

# Entretien avec

## Bertrand Barré

Bertrand Barré est Directeur de la Recherche et du Développement de COGEMA et Vice-Président de la Société Nucléaire Européenne.

Il a participé à l'atelier "Les défis du long terme" de l'exercice Énergie 2010-2020 du Plan.

Il s'exprime ici à titre personnel.

### Global Chance

*Le rapport Charpin-Dessus-Pellat dresse la prospective de la filière nucléaire française pour la première moitié du siècle. Il distingue en particulier des scénarios selon la durée de vie du parc actuel, les choix – y compris entre filières nucléaires – pour son renouvellement et la politique retenue pour l'aval du cycle. L'intérêt principal du rapport réside peut-être dans les résultats nouveaux qu'il apporte sur ces différents points. L'originalité de la méthode, sa « transparence » (avec notamment la publication des rapports des groupes de travail), ainsi que l'utilisation de données « primaires », c'est-à-dire directement issues de l'industrie nucléaire, renforcent ces résultats.*

*Le rapport présente, sur certains points, une somme de données et de résultats inhabituelle dans ce type d'exercice. C'est en particulier le cas pour tout ce qui concerne l'évaluation du bilan matière et économique du cycle du com-*

*bustible, qui intéresse au premier chef COGEMA. Comment considérez-vous l'apport de ce document au débat public sur le nucléaire, et plus particulièrement sur les activités auxquelles participe COGEMA, compte tenu du fait qu'il ne fournit pas de recommandations en vue de la prise de décision ?*

### Bertrand Barré

Effectivement, ce qui est très intéressant dans le rapport, c'est son caractère de transparence. Les rapports sur l'économie prospective du nucléaire ne manquent pas. Par exemple les derniers rapports de l'Office parlementaire, de MM. Bataille et Galley, qui étaient d'ailleurs très bien faits. Mais la méthode utilisée ici retire les suspicions qui avaient pu peser sur les rapports précédents. La première chose qu'on tire de ce travail, c'est qu'on n'a rien à cacher. L'apport est donc très positif, je n'ai pas d'états d'âme sur ce point. Dans la première partie, le rapport colle d'extrêmement près à une description d'un parc donné, le parc

français dans son déroulement historique. La plupart des autres études ont un caractère non pas théorique, mais s'attachent à étudier, plutôt qu'un parc réel, un réacteur dans sa durée ou encore un parc théorique. Sur ce point, le parti pris dans ce rapport est très original. Mais cela place aussi sa limite : il n'est pas extrapolable.

La deuxième critique que l'on peut lui adresser, c'est que même en se prolongeant assez loin dans l'avenir, il conserve un caractère strictement hexagonal. On voit que ce cadre-là, fixé au rapport par le cahier des charges, est déjà un peu artificiel aujourd'hui. Ce choix est donc discutable, et il affecte la validité en 2050 des résultats de l'étude.

Le troisième point, c'est que l'horizon 2050, au vu des constantes de temps du nucléaire, n'est pas très lointain. Par contre, en 2050, le monde aura déjà beaucoup changé, dans sa démographie, la répartition géographique de celle-ci, et corrélativement dans ses demandes. Or, le rapport montre très bien que c'est la

demande qui est structurante. Mais à l'intérieur de ces limites, encore une fois, le rapport est très bien fait.

