

Le monde peut-il répondre à la nouvelle nécessité du nucléaire ?

Dominique FINON

Directeur de Recherche CNRS¹

Septembre 2003

A paraître dans la revue « Passages », automne 2003

Alors que la récente guerre d'Irak et les cycles de prix du pétrole rappellent aux économies industrielles leur vulnérabilité vis-à-vis de leur dépendance énergétique à long terme, alors que les conférences régulières sur le changement climatique rappellent aux gouvernements les difficultés qu'ils auront à réduire les émissions de gaz à effet de serre pour respecter leurs engagements internationaux, les voix qui s'élèvent dans le monde pour rappeler l'intérêt de l'énergie nucléaire comme réponse aux défis du long terme rencontrent peu d'audience. La prolongation des tendances actuelles d'évolution de la demande et de l'offre mondiales d'énergie dans les scénarios de croissance plausibles conduit pourtant à s'interroger sur les possibilités de bouclage du bilan énergétique mondial à horizon 2050. Si la production de pétrole et de gaz arrive à un plateau probable de production de 4 à 5 Gtep à partir de 2030-2040, il manquera environ 5 Gtep d'énergies non fossiles – l'énergie nucléaire et les renouvelables – pour compléter les approvisionnements mondiaux, même en jouant sur la diminution de l'intensité énergétique. Les objectifs de stabilisation et de décroissance des émissions mondiales de gaz à effet de serre apparaissent aussi totalement hors d'atteinte.

On sait que la capacité nucléaire mondiale ne croît plus et déclinera au cours des vingt prochaines années, faute de nouveaux investissements. On en est à guetter comme des augures les signes d'une relance, en faisant d'une commande dans un pays boréal autrefois ignoré l'hirondelle annonçant le printemps ou bien du discours volontaire d'une Administration américaine inconstante et aux objectifs énergétiques touffus le signal d'une nouvelle compétition technologique. Et pourtant les récents affichages de politiques énergétique et technologique aux Etats-Unis comme en Grande-Bretagne pour répondre au risque de changement climatique ne s'appuient pas ou très peu sur les techniques nucléaires, mettant l'accent de façon volontaire sur la production d'hydrogène issue des combustibles fossiles, sur les techniques de séquestration du carbone, ou encore sur l'efficacité énergétique et les renouvelables pour l'horizon 2050.

Comment alors envisager une relance significative du nucléaire qui supposerait sa restauration, non pas comme le *one best way* du futur énergétique comme il a pu l'être lors de sa flamboyance passée, mais au moins comme une des réponses principales aux défis énergétiques du XXI^e siècle ? Pour avancer un pronostic étayé, il convient de remonter aux spécificités de la technologie nucléaire et aux racines de la crise de sa diffusion commerciale pour apprécier ses chances de redéploiement et la solidité des solutions envisagées pour y parvenir. Cette crise résulte d'une combinaison d'obstacles d'ordre économique et politique auxquels le développement de cette technologie s'est heurtée depuis 1975 et qui ont mis en question sa « nécessité ». On peut évoquer le gigantisme des techniques et les apprentissages complexes, le symbolisme négatif à l'origine du refus social, l'instabilité réglementaire, l'émergence de techniques concurrentes performantes, et plus récemment la libéralisation des marchés électriques. Anticiper une relance significative du

¹ Département Energie et Politiques de l'Environnement (ex-IEPE)-LEPII, Université Grenoble II et Directeur adjoint du Programme Energie du CNRS

nucléaire suppose de donner des réponses rapides et efficaces à l'adéquation de ce type de technologie à l'organisation des sociétés démocratiques et au fonctionnement des systèmes économiques fondés principalement sur le marché et dominés actuellement par des logiques financières.

