

# **Energie et développement durable : les défis et les risques**

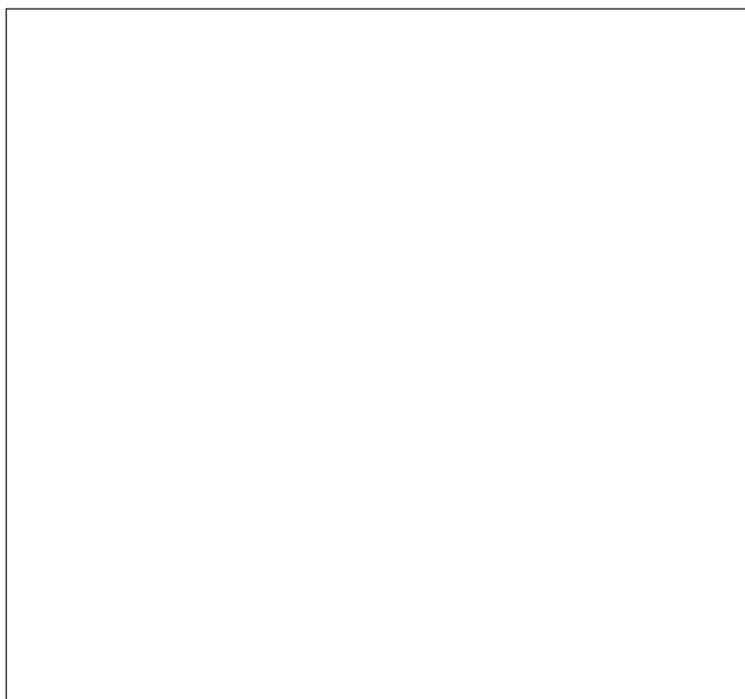
**Economie, environnement :  
la sobriété doublement gagnante.**

**par Benjamin Dessus**  
Directeur du programme  
ECODEV, CNRS

d'une centaine d'années que de temps que les démo-  
vont se concentrer les princi- graphes nous annoncent  
aux défis et les principaux comme nécessaire pour  
risques : c'est, en effet, le laps atteindre la maturité démogra-

## **La nature, l'ampleur et l'échéance des défis**

L'un des principaux défis du siècle qui s'ouvre est celui de l'accès au développement de l'ensemble d'une humanité encore en rapide croissance démographique, avec ce qu'il suppose en termes de satisfaction de besoins matériels et de droits élémentaires. Du point de vue des systèmes énergétiques indispensables à la réalisation de cette ambition, c'est bien sur cette période de temps relativement courte



*Si pour lutter contre le réchauffement de climat, on réduit le recours aux énergies fossiles tout en augmentant le recours à l'énergie nucléaire, on repousse l'échéance de l'épuisement des ressources en même temps qu'on lutte contre l'effet de serre, mais on renforce d'autant les risques nucléaires civils et militaires.*

Michel Barot/Raphlo

phique de la planète (1). Dans tous les cas, on va voir arriver 3 à 5 milliards d'être humains supplémentaires, d'ici une petite centaine d'années, principalement dans les pays actuellement en développement. Ils habiteront pour la plus grande part des villes qui n'existent pas encore.

Du point de vue des besoins d'énergie et des problèmes d'environnement qui risquent d'en découler, c'est donc au cumul de plusieurs phénomènes que la communauté internationale va se trouver confrontée dans les décennies qui viennent :

- ✓ la croissance démographique des pays du Sud ;
- ✓ l'indispensable accès des habitants de ces pays au développement et leur urbanisation croissante, avec les modes de consommation correspondants ;
- ✓ la poursuite d'un mode de développement plus ou moins intensif en biens et services matériels des pays du Nord (avec en, particulier, le dérapage potentiel des transports).