**G.C.** : *A-t-on les moyens aujourd'hui d'étendre cette étude à l'Europe ?*

**B.B.** : On assiste en réalité à l'explosion du cadre dans lequel le programme nucléaire a été décidé et s'est déroulé. Le cadre hexagonal n'était déjà, et depuis longtemps, pas « étanche ». Aujourd'hui, il éclate avec l'ouverture du marché de l'électricité. Il ne faudrait même pas se limiter au cadre de l'Union européenne, mais au moins élargir à l'Est. Selon les hypothèses haute ou basse prises pour la demande d'électricité d'ici 2050, on voit que dans certains cas on n'a plus besoin de nouvelles unités de production en France avant 2020-2030. Mais cela a-t-il un sens ici de parler des besoins français ? Ce choix n'est pas du tout innocent, notamment vis-à-vis d'un projet comme l'EPR : si dès maintenant l'on avait les moyens de remplacer par des EPR quelques réacteurs RBMK en fonctionnement dans des pays d'Europe de l'Est, personne ne s'en plaindrait. L'EPR est en effet le meilleur produit que l'on ait actuellement sur catalogue, et il est de plus tout à fait utile d'avoir une tête de série implantée quelque part. Par ailleurs, ce rapport s'est interdit de tirer des conclusions. Mais il va, à partir du moment où il existe, servir aux réflexions. Aussi, il ne faut pas oublier que puisque le cadre

français constitue l'hypothèse de départ, on retrouve cette limite hexagonale dans les conclusions qu'on peut tirer du rapport. En particulier, le fait que l'on n'ait pas de décision à prendre avant 2025, voire même 2035, pour la construction de nouvelles centrales – qui est connu depuis longtemps dans le milieu du nucléaire, mais pas forcément bien connu au delà – est un résultat qui concerne uniquement le parc pour les besoins français.

**G.C.** : *Cette idée de recul des besoins dans le temps est liée, dans le rapport, à des hypothèses très importantes sur la durée de vie des réacteurs. C'est peut-être la première fois dans un exercice de ce type que l'hypothèse centrale n'est pas une durée de vie de 30 ans, mais qu'elle est supérieure à 40 ans. Comment réagissez-vous à cette innovation ?*

**B.B.** : Tout à fait au départ – j'ai vécu cette période –, on pensait que la durée de vie technique des réacteurs serait de 25 ans. On avait calculé que leur vie économique était de 20 ans, et on se disait que si on pouvait les faire fonctionner un peu au delà ça paierait le démantèlement. C'était au début des années soixante-dix. C'est souvent très drôle de faire de la rétrospective, de la prospective à l'envers. Ainsi, si on regarde les prévisions de la Commission PEON<sup>1</sup>, on voit qu'on est arrivé en 1985 à ce qui était prévu au départ comme part du nucléaire – du

moins en pourcentage, pas en absolu. Mais par une série de compensations d'erreurs. Ainsi, la construction des centrales a été plus longue que prévu, mais leur mise en route plus rapide.

À partir des années quatre-vingt, on a donc pensé que la durée de vie des réacteurs était de 30 ans. On n'est pas dans le cas des États-Unis, où les autorisations sont délivrées pour une durée fixe (40 ans) à partir du début de la construction – le premier coup de pioche. En France, il n'existe pas de durée fixe. La seule contrainte fixe est celle du dossier de sûreté; elle semble assez difficile à dépasser. Pour le reste, la sûreté de la centrale est revue régulièrement lors des visites décennales. On tablait donc sur une durée de vie de 3 fois 10 ans, et ce n'est finalement qu'assez récemment que l'idée d'une durée de vie de 40 ans a émergé à EDF. La nouvelle approche, c'est que la durée de vie peut augmenter, mais avec des dépenses de jouvence appropriées après chaque visite décennale, et il me semble que le rapport offre pour la première fois une présentation qui se rapproche de ce qui va se passer réellement. On constate d'ailleurs déjà aux États-Unis que des autorisations sont délivrées pour prolonger la durée de vie de certains réacteurs à 60 ans – toujours à partir du début de leur construction. Enfin, une

durée de vie de 45 ans est quelque chose dont on ne parlait pas au départ, et qui est nouveau.