L'enlisement social et économique

Près de 40 ans après son lancement commercial, le développement de l'énergie nucléaire est pratiquement arrêté. Il n'y a eu aucune commande de réacteur aux Etats-Unis depuis 1978 où, par le jeu des non-renouvellements des réacteurs en fin de vie, on envisage une diminution des capacités de 30 à 40 % d'ici 2020. Au Japon, pays resté jusqu'ici fortement engagé dans l'option nucléaire, une succession d'incidents qui ont ravivé les inquiétudes de l'opinion rend très difficile toute nouvelle commande dans le futur. En Europe la situation apparaît très grise avec les politiques de sortie du nucléaire en Allemagne, en Belgique et en Suède, ou les moratoires tacites dans la plupart des autres pays dont le Royaume-Uni, l'Espagne et l'Italie. Même avec le rallongement de la durée de vie des réacteurs, le déclin des capacités de production n'en est pas moins engagé dans l'ensemble des pays de l'OCDE. Les perspectives de développement dans les autres régions du monde n'invitent guère non plus à l'optimisme, même si l'Asie de l'Est et du Sud-Est est relativement active dans les pays où les structures étatiques sont fortes. D'ici 2020, la capacité nucléaire mondiale devrait décroître: de 360 GW en 2000 à 320 GW, selon les projections de 2002 de l'Agence Internationale de l'Energie. Les inerties sont telles que ce n'est qu'après cet horizon que le nucléaire pourrait revenir dans la course.

Les difficultés de sa diffusion commerciale résultent des importants problèmes d'apprentissage et des difficultés d'acceptation sociale qui ont entraîné une instabilité réglementaire élevée. Ils ont eu pour effet d'empêcher la standardisation de la technique, de provoquer des hausses de coût très importantes et surtout un risque d'investissement très élevé, à côté des blocages juridiques et politiques de projets. Seuls trois pays de l'OCDE affichaient récemment encore des coûts officiels compétitifs pour la production en base. Depuis 15 ans, les changements sur la scène politique et institutionnelle – retrait de l'Etat, libéralisation et privatisation des industries électriques, réformes des structures de promotion du nucléaire – ont amplifié ces difficultés.

En supprimant le cadre du monopole électrique qui assurait aux entreprises productrices d'électricité la garantie de débouchés et de recettes et le transfert des risques d'investissement sur les consommateurs, la libéralisation met en question les choix d'expansion de capacité et les chances de remplacement des équipements nucléaires à la fin de leur durée de vie. La concurrence dans la production électrique n'est pas propice à des investissements très capitalistiques qui nécessitent de longs temps de retour, imposent une immobilisation improductive de capitaux pendant les sept ans de construction et présentent des risques spécifiques que les prêteurs appréhendent mal (risque réglementaire, risque politique, risque de fin de vie).

Les techniques électriques concurrentes qui ont bénéficié d'un progrès technique rapide au cours des quinze dernières années présentent un profil beaucoup plus favorable à l'investissement pour des producteurs en concurrence. La turbine à gaz en cycle combiné est une technique compétitive dans les tailles petites et moyennes, plus rapide à l'installation (2 à 3 ans) et bien moins exigeante en capital (une unité de 300 MW nécessite 150 millions d'euros contre 2 milliards pour une centrale nucléaire de 1500 MW). Contrairement aux réacteurs nucléaires, elle est peu risquée à l'investissement, standardisable, peu exigeante en compétences technologiques du côté de l'acheteur, et elle présente un profil environnemental favorable avec des émissions limitées de CO₂ et d'autres gaz polluants. Dans le futur, l'émergence des miniturbines et celle à confirmer des

pires à combustibles compétitives en production décentralisée qui seront promues par des offreurs de services énergétiques, accroîtra encore la concurrence de techniques rivales.

La protection du climat, une nouvelle chance pour le nucléaire

Certains anticipent une relance des investissements sur la base d'une restauration de la compétitivité du nucléaire en tablant sur une hausse tendancielle du prix du gaz. Le coût du gaz compte pour 70% dans le prix de revient du kWh gaz. Il suffit donc de considérer que le prix du gaz double tendanciellement d'ici 2020 pour que le coût du kWh gaz augmente de 30 à 40 % et perde son avantage dans de nombreux pays de l'OCDE. Mais une telle anticipation mérite examen. Les réserves accessibles de gaz aux prix actuels (3-4 \$/MBtu) sont très importantes sur tous les continents alors que les échanges de gaz sont en train de se mondialiser. Au cours des trente prochaines années et peut-être au-delà, période critique pour la relance des investissements nucléaires, rien ne permet d'affirmer qu'une tendance à la croissance du prix du gaz s'affirme. Décroché contractuellement de celui du pétrole avec l'extension de la libéralisation des marchés gaziers, le prix du gaz sera sans doute volatile et connaîtra un cycle semblable à celui d'un marché de matières premières. Mais ce n'est pas un élément suffisant pour que les anticipations des producteurs d'électricité se modifient radicalement en faveur du nucléaire, en particulier à cause du risque d'investissement qui le pénalise. De plus, grâce au progrès technique, la production électrique à base de techniques dites de « charbon propre » redeviendra un concurrent sérieux du nucléaire pour des niveaux de taxe CO2 modérés.