### Le réseau des contraintes globales d'environnement

L'actuelle focalisation de l'opinion internationale sur les problèmes du climat, même si elle apparaît comme parfaitement légitime, ne doit pas faire

oublier d'autres contraintes majeures à caractère global qui viennent très sérieusement borner les marges de manœuvre du domaine de l'énergie. Il s'agit, en effet, de faire face *simultanément* à quatre risques fortement liés à l'énergie et qui présentent ce caractère de globalité pour l'humanité :

- ✓ les risques d'épuisement ou de raréfaction des énergies fossiles, le charbon, le pétrole, le gaz naturel, risques quelque peu oubliés ces dernières années mais qui reviennent aujourd'hui sur le devant de la scène avec la montée brutale des prix du pétrole ;
- ✓ les risques de réchauffement du climat associés à l'usage intensif des énergies fossiles, qui font actuellement l'objet d'une négociation internationale fournie, et d'issue encore incertaine ;
- ✓ les risques nucléaires civils et militaires (accidents, transport et stockage des déchets, risques de prolifération), avec une très forte focalisation des populations d'Europe sur le problème des déchets à haute activité et très longue durée de vie et des Etats-Unis sur celui de la prolifération ;
- ✓ les risques, enfin, de concurrence d'usage des sols qu'entraînerait un usage trop intense de terres cultivables à des fins de production d'énergie.

Ces risques ne sont pas indépendants les uns des autres ; par exemple, pour lutter contre le réchauffement du climat, on peut envisager de réduire le recours aux énergies fossiles. On repousse alors l'échéance de l'épuisement des ressources en même temps qu'on ralentit les émissions de gaz à effet de serre responsables du réchauffement. Mais si, pour faire face aux besoins, on augmente considérablement le recours à l'énergie nucléaire ou aux énergies renouvelables, on renforce d'autant les risques associés à l'énergie nucléaire et aux concurrences d'usage des sols.

*Il est donc indispensable, pour définir une stratégie énergétique au service d'un développement durable, de garder en tête cette imbrication des risques du moyen et du long terme. Cette remarque paraît tout particulièrement fondée dans la période actuelle où la crainte du réchauffement climatique et la montée des prix du pétrole risquent de pousser des gouvernements à une relance du nucléaire sans une prise en compte suffisante des conséquences que cela peut avoir à moyen et long termes.*

Bien entendu, s'ajoutent à ces contraintes globales des contraintes d'environnement local, mais qui ne présentent généralement pas le même caractère d'irréversibilité temporelle (2).

C'est donc à l'aune de ces quatre grands risques de

nature globale qu'il semble pertinent de juger les marges de manœuvre dont dispose l'humanité pour construire et exploiter des systèmes énergétiques au service de son développement sans obérer gravement et irréversiblement ce développement par son activité même.

### Une vision réductrice des problèmes de l'énergie

Le problème de l'énergie n'est pas seulement une banale affaire de matières premières : ce qui nous intéresse dans l'énergie, ce n'est pas tant elle-même que le service qu'elle peut rendre pour satisfaire nos nombreux besoins.

Si l'on met de l'essence dans sa voiture c'est pour se déplacer. La qualité du service rendu dépend à la fois de l'énergie d'entrée qu'on appelle l'énergie primaire (le pétrole brut, dans l'exemple de la voiture), de sa transformation en énergie utilisable pour le service à rendre (par exemple du super sans plomb), de la qualité de la voiture et de son moteur, enfin, de l'état de la route et du comportement du conducteur. Tous ces paramètres sont importants : le raffinage est indispensable pour obtenir un carburant utilisable dans de bonnes conditions, la qualité de la voiture, de son moteur et de son