**G.C.** : *Dans les scénarios retenus, le retraitement-recyclage apparaît souvent comme l'option principale. Ainsi, concernant le parc actuel, aucun scénario de non renouvellement du contrat en cours entre EDF et COGEMA n'est retenu, une inversion de stratégie étant reportée au plus tôt à 2010. Et pour le parc futur, la grande majorité des scénarios implique la poursuite du retraitement. Or, le rapport analyse par ailleurs la situation internationale de l'industrie du retraitement et du MOX, montrant celle-ci en difficulté : son activité recule et elle doit faire face à un renforcement des contraintes, notamment avec le traité OSPAR. Dans ce contexte international, les scénarios du Plan vous paraissent-ils « réalistes » ? En particulier, la France peut-elle effectivement poursuivre une politique de « cavalier seul » dans ce domaine ?*

**B.B.** : Pour ce qui concerne le parc actuel, le rapport a choisi trois familles de scénarios réalistes – arrêt du retraitement, maintien de l'équilibre actuel ou renforcement de la stratégie de retraitement avec utilisation du MOX dans l'ensemble des réacteurs techniquement aptes à en recevoir. Un scénario d'arrêt du retraitement avant 2010 aurait été totalement inéaliste. Ne serait-ce que parce que des combustibles sont déjà sur place à La Hague, où ils

attendent d'être retraités, et que La Hague est une usine de retraitement, pas une installation d'entreposage. Par ailleurs, je critique le scénario virtuel proposé – « mais si on n'avait rien retraité depuis le début... » –, dont je ne vois pas à quoi il sert. En effet, reconstituer le passé, en changeant une hypothèse plutôt qu'une autre, me semble assez stérile.

Maintenant, pour le futur, ferons-nous cavalier seul ? Probablement pas, mais ceci ne signifie pas nécessairement que la France arrêtera le retraitement : peut-être qu'au contraire d'autres pays nous auront rejoint. Le futur n'est jamais certain. On le voit bien dans les fluctuations du prix du pétrole, pour lesquels on peut se dire que pendant la période 1985–1998, l'espèce de fausse confiance qui s'est développée n'était pas très raisonnable. A cet égard, le rapport précise que le nucléaire a des coûts prévisibles, ceux-ci étant en particulier peu sensibles aux fluctuations du prix de l'uranium. Au vu des possibilités multiples pour les scénarios, un choix doit être fait, et celui qui a été fait me convient.

**G.C.** : *Les scénarios pour le parc futur qui supposent la poursuite du retraitement impliquent tous un renforcement de cette stratégie, et notamment le retraitement massif de combustible MOX, qui n'est pas pratiqué aujourd'hui. Ce type de stratégie vous paraît-il réaliste sur le plan industriel ?*

**B.B.** : COGEMA a déjà retraité du combustible MOX. Il y a eu deux campagnes à La Hague – donc dans l'usine actuelle, avec les procédés actuels –, qui n'ont pas porté sur des quantités négligeables puisque c'est je crois 10 ou 11 tonnes qui ont été retraitées. Aussi, si EDF nous demandait un retraitement massif du MOX – ce qui n'est pas du tout le cas aujourd'hui –, il faudrait optimiser certaines parties du procédé mais sa faisabilité est d'ores-et-déjà démontrée. Toutefois, on est aujourd'hui loin d'une telle stratégie : EDF ne nous demande pas de retraiter du MOX, et pas même tout le combustible UOX. Or, il semblerait logique qu'avant de faire retraiter du MOX, EDF fasse d'abord retraiter tout son UOX. Par ailleurs, en 2050 les réacteurs du parc ne seront pas Fessenheim. L'évolution des réacteurs s'accompagne d'une optimisation de leurs performances, et le retraitement-recyclage se conçoit mieux dans des réacteurs du futur – par exemple les RHR-1 et RHR-2 que retient le rapport – que dans les réacteurs d'aujourd'hui.

**G.C.** : *Les résultats de l'étude dans sa première partie, consacrée au parc nucléaire actuel, bousculent l'image du retraitement-recyclage comme solution définitive au problème de l'aval du cycle. Ils montrent un effet positif mais limité de cette stratégie sur le bilan matières, aussi bien pour l'économie de matières premières que pour la réduction*

des quantités de déchets à vie longue. Ils indiquent en outre que cet effet n'est obtenu qu'au prix d'une augmentation du coût du nucléaire. Cette évaluation contraste avec les conclusions généralement développées par l'industrie. Pourtant, l'étude semble avoir bénéficié d'un accès aux données techniques ou économiques détenues par les entreprises plus complet que des précédents exercices (tels que les rapports de l'Office parlementaire). Comment expliquez-vous cette apparente contradiction ?

