

QUELQUES VÉRITÉS (PAS TOU SUR LES SURGÉNÉRATEURS

Le candidat à la présidence de la République François Mitterrand (1) avait signé la Pétition nationale (émanant de 22 organisations) contre la surgénération. Or le président de la République François Mitterrand n'a pris aucune mesure pour mettre fin à la surgénération. Au contraire. Pourquoi ce revirement, que certains qualifient de reniement? On chercherait en vain une explication officielle. Pourtant ce même François

● A deux ans de la mise en service de Superphénix, prototype commercial de surgénérateur (2), né de la collaboration des producteurs d'électricité français (EDF), allemand (RWE) et italien (ENEL), une double question reste en suspens: va-t-on construire d'autres réacteurs de ce type, et à quelle fin? Officiellement, aucune décision n'a été prise; mais on sait que des discussions ont eu lieu récemment entre les dirigeants d'EDF et ceux du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) sur la poursuite du programme des surgénérateurs au plutonium. Le schéma retenu consisterait à passer commande d'un nouveau surgénérateur en 1985 ou 1986. Un point c'est tout.

On est loin des quatre surgénérateurs, de l'usine de retraitement et de l'atelier de fabrication du combustible, tous regroupés sous un même site, réclamés il y a quelques mois par le CEA et qui, selon lui, représentaient le seuil d'engagement minimal (3) pour un développement cohérent de la filière surgénération. En fait, EDF a reculé devant le coût pharamineux de l'opération: environ 80 milliards de francs!

Électricité de France, il est vrai, bien qu'ayant mis sur l'atome, est fort peu encline à financer le lancement et le rodage d'une nou-

velle filière au moment où elle commence à peine à entrevoir la rentabilité de ses centrales PWR (*Pressurised Water Reactor*: réacteur à eau sous pression) et où ses dettes atteignent un chiffre record: 140 milliards de francs, dont environ la moitié est constituée d'emprunts sur le marché étranger. Ces dettes correspondent à plus de 18 mois de chiffre d'affaires et pèsent lourdement sur le bilan de l'établissement public, qui a accusé un déficit de 8 milliards de francs pour l'exercice 81.

Alors, pourquoi nous apprêtons-nous à construire un Superphénix II, puisque, en lançant ce seul surgénérateur commercial, nous allons nous trouver très au-dessous du seuil d'engagement minimal, et que, par conséquent, nous ne pourrions pas en attendre la moindre rentabilité sur le plan de la production d'électricité? Si donc la rentabilité fait défaut, où se situe le véritable enjeu du projet?

La question mérite d'autant plus d'être posée qu'à l'étranger les réticences à l'égard des surgénérateurs sont encore plus marquées. Partis les premiers dans cette voie, dès 1945, les Américains ont pris un retard considérable; malgré la récente décision du président Reagan de réactiver le programme de réacteurs à neutrons rapides (ou surgénérateurs), ils ne pourront pas mettre en service avant 1989, dans le meilleur des cas, leur prototype de démonstration de Clinch River (l'équivalent de notre Phénix, qui a commencé à fonctionner à Marcoule en 1973), soit 18 ans après que l'AEC (Atomic Energy Commission) décida sa construction.

L'industrie nucléaire britannique, quant à elle, après avoir eu jusqu'à huit ans d'avance (son surgénérateur d'essai, le DFR, a démarré en 1959, alors que l'équivalent français, Rapsodie, n'a commencé à "diverger" qu'au début de

(1) Rappelons que nous nous défendons rigoureusement de "faire de la politique" et que si le candidat en question s'était appelé autrement, notre attitude eût été exactement la même.

(2) On appelle surgénérateur, ou surrégénérateur, un réacteur nucléaire qui, théoriquement, est capable de produire plus de combustible (plutonium) qu'il n'en consomme.

(3) La notion de seuil d'engagement minimal, ainsi que le regroupement des installations, s'explique par l'emploi du plutonium dans les surgénérateurs. Ce combustible nucléaire ne peut pas être transporté facilement, pour des raisons de sécurité, et nécessite des installations de retraitement spécifiques. Selon les calculs du CEA, on obtient un système cohérent et rentable si l'on associe une usine de retraitement à, au minimum, quatre surgénérateurs.

JOURS BONNES À DIRE)

Mitterrand déclarait le 18 juin 1981 au correspondant du Washington Post: « Dans ce genre de choses, la meilleure garantie, c'est qu'il n'y ait rien de secret et que s'exerce le contrôle de l'opinion publique elle-même. » Prenons-le au mot, et, pour que l'opinion publique puisse exercer son contrôle en pleine connaissance de cause, apportons ici les informations que l'on a omis de nous donner ailleurs.

1967), connaît depuis quelque temps une sérieuse crise de réorganisation, qui affecte aussi son programme de surgénération. Dans l'état actuel des choses, elle ne serait pas capable de fournir un grand surgénérateur commercial avant 1994.

Enfin, les projets allemands accumulent eux aussi les retards, tant à cause des graves conflits

politiques et sociaux qu'ils suscitent, qu'en raison des difficultés rencontrées dans la mise au point du prototype de démonstration SNR 300. Au mieux, celui-ci ne sera achevé qu'en 1984.

