'appropriation des cours d'eau, et suscite des tensions en différentes zones (projets de barrage sur le cours supérieur du Nil en Ethiopie, par exemple).

- l'utilisation de la biomasse, en particulier sous forme de biocarburants, est une raison majeure de la déforestation et de la réduction des surfaces cultivables à fins vivrières, donc de l'augmentation des prix alimentaires (FAO, 2007). Etant donné l'ampleur des problèmes alimentaires à venir, nous l'excluons donc des énergies renouvelables, sauf exception.

Rien de tel dans l'éolien, le solaire, le géothermique. Les questions du contrôle, de la mainmise sur les réserves, le transport ou l'accès, ne se posent pas. Le seul élément critique, dans certains domaines, pourrait être les brevets et l'appropriation des techniques par un nombre limité d'acteurs et d'investisseurs, notamment dans les domaines du transport ou du stockage d'électricité, de la transformation du carbone en pétrole, etc. De manière générale, l'avenir des énergies, s'il est bien celui des énergies nouvelles, durables, localisées, est celui qui fait sortir l'énergie des grands facteurs géopolitiques ; il y a désarmement virtuel de l'énergie dans les dix à vingt prochaines années. Mais il vaut la peine de mesurer aussi l'impact politique interne de l'énergie – des formes d'énergie employées. Ce n'est pas un hasard si la France, où l'Etat a précédé la Nation, est devenu l'une des puissances nucléaires, et l'un des grands industriels du nucléaire civil. Et ce n'est pas un hasard si une grande partie des opinions de pays défiants devant la centralisation et l'administration refusent le nucléaire civil. En supprimant l'obligation

d'être raccordé à un réseau, local, régional ou national, en ouvrant la voie à l'autonomie énergétique de la maison, de l'appartement, de l'atelier ou de l'usine, le renouvelable (photovoltaïque surtout) annonce une transformation du lien de chaque consommateur à la société ; il était seulement consommateur, il devient aussi producteur, et il produit ce qu'il consomme, plus ou moins. Le bouleversement est d'importance, si l'on considère que les réseaux d'énergie, comme les transports, ont été une part de l'unification politique des Nations de la fin du XIX^e siècle.

L'avenir de l'énergie confirme la dimension politique de l'énergie, sous des aspects en partie inattendus ; certains enjeux géopolitiques se relâchent, pour se transformer en enjeux politiques intérieurs, à la fois par l'autonomie accrue des individus vis-à-vis des réseaux centralisés, et par les questions de gouvernance des raretés potentielles de l'énergie, et de leur acceptation par la population.

6 – La religion verte

La coresponsabilité des affaires du monde ne peut appartenir qu'à des nations conscientes et actives dans le domaine des nouvelles énergies. Une telle affirmation, surréaliste voici quelques années, passe désormais pour une vérité acquise. Il vaut la peine de s'interroger sur sa consistance et sur la réalité qui la sous-tend. Il y a ce qu'annonce l'économie. Il y a ce que la science, la technique et l'investissement rendent possible. Et il y a ce que nos représentations, nos croyances, organisées ou non en idéologie, nous donnent à croire et nous font attendre.

Pour une part croissante de l'humanité, qui ne croit pas à une vie après la mort et qui n'attend rien de la Révolution ou du changement politique, rien n'a plus d'importance que le corps, la santé, la performance, la séduction, le plaisir de vivre (voir *L'Avènement du Corps*, 2005, Gallimard). Dans certains milieux californiens, c'est un devoir moral que d'habiter une maison autosuffisante en énergie, à partir de capteurs solaires, de disposer de systèmes de filtres et de récupération pour économiser l'eau, de récolter des légumes sur son balcon, de rouler avec un véhicule électrique, etc. Il est remarquable que ce mode de vie se développe dans l'une des régions du monde au plus fort pouvoir

d'achat, au plus fort niveau de développement, et par ailleurs, l'une des régions où la consommation d'énergie par tête est aussi la plus élevée au monde ! Nous sommes là au cœur d'une forme d'idéologie laïque, individualiste, qui devient dominante comme en Californie, en Europe du Nord, qui fournit un terrain de légitimité étendu aux ONG, mais qui peut nourrir plusieurs formes d'erreurs et engendrer la confusion :

a/ L'avenir de l'énergie n'est pas dans la décroissance de la consommation. Devant l'augmentation de la population mondiale, devant l'extension des aspirations au confort individuel, à l'accès à la consommation, aucun doute n'est permis : le besoins global d'énergie va continuer à croître fortement pendant les vingt prochaines années. La question n'est pas que plus d'1,5 milliard d'hommes n'aient pas accès à l'électricité, la question est qu'à peu près tous souhaitent désormais avoir l'électricité, le téléphone portable, la télévision, etc. Une efficacité énergétique accrue est la seule solution.