**B.B. :** Je ne pense pas que les données disponibles pour ce rapport soient très différentes de celles qui avaient été utilisées précédemment. Encore une fois, c'est le fait de traiter l'histoire du parc dans son ensemble qui est nouveau : traîner le passé avec soi – la situation réelle – change l'exercice donc les résultats. Je voudrais souligner que le poids de l'aval du cycle dans celui de l'ensemble de la filière n'est pas gigantesque, d'où le faible différentiel, de 1 % entre les coûts pour les deux choix faits pour le combustible dans l'aval du cycle : ce n'est donc pas très important, d'autant moins que l'on ne connaît pas encore avec certitude les coûts du stockage direct.

En revanche, le retraitement est une solution plus responsable que le stockage définitif – ce qui n'existe encore nulle part – ou un entreposage indéfini en l'état. En effet, le retraitement

comprend un conditionnement très poussé des déchets, ce qui n'est pas pris en compte dans la conception du combustible, optimisé pour être brûlé en réacteur et non pas pour être stocké comme déchet. À ce qui est marqué dans le rapport sur le retraitement – pour 1 % de dépenses supplémentaires, j'économise 5 % d'uranium et 12 % de plutonium et de transuraniens –, il faut ajouter que ceci constitue un traitement responsable des déchets, et conduit à leur donner la forme la plus facile pour un entreposage en sûreté. De plus, toute la recherche qu'on lance sur les possibilités de transmutation suppose un retraitement au départ. Si on arrête celui-ci, elle n'a plus de sens.

Pour conclure, l'idée que les coûts de fabrication du combustible MOX n'équilibrent pas complètement les économies d'uranium et d'UTS (c'est-à-dire d'enrichissement de l'uranium) est une conclusion que je suis prêt à accepter. Mais ce n'est pas la seule lecture que je vois de cette question. En allant un peu plus loin, lorsque l'on se place dans un système asymptotique auto-entretenu, les économies réalisées sont plus fortes. En l'occurrence, cette tendance n'apparaît qu'après 2050 dans les prolongements des scénarios.

**G.C. :** Les résultats de la seconde partie de l'étude, qui dessine des scénarios de renouvellement du parc nucléaire, mettent effectivement en évidence des écarts plus impor-

tants entre les bilans matière des différents scénarios sur la période allant jusqu'en 2050 et au delà. Ces scénarios, basés sur l'introduction d'évolutions ou d'innovations dans les combustibles ou les réacteurs, vous semblent-ils réalisables sur un plan industriel ? En particulier, l'introduction de l'APA est-elle possible dans les délais envisagés ? Le recours à un autre réacteur que l'EPR, soit en remplacement soit en complément de celui-ci, vous semble-t-il utile ?

**B.B. :** L'APA est un peu un exemple du fait qu'à l'intérieur des réacteurs à eau, il est possible de recycler le plutonium mieux qu'on ne le fait aujourd'hui. Mais cela est aussi possible en utilisant des solutions technologiques plus proches de la situation actuelle. En effet, utiliser des matériaux totalement nouveaux induit des délais de mise en œuvre très longs, du fait des autorisations de sûreté requises. On peut imaginer des solutions plus évolutives que celle d'un changement de combustible, telles qu'un mélange de crayons de nature différentes : on passerait ainsi de la situation actuelle, « brutale » – les assemblages à l'uranium d'un côté, les assemblages au plutonium de l'autre – à un mélange plus homogène sur le parc.