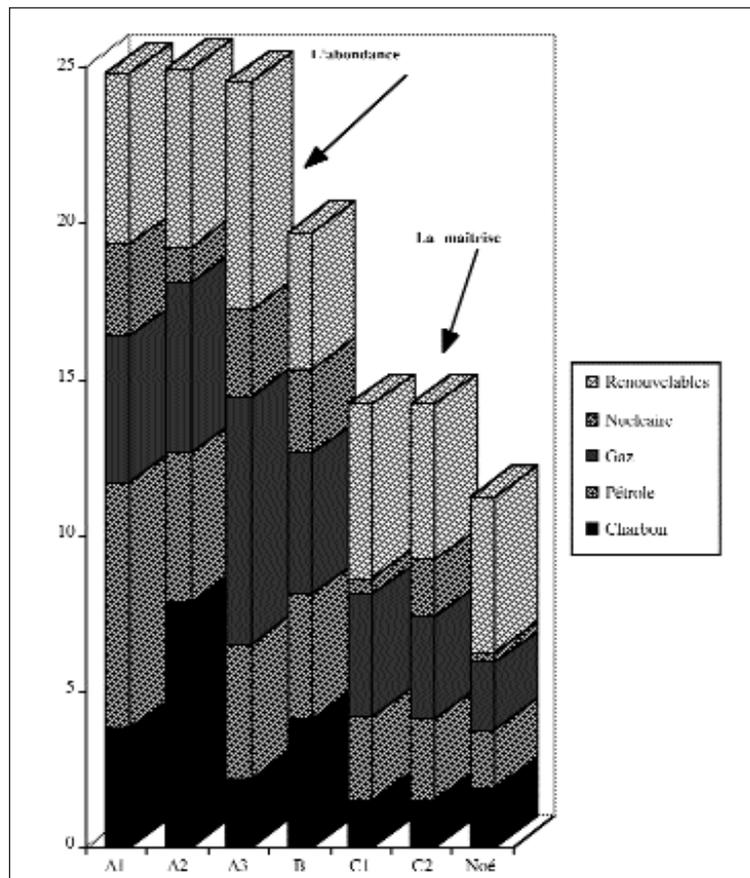


Fig 1 : Deux types de scénarios contrastés en 2050 : « les scénarios d'abondance et de maîtrise de l'énergie pour le développement » (en milliards de tep ou Gtep (6)).

conducteur, celle de la route, sont les éléments majeurs du plaisir de conduire, de la sécurité des passagers mais, aussi, du coût des déplacements. La grande confusion qui s'est établie au cours du vingtième siècle a été de concevoir le problème énergétique presque uniquement comme un problème de production d'énergie, de première transformation en électricité, en chaleur, en combustible ou en carburant qu'on livre au client, *en négligeant largement la dernière étape, celle de la transformation de l'énergie finale en énergie utile par*

*l'appareil qui va rendre le service réel à l'utilisateur.* Aux Etats-Unis, par exemple, l'effort a porté pendant longtemps sur l'extraction et le raffinage du pétrole : on a obtenu ainsi du pétrole abondant et bon marché. Pourquoi dans ces conditions penser à la consommation des voitures ? C'est ainsi que l'on a vu se développer dans ce pays un parc de voitures qui consomment deux fois plus de carburant que les voitures européennes. Même chose en France, où Electricité de France, s'est longtemps, et légitimement, préoccupé

DR

Gtep	Max	Min
Besoin cumulé d'énergie	972	688
Fossiles % du scénario	743 (76%)	401 (58%)
ENR % du scénario	233 (24%)	168 (26%)
Nucléaire % du scénario	80 (8%)	25 (3,7%)
Cumul carbone	608	315

Fig 2 : Valeurs extrêmes des cumuls des différentes énergies et des émissions de carbone des scénarios, de 2000 à 2050.

d'abord de raccorder au réseau l'ensemble des habitants et de leur fournir la puissance de leur choix, pour les faire bénéficier des services irremplaçables de l'électricité, l'éclairage, le froid, les petits moteurs domestiques, l'audio-visuel. Mais qui se préoccupait de la consommation des réfrigérateurs, des lampes ou des machines à laver ? En fait personne, alors qu'entre différents appareils rendant le même service final il existe sur le marché des rapports de consommation électrique qui dépassent un facteur cinq.

Cela nous a finalement fait admettre, avec la complicité bien comprise des producteurs d'énergie, que le développement de la production d'énergie, qui n'est pourtant que l'un des éléments parmi d'autres du développement des systèmes énergétiques, était le synonyme parfait du développement tout court.

D'où la consommation pléthorique d'énergie des pays les plus riches, en particulier quand la présence chez eux

de ressources énergétiques exploitables a permis l'émergence d'entreprises très puissantes. Dans la France jacobine, le monopole d'électricité d'Electricité de France, conçu au départ comme service public de distribution d'électricité, s'est vite transformé en quasi-monopole de production d'électricité.

Et pourtant, cette focalisation sur la production d'énergie n'a pas apporté de solution satisfaisante aux problèmes de développement. Alors que le discours justificatif d'une croissance constante de la production est celui de « l'énergie pour tous », l'inégalité reste la règle entre sociétés développées et sociétés en développement, entre riches et pauvres d'une même société. Un Américain moyen consomme 25 fois plus d'énergie qu'un Indien ou un Africain. Deux milliards d'hommes n'ont pas accès à l'électricité et ont bien peu d'espoir d'avoir un jour accès au réseau. Pourtant, en prônant inlassablement « l'énergie pour tous », l'ONU

dans ses déclarations, les différents gouvernements et les compagnies énergétiques, continuent à proposer comme seule solution, pour résoudre le problème, d'augmenter massivement la production d'énergie.