b/ L'avenir de l'énergie n'est pas à un retour en arrière, qui signifierait déforestation accrue, surconsommation des carburants fossiles, etc., il est à un bond technique en avant. Ce qui va augmenter l'efficacité énergétique, ce qui va rendre le charbon propre, ce qui va se substituer au pétrole pour faire rouler les véhicules individuels, ce qui va stocker l'électricité, etc., ne demande pas moins mais plus de technique, d'investissement et de développement. Seul un saut technologique accompagné d'une transformation des modes de vie permet de concevoir un monde de 9 milliards d'êtres humains dont les besoins en énergie sont satisfaits, sans catastrophe naturelle ; c'est tout l'enjeu des vingt prochaines années, et c'est l'enjeu traditionnel des ingénieurs : faire plus avec moins.

c/ La question n'est pas celle de la décroissance des activités industrielles, elle est celle du nouveau contenu de la croissance, et d'une nouvelle révolution industrielle qui va se traduire par un nouveau rapport avec les ressources naturelles et les éléments naturels. Typhons et inondations, montée des eaux, empoisonnement des cours d'eau et de l'air : la préférence pour la vie humaine et pour la santé doit être intégrée comme une composante majeure des choix publics pertinents. Elle devient un enjeu géopolitique.

d/ L'accès à l'énergie a toutes les chances d'être le principal sinon le seul frein à la croissance de la Chine et de l'Inde ; le second frein pouvant être les catastrophes naturelles et sanitaires provoquées par les effets d'une croissance non maîtrisée et de la destruction des ressources et équilibres naturels qu'elle suppose.

e/ La religion de la croissance verte - l'idéologie de l'environnement - , dominant la plupart des institutions internationales et une partie de l'opinion publique. Derrière elle, il faut percevoir l'enjeu de pouvoir. Car ceux qui définissent les dogmes, les lois et les règles de cette nouvelle religion, ont toutes les chances d'en être les maîtres et d'y faire leur loi, en même temps qu'ils y trouveront leurs intérêts

7 – De la contrainte à l'opportunité

La posture stratégique qui consiste à mettre en avant son sous-développement et sa pauvreté face à un Occident qui étale ses moyens et avoue sa responsabilité est souvent adoptée par les nouveaux pays industrialisés. Elle ne nous paraît pas la meilleure. Aussi moralement fondée soit-elle, aussi porteuse d'avantages qu'elle soit à court terme (dispense de quota, et même de mesure des émissions, par exemple), elle n'ouvre pas la voie à la puissance, à l'indépendance et à la reconnaissance à moyen et long terme. Si elle doit enfermer les pays qui l'adoptent dans la dépendance aux carburants fossiles, en particulier au gaz et au pétrole, qu'ils ne contrôlent pas, elle les enferme dans la dépendance énergétique, et surtout, elle laisse ou peut laisser les pays développés se construire un monopole des énergies renouvelables. Et elle peut être un piège stratégique : le *piège du retard technologique*.

La Chine s'est déjà engagée à réduire ses émissions, notamment en fermant des centrales à charbon à faible rendement, et aussi en se fixant des objectifs ambitieux en matière de contribution des énergies renouvelables dans son mix énergétique (20 % d'énergie renouvelable prévus en 2030). Cette voie est la seule qui assure à la fois reconnaissance internationale, souveraineté énergétique, et participation à la nouvelle révolution industrielle. Seconde puissance mondiale, la Chine a le devoir de partager la coresponsabilité des affaires du monde. Elle ne le fera que si elle témoigne d'une vision géopolitique construite

et globale du monde, et si elle donne des signes résolus d'engagement dans la lutte contre les GES, comme elle a commencé à le faire (interdiction d'accès aux centres villes des véhicules les plus polluants, fermetures d'usines chimiques ou de centrales au charbon, aide publique à l'équipement des domiciles en photovoltaïque, etc.)

Au-delà de la reconnaissance internationale, c'est d'autonomie et de souveraineté qu'il s'agit. Si l'énergie est un enjeu géopolitique majeur, c'est parce qu'elle est à la fois moyen et objet de la puissance dans la composition actuelle du mix énergétique. Il est clair que tout développement significatif des énergies renouvelables, géothermie, éolien, et surtout photovoltaïque, sert le développement de l'autonomie énergétique, donc de la souveraineté énergétique. La dépendance énergétique a été l'une des composantes majeures de la politique américaine des trente dernières années, elle est la composante majeure du retour de la Russie parmi les puissances, et l'évolution des combustibles fossiles ne peut que renforcer cette composante. Le nucléaire a été l'une des composantes majeures de la tutelle exercée par les cinq puissances nucléaires officielles et par Israël sur le reste du monde ; et le combat pour prévenir la prolifération est ressentie, non sans raison, par maints pays comme un combat contre leur indépendance énergétique ; cette composante ne fera que se renforcer à mesure que le nucléaire apparaîtra comme la première solution pour l'énergie du dessalement de l'eau de mer, face à la pénurie d'eau douce, et pour la seule solution durable et propre à l'urbanisation galopante des pays du sud, et aux besoins en énergie industrielle de ces villes.