**G.C. :** Vous pensez aux solutions qui ont déjà été étudiées, de type MIX ?

**B.B. :** Oui, on pourrait dès maintenant mettre en œuvre un des MIX. Ceci a l'avantage de montrer que le rendement

actuel du MOX n'est pas dû à la présence de plutonium mais à sa distribution dans le cœur : le « 30 % MOX » suppose des contraintes supplémentaires par rapport à l'UOX, par exemple le zonage pour les différents assemblages<sup>2</sup>. On aurait pu également développer d'autres solutions, et faire des réacteurs tout uranium et des réacteurs tout plutonium. En résumé, je pense, en tant qu'ancien neutronicien, que l'APA est une idée intéressante, mais qui n'est pas triviale à mettre en oeuvre : c'est un assemblage dont la géométrie est suffisamment altérée pour qu'il ne passe pas les étapes avant l'introduction en réacteur en un seul jour. Toutefois, je ne dis pas qu'il faille faire du MIX tout de suite, car c'est à EDF de dicter ses choix<sup>3</sup>.

Pour ce qui concerne les réacteurs, le meilleur dont on dispose aujourd'hui sur catalogue est l'EPR, mais les recherches continuent. L'EPR, dans sa conception, était très optimisé pour le marché franco-allemand, c'est-à-dire un grand parc nucléaire très centralisé. Il n'est pas nécessairement optimisé pour d'autres marchés, par exemple le marché asiatique. Le RHR, au fond, peut avoir deux motivations : d'une part mieux gérer les déchets à vie longue, d'autre part être un réacteur moins spécialisé pour le marché franco-allemand. C'est bien de présenter des nouveaux réacteurs dans des scénarios futuristes et pas avec une échéance d'introduction dans le parc en 2015 : leur réa-

lisation me paraît possible pour 2050. On constate en effet que, d'une part, les constantes de temps sont vraiment très importantes dans l'industrie nucléaire, d'autre part, l'éventail de ses possibilités est tout à fait remarquable. Ce que l'on savait d'ailleurs depuis le début. Les critères économiques et industriels des années soixante-dix ont déterminé les réacteurs d'aujourd'hui. Ces critères ne sont plus les mêmes, et on peut donc envisager la construction de réacteurs dont les cahiers des charges figurent dans le rapport. On pourrait dire, en caricaturant : « à cinq ans, rien n'est possible, à trente ans, tout est possible ».

**G. C :** *Les scénarios du rapport s'appuient sur des hypothèses qui peuvent sembler « optimistes » sur le nucléaire, notamment pour le cycle du combustible : par exemple, l'augmentation des taux de combustion de l'UOX comme du MOX, la diminution des déchets B et C du retraitement par tonne de combustible retraitée sont des phénomènes admis et « lissés »; les usines de retraitement ou de MOX (ou autre) sont toujours économiquement bien dimensionnées et fonctionnent sans aléas (pas de rebut, etc.). Pensez-vous que ce soit le cas, ou qu'au contraire le rapport se montre trop « conservateur » sur ces questions, par exemple lorsqu'il affirme que le MOX n'est retraitable qu'une ou deux fois techniquement, mais aucune économiquement ?*

**B.B. :** Vous avez raison de dire que dans les scénarios toute une série de choses est supposée se passer bien. On n'a en effet pas tracé de « scénario catastrophe enveloppe ». Mais si on regarde les hypothèses point par point, ce n'est pas choquant car cela correspond assez bien à ce qui s'est passé jusqu'aujourd'hui. Il faut de plus reconnaître qu'il y a de la R & D consacrée à l'obtention des performances qui sont décrites ici. Avec les nouveaux gainages, par exemple, les taux de combustion proposés dans le rapport sont réalistes, mais restent dans le milieu de la fourchette. Quant au différentiel entre le MOX et l'UOX, l'autorité de sûreté est plutôt prodente sur ce point, mais les taux de combustion du MOX suivent et rattrapent ceux de l'UOX. D'ailleurs, COGEMA fournit déjà à des clients étrangers (en Suisse et en Allemagne) du combustible MOX qui ira bien au delà de 49 GWj/t<sup>4</sup>. Autre exemple, les hypothèses sur la réduction du volume des déchets B et C issus du retraitement supposent aussi que tout se passe bien mais, et c'est assez public, si on regarde ce que réalise COGEMA par rapport aux progrès que l'on annonçait en 1990, on voit qu'en 2000 on va même au delà.