La protection du climat constitue par contre l'élément susceptible de changer significativement la donne si les gouvernements prennent au sérieux leurs engagements de réduire les émissions de CO2. Si les gouvernements relèvent ensemble ce défi global, il leur sera difficile d'y parvenir sans favoriser la relance progressive des investissements nucléaires car le potentiel de développement des renouvelables ne peut être surestimé. Sans la relance du nucléaire, les gouvernements devraient jouer de façon plus radicale qu'auparavant sur l'efficacité des utilisations énergétiques, ce que certains font actuellement de façon rhétorique quand ils affichent des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre d'un facteur 2 à 4 d'ici 2050 sans recours au nucléaire. Les grands exercices de prospective énergétique mondiale de très long terme (2050-2100) mettent en relief les difficultés à stabiliser rapidement, puis à faire décroître les émissions mondiales de gaz à effet de serre. Il faut imaginer un très fort volontarisme sur les techniques d'utilisation énergétique pour avoir une baisse prononcée d'intensité énergétique, ainsi que sur le recours massif aux énergies non carbonées pour arrêter et inverser la croissance des émissions sans recours au nucléaire. Mais la perception de cet enjeu particulier de protection du climat peut-elle devenir assez forte et stable pour contribuer à la fois à un changement d'attitude des opinions publiques et à la restauration de la compétitivité du nucléaire qui est intrinsèquement conditionnée par le premier ?

Adapter le marché, les institutions et la technologie

Une technologie n'a pas de valeur en soi ; elle n'a de valeur que s'il y a adéquation avec les caractéristiques de son environnement social et des institutions économiques. Une technologie séduisante et a priori utile peut stagner si elle s'avère peu adaptable à ces caractéristiques. La relance du nucléaire à l'instigation des gouvernements n'est pas concevable sans prendre acte de cette réalité. Ce constat doit conduire dans les pays candidats à cette relance à modifier l'environnement de la technologie nucléaire à trois niveaux : compenser les défaillances du marché pour prendre en compte les avantages du nucléaire au regard de la protection de l'environnement, adapter l'environnement institutionnel aux exigences de la technologie nucléaire, échapper au refus social par des choix participatifs. Des réponses technologiques peuvent aussi

être recherchées.

Considérons d'abord les trois aspects d'adaptation de l'environnement de la technique. La première condition pour réinstaller le nucléaire dans le marché est d'internaliser plus avant les coûts environnementaux des autres moyens de production électrique, en particulier par l'instauration d'écotaxes ou de quotas d'émissions sur les producteurs (associés à un marché des permis), tout en maîtrisant les coûts de fin de vie des unités nucléaires (démantèlement). Une taxe de 70-100 \$/t de carbone pourrait restaurer la compétitivité du nucléaire « sur le papier » (c'est-à-dire en se référant à une situation de monopole électrique où les taux de rentabilité recherchés sont de 5-7% au lieu de 12% en régime concurrentiel). Le surcoût pour les unités en cycle combiné-gaz serait de 4,5 c/kWh et pour les centrales charbon de 8,4 c/kWh. Ceci implique, comme il vient d'être dit, que les gouvernements prennent au sérieux leurs engagements de limiter leurs émissions de CO₂, ce qui reste à confirmer.

La deuxième condition est l'adaptation de l'environnement institutionnel au niveau de la sûreté nucléaire et de la régulation de l'industrie électrique. Au niveau réglementaire, les procédures et les règlements doivent être simplifiés et rendus prévisibles afin de pouvoir stabiliser les techniques de réacteurs et rechercher les effets de standardisation et de série ; les pratiques doivent être raisonnablement procédurières, comme cela a commencé à être fait par la Nuclear Regulatory Commission aux Etats-Unis et les autorités de sûreté allemandes en Allemagne où le nucléaire avait été très handicapé par cette approche. L'exemple réussi de la France sur ce point sert de référence pour les adaptations institutionnelles. Ces changements doivent accompagner les efforts d'organisation entre donneurs d'ordre et industriels pour réduire les coûts et les délais de réalisation.