Au-delà encore, il s'agit pour les puissances nouvellement industrialisées de dépasser le premier stade de la croissance, celui de l'utilisation maximale des facteurs de production, pour engager la voie de l'efficacité maximale de l'emploi de ces facteurs (productivité, immatériel, virtuel, etc.) L'emploi d'énergies décarbonées, durables et renouvelables, est un facteur clé de l'aptitude à croître dans le long terme.

La perspective de l'affrontement pour les ressources semblait inéluctable il y a peu, évitée seulement au prix d'une gouvernance mondiale de l'énergie dont bien peu voyaient la réalisation autrement

que comme une autre forme d'expression de l'hyperpuissance américaine. La perspective d'un mix énergétique dans lequel les énergies renouvelables (y compris le nucléaire) compteraient pour plus de 40 % de la consommation totale, modifie totalement cet état de chose car elle désarme l'effet de la puissance ; l'indépendance que la géopolitique de l'énergie fossile interdit, l'énergie renouvelable contribue à l'assurer.

C'est dans cette perspective d'autonomie énergétique atteinte grâce à au charbon « propre » (avec capture, séquestration et transformation du carbone en pétrole), au photovoltaïque, à la géothermie et à l'éolien, que la Chine doit se placer. Et c'est grâce à un effort de recherche et de développement orienté dans ce sens qu'elle acquerra également la souveraineté juridique et industrielle dans des domaines où les dépôts de brevet conditionneront la puissance.

8 – Piloter le mix énergétique

Le gaz, le pétrole, le charbon, sont les outils de la puissance géopolitique dans le monde d'avant. Toute stratégie d'avenir dans l'énergie doit miser sur les outils de la puissance dans le monde futur. Et il se trouve que les énergies dites renouvelables sont, plus la plupart, et sous réserve des brevets, licences et droits d'exploitation, des moyens de l'autonomie, de l'indépendance et de la souveraineté – des mots auxquels très peu d'Etats, du temps des énergies fossiles, pouvaient prétendre, des mots qui prennent tout leur sens quand le vent, la lumière, la chaleur de la terre, demain les transformations de la matière et des cellules, deviendront les énergies dominantes.

La contrainte majeure peut être définie par un plafond d'émissions mondiales de 3 milliards de tonnes en 2050, conditionnant l'accès des pays participant à cet objectif au commerce mondial. Dans le même temps, il convient de faire preuve d'un réalisme sans illusions ; il n'y a aucune chance pour que les énergies renouvelables représentent plus de 15 % à 25 % du mix énergétique des grands pays industrialisés dans les vingt ans à venir – ce qui représente déjà une évolution considérable, un enjeu d'investissement et de technologie qui n'est pas gagné d'avance, ce qui représente aussi un changement des modes de consommation,

voire des modes de vie.

Toute approche réaliste du mix énergétique cible à vingt ans fait la part aux éléments déjà cités :

- la capture-séquestration du carbone (CSS) dégagé lors de l'emploi du charbon est l'un des enjeux les plus significatifs de la décorrélant croissance de l'activité – réduction des émissions en Chine ;

- le nucléaire constitue l'un des moyens de diminuer les émissions de GES pour la production d'électricité, et pour la fourniture d'eau potable (dessalement de l'eau de mer) sous réserve de la maîtrise du retraitement du combustible ;

- l'urbanisme, depuis la conception des logements, surfaces commerciales et bureaux, pour limiter les besoins en chauffage et/ou climatisation, et les satisfaire par le solaire ou le géothermique, jusqu'à la réduction de la distance travail-domicile et l'accès au transport collectif, est l'une des clés de la substitution d'énergies renouvelables aux énergies fossiles ; il faut insister sur l'importance de la concentration urbaine, opposée à la dissémination de maisons individuelles, dans l'efficacité énergétique, comme sur la réhabilitation des habitats traditionnels, généralement économes en énergie, et sur la généralisation de l'emploi de la pompe à chaleur, capable de réduire les émissions d'un pays par plus de 10 % ;

- un saut technologique en matière de transport/stockage de l'électricité peut changer les données du solaire, en mobilisant le rayonnement de surfaces de désert pour alimenter les villes (expériences européennes prévues au Sahara).