L'hypothèse peut-être la plus structurante est celle sur le coefficient de production des réacteurs, le Kp. En France, on est dans un cas assez unique où le parc n'est pas utilisé seulement en base. C'est pour cela qu'on raisonne en France sur le

coefficient de disponibilité, au lieu du coefficient de production utilisé ailleurs<sup>5</sup>. Dans le cas d'un retour à l'utilisation du nucléaire en base, qui est celui des scénarios, la production se rapproche de la disponibilité : dans ces conditions, le chiffre de 85 % en 2030 pour le Kp me paraît être une hypothèse conservatrice. La disponibilité des centrales est déjà de 83 % aujourd'hui, et on a fait beaucoup de progrès. Ce que l'on appelle le « suréquipement nucléaire » – une phrase un peu toute faite – relève de deux composantes. D'une part, on s'est trompé sur la durabilité de l'impact de la crise pétrolière : celui-ci s'est traduit par un ralentissement durable de la croissance, en même temps que la maîtrise de la demande d'énergie progressait. D'autre part, on ne pensait pas que les réacteurs marcheraient si bien, lorsque l'on est passé, pour la disponibilité, de 68 % à 83 %, et il n'y a pas à avoir honte de cette évolution.

**G. C. :** *Il y aura sans doute un vrai débat sur cette question de la progression du coefficient de production, y compris au sein de l'industrie. Ainsi, des voix se sont déjà faites entendre à EDF pour estimer, au contraire, que l'hypothèse du rapport est trop optimiste et que le parc ne pourra atteindre ce résultat.*

**B.B. :** Pour moi, l'hypothèse d'un Kp de 85 % en 2030, c'est conservateur. Considérons quand même que 2030 est loin, et si l'on ne fait pas au moins

ce progrès-là d'ici 2030, c'est à désespérer des ingénieurs ! Je plaiderais plutôt pour une variante où ces 85 % de coefficient de production sont atteints en 2020 : ça me paraît optimiste mais réalisable. Après tout, les centrales finlandaises marchent 8.000 heures par an.

**G.C. :** *L'une des innovations principales du rapport est l'introduction de l'idée de précaution parallèle entre deux problèmes d'environnement global : les émissions de carbone et les déchets hautement radioactifs à vie longue. Il aboutit à la valorisation de l'externalité « tonne de plutonium à stocker », avec un coût de la tonne évitée basé sur la comparaison des bilans matière et économique de scénarios avec ou sans retraitement et réutilisation du plutonium. Que pensez-vous de cette approche ?*

**B.B. :** Cette approche me semble intéressante. J'avais lu l'article à ce sujet dans *Les cahiers de Global Chance*<sup>6</sup>. Mais je ne vous étonnerai pas en disant que je conteste un peu le chiffrage qui est fait. La notion d'externalité est déjà prise en compte en ce qui concerne les déchets radioactifs à vie longue, et il faut seulement se demander si elle l'est suffisamment. En revanche, elle ne l'est pas du tout pour les gaz à effet de serre. Je pense donc que le parallèle effectué n'est pas exact.

On est ici dans une logique de précaution, et non pas de prévention. Je n'ai rien

contre le fait de mettre en place des mécanismes économiques qui nous incitent à limiter des nuisances potentielles. Ainsi, le principe de précaution peut s'appliquer à la réduction des transuraniens. En revanche, je trouve discutable de mettre le plutonium dans ces nuisances potentielles, car cela dépend des hypothèses que l'on fait sur le recyclage. Or le rapport prend l'hypothèse maximaliste de pénaliser l'ensemble plutonium plus transuraniens.