Les crises d'approvisionnement de 1973 et 1980 qui sont venues nous rappeler la fragilité d'un système énergétique fondé principalement sur la production d'hydrocarbures, n'ont pas, sauf exception, fait changer durablement l'analyse de nos dirigeants. Le premier réflexe des pouvoirs publics des différents pays a toujours été de mettre en place des filières énergétiques de substitution au pétrole pour résister aux crises (le programme nucléaire en France, la relance du charbon en Allemagne, etc.).

## Les images mondiales dont nous disposons pour 2050

Quand on observe les scénarios prospectifs que nous proposent les énergéticiens, on s'aperçoit très vite qu'on peut les classer en deux grandes catégories :

✓ les premiers proposent une vision de l'avenir construite

sur un modèle productiviste de « *développement par l'abondance énergétique* », avec des options contrastées de participation des différentes sources primaires au bilan mondial.

Ces scénarios admettent les risques cités plus hauts comme inéluctables (« on ne fait pas d'omelette sans casser d'oeufs »), les cumulent à des niveaux élevés et se distinguent les uns des autres par la diminution ou l'augmentation d'un des risques par rapport aux trois autres (3).

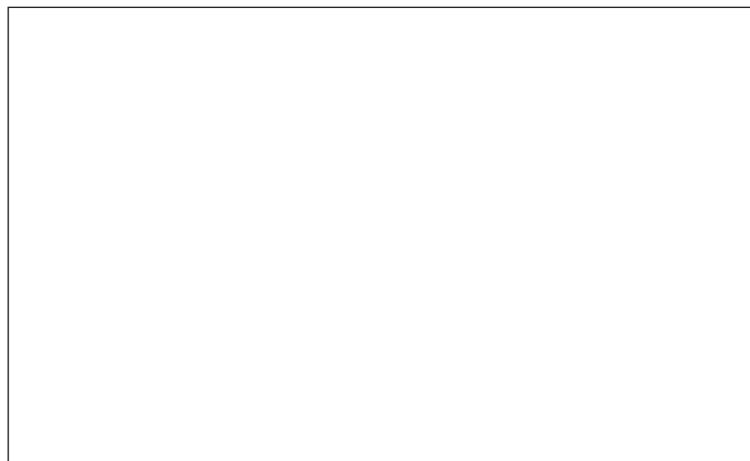
✓ Les seconds proposent un « *développement par la sobriété énergétique* » qui tente de rééquilibrer les politiques énergétiques en accordant une priorité forte à la maîtrise de l'évolution de la demande d'énergie. Partant d'une analyse détaillée des besoins finaux d'énergie du développement, ils affichent la volonté de repousser simultanément les principaux risques dans le temps et de favoriser un développement des pays du Sud, en comptant sur la moindre absorption de capitaux pour le développement des systèmes énergétiques. Ils se fondent largement sur l'analyse historique du développement des pays industrialisés qui montre que tous les pays ont vu leur intensité énergétique croître dans les premières phases de l'industrialisation, puis se stabiliser avant de décroître (4).

Ces scénarios supposent une profonde révolution culturelle. Ils impliquent, en particulier, un élargissement de la sphère d'intervention de la politique énergétique à l'ensemble des secteurs d'activité structurant la demande (transports, construction, urbanisme, biens d'équipements, etc.). En effet, les déterminants principaux de la demande énergétique sont souvent étroitement et durablement liés aux grandes infrastructures d'urbanisme, de transport, et des différents réseaux de distribution de fluides (énergie, eau, etc.).

Pour illustrer ces propos on peut comparer 7 des scénarios énergétiques mondiaux à long terme produits depuis le début des années 90, d'une part par l'IIASA pour le compte du Conseil mondial de l'énergie, et par le CNRS d'autre part (scénario NOE (5)).

Ces scénarios explorent l'avenir énergétique du monde en le découpant en 11 régions géographiques et en adoptant des perspectives démographiques communes (8 milliards d'habitants en 2020, 10 milliards en 2050) et des taux de croissance économiques proches. Ils décrivent, néanmoins, des modes de développement très différents du point de vue de l'intensité énergétique de leur croissance économique.