Au niveau de la régulation des marchés électriques libéralisés, on ne pourra sans doute pas se contenter de laisser le marché libre trancher en faveur du nucléaire, même avec une position compétitive renforcée par l'internalisation des coûts environnementaux des techniques concurrentes, en raison de la logique de court terme des marchés qui déterminent les choix d'investissements des entrants. Ce point est absolument crucial pour le futur du nucléaire. Sur des marchés qui intrinsèquement sont les plus volatiles parmi les marchés de matières premières, les investisseurs qui s'engagent dans des opérations aussi lourdes ont besoin de garanties de débouchés et de prix sur la période d'amortissement de leurs équipements dans le cadre de contrats de long terme. Certes ceci est en train de se réaliser en Finlande, pays évoqué allusivement plus haut où trois industriels papetiers qui sont propriétaires du second producteur électrique s'engagent dans un nouveau projet grâce à un tel arrangement contractuel. Mais ce type d'arrangements ne peut pas être un recours général. Nulle part les gros acheteurs industriels soumis au risque des affaires ou les distributeurs électriques qui n'ont plus de débouchés garantis ne peuvent s'engager dans de tels contrats : ils acceptent de s'engager sur un contrat d'achat de deux à trois ans maximum.

En conséquence, des dispositifs réglementaires exceptionnels doivent être conçus et mis en œuvre pour mettre la production des futurs réacteurs nucléaires hors marché. Il s'agit de dispositifs de niche permettant de sécuriser les nouveaux investissements en centrales nucléaires avec appel d'offres, sélection par enchères et passage de contrats d'achat de long terme obligatoires avec les fournisseurs en concurrence. Ces contrats garantissent prix et débouchés. L'obligation d'achat suppose l'imposition de quotas aux fournisseurs, quotas qui sont proportionnels à leurs ventes pour répartir équitablement le fardeau entre concurrents, comme c'est le cas pour les énergies renouvelables dans certains pays. Mais, là où ces dispositifs existeront, il faudra sans doute une volonté politique forte pour décréter leur activation si se maintiennent les anticipations d'abondance énergétique.

La troisième condition est d'instaurer des choix participatifs pour échapper au refus social. Même avec une compétitivité potentiellement restaurée par ces dispositions, les obstacles non économiques devront être résolus pour assurer durablement les possibilités d'investir dans de nouvelles capacités nucléaires. Ce serait une erreur fondamentale de considérer que l'internalisation probable des coûts des émissions de CO2 relancerait la diffusion du nucléaire sans changement radical des opinions publiques. Leur retournement ne peut se concevoir sans l'établissement d'une confiance active qui puisse résister aux incidents inéluctables dans une activité industrielle développée à grande échelle. Elle reposera au niveau national sur des modalités participatives de définition des politiques énergétiques et environnementales et au niveau local pour les décisions d'implantation d'équipements au niveau local. La Finlande a suivi cette voie, dont on voit aussi certains éléments préliminaires testés en France avec les processus de concertation prévus dans la loi sur les déchets nucléaires.

Les réponses technologiques

Le recherche de réponse technologique a été faite dans le passé par l'accroissement significatif des niveaux de sûreté de la technique actuelle des réacteurs à eau légère et la mise au point d'options de gestion des déchets. Le passage à des réacteurs avancés de type EPR, AP-600 ou autres sur cette même lignée technologique permettrait un saut significatif dans les niveaux de sûreté. D'autres filières peuvent être étudiées en rupture et développées en privilégiant l'aspect économique ou l'aspect sûreté ou encore l'aspect combustible. Mais on se heurtera ici à ce que tous les historiens et les économistes de l'innovation observent constamment à la suite de Paul David et Brian Arthur, à savoir les avantages cumulatifs des techniques en place qui compliquent considérablement l'entrée de techniques concurrentes, sauf si les acteurs anticipent un avantage radical. Une bifurcation technologique vers une autre technique de réacteurs ne pourrait s'opérer que s'il y a une véritable rupture permettant d'offrir à la fois un service mieux adapté aux contraintes économiques des industries électriques et des qualités de sûreté plus importantes. Pour que l'effort s'engage, il faut que l'avantage pour le producteur électrique soit clair, car les coûts et les délais de mise au point d'une technique de réacteurs seront toujours exceptionnellement importants. Les promesses de modularité et de simplicité de sûreté des projets HTR actuels sont-elles ainsi un réel progrès qui enclencherait une telle dynamique d'innovation ? Quatre fois moins de capitaux seraient en effet à mobiliser pour un HTR de 280 MW que pour un PWR de 1500 MW. Que dire aussi du petit HTR de 110 MW étudié en Afrique du Sud dont la taille permettrait aussi une simplification de la conception de la sûreté ? Il s'agit d'effectuer un effort d'apprentissage considérable sans autre avantage économique clair que celui de la divisibilité.