Mais il existe une différence plus fondamentale entre cet ensemble et les gaz à effet de serre : on ne traite pas le carbone et les déchets hautement radioactifs à vie longue de la même façon. Aujourd'hui, si on n'évite pas l'émission d'une tonne de CO<sub>2</sub>, elle est relâchée dans l'atmosphère. Ce n'est pas le cas pour le plutonium et les transuraniens : ils ne sont pas relâchés dans l'environnement mais confinés, conditionnés et contrôlés dans des installations spécifiques. Ceci casse la symétrie entre les deux problèmes. On peut agir dans les deux cas pour éviter la production, mais les conséquences sont profondément différentes, et on ne peut pas ne pas en tenir compte en fixant une valeur de nuisance potentielle. La pénalisation de l'externalité que l'on évalue devrait être l'équivalent d'un coût de séquestration, qui n'existe pas aujourd'hui pour le CO<sub>2</sub>. Mais elle existe déjà dans le cas des déchets, et est déjà internalisée. Je ne suis donc pas du tout d'accord sur

le chiffrage, tout en notant que même ce chiffrage joue en faveur du nucléaire.

**G.C. :** *Pensez-vous que le critère retenu par l'étude (les quantités de plutonium) soit le plus pertinent pour comparer les stratégies d'aval du cycle en termes d'impact global ?*

**B.B. :** Peut-on en prendre d'autres ? On peut penser au dégagement thermique, mais ce n'est pas un bon critère : il est déjà inclus dans les coûts,

puisque l'ANDRA facturera le stockage en fonction de l'espace utilisé en sous-sol. Il n'y a pas d'externalité, puisque le mécanisme de marché fonctionne. Sur ce plan, il n'y a aucune défaillance des prix.

## Notes

### Entretien avec Bernard Tinturier

- 1 Présentation du rapport par Jean-Michel Charpin, Séance organisée par l'AEE, l'IFE et la SFEN, Paris, 25 octobre 2000.
- 2 *Les coûts de référence de la production électrique*, Direction du gaz, de l'électricité et du charbon (DIGEC), Ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie, mai 1997.
- 3 Voir "La précaution appliquée aux déchets nucléaires à vie longue", dans *Penser l'avenir pour agir aujourd'hui*, Rapport du Club "Énergie, prospective et débats", Commissariat Général du Plan, juillet 2000.
- 4 *ExternE : Externalities of energy*, Commission européenne, DG XII, 1ère édition 1995.
- 5 Maîtrise de la demande d'électricité.

### Entretien avec Bertrand Barré

- 1 La Commission consultative pour la production d'électricité d'origine nucléaire (PEON) a fonctionné de la fin des années cinquante à la fin des années soixante-dix. Elle a publié 11 rapports, dont les résultats sont résumés et analysés dans le rapport *Le parc nucléaire actuel*, annexé au rapport de la Mission.
- 2 L'utilisation du combustible MOX, sous sa forme actuelle, dans les réacteurs à eau du parc ne permet pas un chargement à 100 % en MOX de ces réacteurs : ainsi, chaque réacteur "moxé" est chargé avec environ 1/3 de combustible au plutonium (MOX) et 2/3 de combustible tout uranium (UOX).
- 3 EDF a présenté en janvier 1999 à la Commission nationale d'évaluation (CNE) relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs la projection de sa stratégie pour la période 2000–2070 : celle-ci "exclut explicitement toute option de multirecyclage du plutonium comme le MIX".
- 4 Les limites de taux de combustion fixées par l'autorité de sûreté, la DSIN, aujourd'hui en France sont de 52 GWj/t pour l'UOX et de 38 GWj/t pour le MOX.
- 5 Le coefficient de production  $K_p$  dépend de la disponibilité  $K_d$  des réacteurs (le pourcentage du temps où ils sont utilisables) et de leur utilisation  $K_u$  (le pourcentage de leur puissance qu'on utilise pendant qu'ils sont disponibles). On a  $K_p = K_d \times K_u$ , et  $K_u$  augmente lorsque les réacteurs fonctionnent en base.
- 6 B. Dessus & Y. Marignac, "Effet de serre et nucléaire, l'équilibre des précautions", Les cahiers de Global Chance N° 12, novembre 1999.