Il apparaît très clairement que *c'est bien plus par le volume d'énergie que par l'appel plus ou moins grand à tel ou tel type de ressources énergétiques* que se différencient les scénarios. Alors que les scénarios abondants supposent la mobilisation annuelle de l'ordre de 25 Gtep dès 2050 (3 fois plus qu'en 2000), les scénarios sobres se contentent de 12 à 15 Gtep à la même



*EDF s'est longtemps, et légitimement, préoccupée d'abord de raccorder au réseau l'ensemble des habitants. Mais qui se préoccupait de la consommation des réfrigérateurs, des lampes ou des machines à laver ?*

Michel Gille/Raphio

date. Cinquante ans plus tard, en 2100, la divergence entre les scénarios dépasse un facteur 5.

### Quelles conséquences en termes de prévention des risques ?

Pour apprécier les conséquences de ces deux types de scénarios sur les risques cités plus haut, il est indispensable de raisonner en stocks, et non plus seulement en flux, en intégrant sur la période les divers flux de déchets, d'émissions de gaz à effet de serre, de consommations d'énergies fossiles, dans une démarche de type patrimonial.

Sur la période, et dans tous les scénarios envisagés, les énergies fossiles restent largement dominantes (de 58 à 76 % des bilans cumulés), les ENR apportent une contribution cumulée de l'ordre de 19 à 26 % des bilans selon les scénarios, le nucléaire reste marginal avec 4 à 9 % du bilan cumulé sur la période.

Du point de vue des risques cités plus haut, seuls les scénarios « sobres » apparaissent comme susceptibles d'éviter des ruptures majeures pour l'humanité, dans la mesure où ils permettent de repousser les échéances de l'ensemble des risques d'une bonne trentaine d'années. Ils apportent donc une réponse très significative en

termes de risques globaux puisqu'ils permettent de minimiser fortement l'ensemble des risques à l'horizon 2050. Dans tous les scénarios, la concentration de GES augmente, de +20 % en 2050 dans le plus sobre à +50 % dans le plus abondant. Les déchets nucléaires de haute activité et à longue durée de vie (à technologie inchangée) sont multipliés par un facteur 5,5 par rapport à 1990 dans le scénario le plus sobre en énergie nucléaire et par 18 dans le scénario le plus élevé.

Enfin, du point de vue économique, les études les plus récentes montrent que les scénarios sobres se comparent favorablement aux scénarios d'abondance énergétique (7). Cet avantage économique s'explique largement par le fait que les coûts de production et de distribution d'énergie sont bien souvent très nettement supérieurs aux coûts des mesures d'économie d'énergie.

L'enseignement de ces exercices de prospective est donc clair : en fondant son développement économique sur une stratégie de sobriété énergétique, l'humanité peut éviter, sans pour autant se ruiner, le pari inacceptable de l'échange des risques les uns par les autres, ou celui, tout aussi dangereux, de l'attente d'un miracle technologique qui sauverait à bon marché la planète

et ses habitants des risques évoqués. Les stratégies à bas profil énergétique sont des stratégies doublement gagnantes sur les plans économique et environnemental à la fois.

### Notes

(1) Vers 8 ou 9 milliards d'habitants pour les uns, vers 11 ou 12 pour les autres.

(2) On pense, par exemple, aux pollutions atmosphériques locales des transports qui s'atténuent très vite avec l'arrêt du trafic et sur lesquelles le progrès technique permet de progresser par sauts d'un ordre de grandeur (par exemple avec le piège à particules pour le diesel ou le pot catalytique pour l'essence).

(3) Pour ne pas risquer d'avoir trop chaud (effet de serre), dit l'un, acceptons le risque nucléaire ! Non, répond un autre, je préfère avoir trop chaud et ne pas laisser le problème des déchets nucléaires à mes petits enfants.

(4) Intensité énergétique : C'est la quantité d'énergie nécessaire à l'obtention d'une unité monétaire de valeur ajoutée, par exemple, des tep par dollar.

(5) NOE : Nouvelles options énergétiques, IIASA : International Institute for Applied Systems Analysis.

(6) Tep : la tonne équivalent pétrole et ses multiples sont les unités des énergéticiens pour mesurer avec une seule unité des énergies d'origine différentes en les ramenant à l'énergie équivalente à celle de la combustion d'une tonne de pétrole. Une tepP vaut à 44,8 gigajoules ou encore 11,6 MWh.

(7) Dans le domaine de l'électricité, le rapport " Etude économique prospective de la filière électrique nucléaire " (JM Charpin, B Dessus, René Pellat, Documentation française septembre 2000) remis au Premier ministre fin juillet 2000, confirme cette analyse.