Ici encore le pronostic est pessimiste vis-à-vis de la possibilité de diversification de la technologie nucléaire en vue de sa relance. Chercher une réponse technologique radicale aux objections du public et du marché en vue d'une relance est bien trop aléatoire pour engager des programmes prioritaires de R&D et de démonstration qui seraient censés aboutir à la mise sur le marché d'un nouveau type de réacteurs vers 2030. La réinstallation du nucléaire ne peut se faire que sur la base de la technologie améliorée des réacteurs à eau légère pendant plusieurs décennies.

Une incertitude persistante

Les conditions nécessaires à la relance du nucléaire dans les pays industrialisés ne constituent pas pour autant une garantie pour une reprise des projets d'investissement. La solution à apporter au problème de gestion des déchets nucléaires, qui conditionne en grande partie leur relance, est typique de cette incertitude. La communauté scientifique s'accorde à penser qu'il existe des

solutions de stockage géologique qui présenteront le maximum de garanties de sûreté, après conditionnement des déchets de haute activité et à vie longue ou des combustibles irradiés non retraités. Le vrai problème est de démontrer à l'opinion publique et aux populations concernées par l'implantation de sites de stockage que la solution adoptée pour les configurations géologiques retenues est fiable et totalement sûre, quels que soient les choix en matière de réduction du volume des déchets de haute activité et à vie longue. Autre exemple : en imaginant que les techniques avancées de réacteurs à eau légère LWR ou toute nouvelle technique innovante en matière de sûreté comme les petits réacteurs à Haute Température HTR soient développées jusqu'au stade commercial, rien ne garantit que ces réponses techniques soient suffisantes pour restaurer la confiance de l'opinion publique et des populations concernées. Les sociologues s'accordent à penser qu'en dépit de la supériorité que présenterait une nouvelle filière, la complexité technique de ses avantages n'est pas propice à leur compréhension aisée et à une restauration de la confiance.

Le symbolisme associé à la perception particulière des risques du nucléaire sera difficile à faire évoluer. Les opinions publiques et les populations locales ne mettront probablement pas sur le même plan les risques associés au changement climatique et ceux associés aux équipements nucléaires, malgré un accroissement probable des accidents météorologiques. Les enquêtes d'opinion en Allemagne et aux Etats-Unis montrent que les groupes sociaux les plus concernés par le changement climatique s'opposent à l'énergie nucléaire. Alors même que les gouvernements ne peuvent plus passer en force comme par le passé, les processus participatifs n'assureront pas forcément le résultat souhaitable au regard d'une rationalisation des enjeux où risque climatique et risque associé au nucléaire (accident, déchets) seraient mis sur le même plan.

Une différenciation probable entre pays : l'inconnue américaine et européenne

Le problème ne se pose pas de façon identique d'un pays à l'autre en raison des différences institutionnelles et culturelles. Par rapport à la France avec – pour faire vite – sa centralisation institutionnelle et son Etat-producteur à forte légitimité, les projets nucléaires ont été beaucoup plus affectés par les difficultés d'acceptation de la technologie dans les pays aux structures décentralisées comme les Etats-Unis et l'Allemagne. Cette marque institutionnelle aura un impact fort sur la relance générale du nucléaire en raison de l'influence des Etats-Unis sur les autres pays. Leur position économique et géopolitique dominante entraîne un mimétisme fort de ces autres pays vis-à-vis des choix industriels et technologiques des groupes industriels américains et de l'Administration fédérale.

Or c'est le pays où l'inadéquation du nucléaire et des institutions politiques et économiques a été la plus forte dans le passé. Certes l'allongement de la durée de vie d'une grande partie des réacteurs à 60 ans, le regroupement de l'exploitation des réacteurs existants entre les mains d'opérateurs efficaces et leur bonne position concurrentielle a amélioré la perception de ce moyen de production. Des indices peuvent laisser croire en une amélioration du contexte. La politique énergétique de l'Administration Bush semble vouloir recréer les conditions de relance du nucléaire en affichant dans le cinquième plan stratégique du ministère de l'énergie (DOE) la mise au point d'une nouvelle génération de réacteurs pour un déploiement après 2020 et en sortant de l'impasse politique de la gestion des déchets nucléaires après le long blocage de 15 ans du projet de Yucca Mountain (3 milliards de \$ dépensés dessus). Mais est-ce bien convaincant pour les industriels ? Ce déblocage n'est pas encore assuré du fait de l'hostilité locale, malgré les évolutions récentes au niveau fédéral. Les graves incertitudes des nouveaux marchés électriques, comme l'absence de politique climatique américaine à court terme, ne permettent pas d'augurer de changements significatifs, malgré la rhétorique volontariste (25 millions de \$ seulement sont affectées à la R&D sur les réacteurs en 2002). Les candidats à la construction de nouveaux