Ajouter aux enjeux d'une économie décarbonée ceux de la souveraineté énergétique et ceux de la maîtrise de l'innovation énergétique dessine l'impératif majeur d'investissement dans les énergies, ordonné moins à nourrir la croissance à court terme qu'à assurer à moyen et long terme la substitution croissante d'énergies autonomes, propres et durables aux énergies fossiles dans le mix énergétique chinois. La perspective est celle d'une nouvelle révolution industrielle, de l'importance de celle qu'ont déclenché au même moment la machine de Watt et les travaux d'Adam Smith ; il s'agit de *Produire le monde – pour une croissance écologique* (titre de mon dernier ouvrage, publié chez Gallimard, avril 2008).

La condition du succès réside dans l’affichage d’objectifs clairs, dans l’énoncé précis des phases de réalisation de ces objectifs, dans l’adoption de dispositions fiscales, réglementaires et de normes cohérentes et incitatives auprès des acteurs privés. Dans ce domaine, aussi bien que dans d’autres, seul un Etat disposant du temps peut fournir aux acteurs privés les raisons de se porter en confiance au-delà du conformisme du court terme.

9 – La guerre des représentations

L’essentiel est en jeu quand, aux moyens de vivre ou de survivre, succèdent les moyens de vivre une bonne vie – dont les représentations façonnent les aspirations, les décisions et les consommations de la majorité de l’humanité. Une humanité marquée par la peur de manquer – d’avoir faim, soif, froid – adopte sans un regard en arrière le modèle qui lui promet la surabondance des moyens – de l’énergie, de l’alimentation, de la mobilité, du confort,... Or, ce modèle de surabondance, qui correspond en économie à celui de la croissance infinie telle qu’il s’est mis en place depuis le début du XIX^e siècle, n’est pas durable. Nous savons désormais qu’il nous condamne, nous, à nous détruire nous-mêmes en rendant cette planète invivable. Pas dans l’éternité, ou dans trois siècles ; dans le demi-siècle qui vient, si rien n’est entrepris et mené à bien, les conditions de vie sur le tiers de la surface des terres émergées seront dégradées ou impropres à la survie de l’espèce humaine.

Nous constatons dans le même temps que la croissance poursuivie ces quarante dernières années n’a guère augmenté le bonheur individuel des Occidentaux (Lord Layard, *London School of Economics*, 2008). Et nous constatons également que d’autres modes de vie, encore en recherche, non seulement sont possibles, mais concilient la satisfaction des besoins économiques avec la réalisation d’autres dimensions de l’être humain, que la croissance infinie non seulement néglige mais détruit en rapportant tout être et toute expérience à la quantité, à la mesure et au prix. Ces constats suggèrent que la transformation des grands indicateurs de croissance, comme le PIB, pour intégrer les externalités économiques, est proche, ils suggèrent aussi que le développement d’un droit public mondial pour assurer la survie de l’espèce humaine, donc relever les défis climatiques et énergétiques, est

une certitude.

L'avenir de l'énergie est dicté par le facteur de survie qu'est la réduction de la quantité de CO₂ produite par unité d'énergie consommée. Ce n'est pas un facteur technique ou financier. C'est le point où la collaboration de ces grandes cultures millénaires, celles de la Chine et celles de l'Europe, a un sens. Inventer un modèle de bonne vie n'est donné à personne. Seules, les grandes religions, les grandes cultures, les grandes philosophies, ont pu faire naître des modèles de vie adaptés aux conditions matérielles et historiques qui étaient les leurs ; certains si puissants, si effectifs, qu'après des milliers d'années, ils parlent encore aux hommes que nous sommes devenus. Comment ne pas dire que telle parole de Confucius, que tel verset de la Bible, que telle parabole de l'Évangile, tel acte du Bouddha, n'ont rien épuisé de leur puissance pour nous ?

Le passage du *soft power* au *smart power* tel que l'a conçu Hillary Clinton se joue là. La crise du modèle de croissance infinie, telle qu'elle s'est ouverte depuis quelques années déjà, touche directement la place de l'énergie dans notre système du monde. En particulier, se projeter dans le monde futur de l'énergie repose moins seulement sur la technologie que sur l'énergie morale et spirituelle de civilisations, de communautés ou de nations capables d'inventer les modèles de vie du XXI^e siècle. La seule chose que nous savons est qu'ils ne seront pas ce qu'a été le modèle américain du XX^e siècle, parce qu'il faudrait plusieurs planètes pour que chacun des Chinois, et seulement eux, vive comme le Californien moyen de 2000. Maison individuelle, automobile individuelle, séparation domicile-travail-loisirs, réseaux centralisés pour l'électricité, l'eau, le gaz, etc. ; ce mode de vie ne sera pas celui de 2050. L'énergie déterminante sera celle qui servira à inventer un nouveau modèle de vie, objet de la révolution industrielle qui vient. Elle n'est ni au pouvoir des ingénieurs, ni en celui des financiers. Elle réside dans la confrontation entre les civilisations, d'abord, le désir irrépressible de bien-être ensuite et enfin le souci renouvelé de la survie qui animent les hommes du XXI^e siècle.