réacteurs, comme l'exploitant nucléaire Exelon, ne sont pas légion et doivent surtout confirmer leur intérêt dans les prochaines années par des commandes aux implications financières qui sont a priori hors de leur portée. Une relance mondiale sans les Etats-Unis reste concevable. Mais l'Union européenne est elle-même totalement divisée, ce qui empêchera sans aucun doute une convergence des politiques énergétiques en Europe vers le retour à l'option nucléaire.

L'importance des besoins de capacité électrique des pays en développement pourrait faire de ces pays le lieu d'un nouveau décollage des investissements nucléaires dans le monde. Mais l'éventuelle diffusion des réacteurs nucléaires dans les pays en développement aura toujours à faire face à cinq contraintes strictes : la contrainte de financement (les organismes de financements internationaux refusent de financer les équipements nucléaires), la soumission à des critères de rentabilité d'entreprises privées dans des contextes privatisés, la nécessité d'atteindre un niveau technologique suffisant pour assimiler et exploiter une technologie complexe et risquée, le développement d'une culture de sûreté effective (qui doit s'appuyer sur la présence d'institutions de réglementation fortes et l'acceptation de normes jugées internationalement nécessaires), et enfin le respect strict du régime international de contrôle de la prolifération. La réponse aux besoins des pays en développement par la mise sur le marché de réacteurs de petite taille ne tient pas compte non plus des contraintes d'apprentissage : les pays qui voudront importer la technologie nucléaire préféreront le faire avec un type de réacteur bien éprouvé et développé par les grands constructeurs.

La relance pourrait donc se limiter aux pays où les pratiques dirigistes conservent une légitimité, notamment dans certains pays en développement. La spécificité des cultures et des institutions politiques en Asie peuvent laisser penser qu'une dynamique autonome pourrait s'y créer. On pense évidemment à la Chine et à la réussite du programme de la Corée du Sud et de Taïwan. Mais, à plus long terme, au fur et à mesure de l'accroissement des niveaux de vie et de la démocratisation des régimes, les mêmes demandes sociales de sûreté et de contrôle des choix technologiques que dans les démocraties industrielles se feront jour, gommant les spécificités institutionnelles qui auront été un temps favorables à la mise en œuvre de projets nucléaires. C'est en tout cas ce que l'on observe à Taïwan. A l'inverse, si une relance se dessine dans les pays industrialisés, c'est sans aucun doute à ce niveau que pourront jouer les effets positifs de mimétisme sur les politiques des pays en développement, accompagnés de transferts de technologie et de savoir-faire en matière de sûreté.

Conclusion

Une nouvelle chance va être donnée au nucléaire par les politiques de changement climatique et par les anticipations concernant la diminution des ressources de gaz et de pétrole. Cependant, même si le nucléaire est devenu plus transparent, plus soucieux des préoccupations du public et en quête d'une démonstration permanente de sa sûreté, les bases institutionnelles de son redémarrage – les processus de décision participatifs d'un côté et le cadre concurrentiel des marchés électriques de l'autre – sont beaucoup moins favorables que celles qui avaient permis la poussée technologique originelle. L'avenir du nucléaire n'est pas garanti. La reconstitution rapide de consensus forts dans les pays dominants ne peut s'envisager sans qu'une crise majeure, une véritable panique relative aux conséquences réelles ou supposées de l'effet de serre, puisse modifier radicalement l'attitude des opinions publiques vis-à-vis des risques spécifiques du nucléaire et notamment de la gestion des déchets nucléaires. L'incertitude qui demeurera pendant les quinze prochaines années au moins compliquera en tout cas considérablement les choix de l'industrie nucléaire et des gouvernements. C'est la raison pour laquelle il faut de façon paradoxale maintenir les efforts publics vis-à-vis de l'efficacité énergétique et des énergies renouvelables.