De toute façon, il n'est plus question aujourd'hui, nulle part, de lancer un vaste programme de surgénérateurs. La faiblesse persistante de l'industrie mondiale du retraitement s'y oppose. En effet les surgénérateurs utilisent comme combustible du plutonium, qui, contrairement à l'uranium, ne se trouve pas dans la nature: il est engendré dans les réacteurs par transmutation de l'uranium 238. Ce n'est donc qu'en retraitant l'uranium brûlé dans les réacteurs que l'on peut obtenir du plutonium. Or, précisément, les capacités de retraitement dont disposent les principales puissances nucléaires sont pour le moment limitées, et les quantités de plutonium nécessaires au lancement d'un ambitieux programme de surgénération risquent de faire encore longtemps défaut.

Conséquence: la relève des réacteurs PWR par les surgénérateurs — relève qui devait être assurée dès l'an 2000, selon les propos tenus à la conférence de Washington de l'automne 1975 par MM. André Giraud, alors administrateur général du CEA, et Marcel Boiteux, directeur général d'EDF — est repoussée aux calendes grecques, ce qui, d'ailleurs, ne semble inquiéter que les entreprises qui ont fondé leur expansion sur le développement de la surgénération.

On est loin des discours alarmistes sur l'"impérieuse" nécessité des surgénérateurs pour faire face à l'"inéluçtable" pénurie d'uranium. Cela prouve au moins une chose: c'est que ces discours n'avaient pas de fondement objectif. En fait, la crainte d'une pénurie d'uranium qui aurait empêché la production massive d'électricité nucléaire, a commencé à se dissiper dès les



années 50, après les premières grandes campagnes de prospection minière. En 1957, par exemple, M. André Ertaud, ingénieur en chef au GAAA (4), écrivait : « Depuis quelques années, de très nombreux gisements ont été découverts, et on en trouvera sans doute encore beaucoup. On estimait en 1951 à environ 25 millions de tonnes les réserves mondiales d'uranium récupérables économiquement. Cette estimation est très largement dépassée. » Déjà, le traitement des combustibles civils pour en extraire le plutonium destiné aux futurs surgénérateurs, ne lui semblait plus avoir la priorité : « Le prix du traitement chimique, faisait-il remarquer, est très élevé, et il pourrait être, dans certains cas, plus économique de se débarrasser purement et simplement du combustible sorti de la pile... »

Seize ans plus tard, en 1973, les grandioses programmes de centrales PWR lancés à l'occasion de la hausse du prix du pétrole, servaient de prétexte pour agiter de nouveau le spectre d'une proche pénurie d'uranium et justifier la poursuite de l'effort sur les surgénérateurs. Officiellement, les réserves mondiales étaient estimées à 5 millions de tonnes, soit 5 fois moins que le chiffre admis 16 ans plus tôt, et cela malgré la poursuite de la prospection et de nouvelles découvertes importantes, notamment en Afrique. Une telle évaluation tenait manifestement de la manipulation, mais elle donnait l'occasion au lobby nucléaire de réaffirmer que la surgénération était le seul moyen de nous faire passer sans heurt le cap difficile de l'épuisement imminent des réserves d'uranium.

Cette menace d'épuisement qui réapparaît périodiquement provient d'une interprétation restrictive et fallacieuse des données géologiques. Sous le terme de "réserves", on ne comptabilise que les quantités d'uranium évaluées avec précision dans des gisements ayant fait l'objet de prospections serrées. Cet uranium représente le volant de manœuvre stratégique des compagnies minières. Étant donné les délais de mise en valeur d'un gisement (12 à 15 ans après la découverte des premiers indices) et l'expansion prévue de la consommation, ces compagnies travaillent avec, globalement, vingt ans de réserves (autant que pour le pétrole) et n'ont aucun intérêt à investir dans de nouvelles recherches qui apporteraient un surplus d'offre et provoqueraient la chute des cours. Ce terme de "réserves" est donc particulièrement étriqué et ne signifie nullement que toutes les ressources en uranium de la planète y soient comptabilisées.

D'autre part, il est bon de rappeler ici que la plupart des programmes de centrales nucléaires conçus dans la fièvre du "choc" pétrolier de 1973 ont été, soit abandonnés, soit révisés à la baisse (même en France, avec les réticences que

l'on sait). Moins de centrales, cela veut dire une demande d'uranium inférieure aux prévisions. Nous nous engageons donc dans une période de surproduction d'uranium et de faiblesse des cours, où l'intérêt économique de la surgénération ne peut que diminuer. Et quand bien même les vœux de l'industrie nucléaire se réaliseraient, quand bien même nous assisterions à une relance généralisée des commandes de centrales, avec pour corollaires une augmentation de la demande d'uranium et une hausse de son prix, il faut savoir qu'en doublant ce dernier on multiplie par dix les réserves dont l'exploitation devient alors rentable. L'économiste Dominique Finon a récemment démontré qu'il faudrait que le prix de l'uranium triple pour que, "à prix de plutonium nul", s'établisse la compétitivité des surgénérateurs par rapport aux réacteurs PWR.

Enfin — et ce sont là des arguments qui ne peuvent être négligés — l'uranium est un métal "jeune", c'est-à-dire qu'il reste de vastes zones géographiques dont le potentiel n'a pas encore été exploré. De plus, l'uranium est une matière première hautement stratégique : aussi nombre de découvertes de gisements importants sont-elles gardées secrètes, notamment dans les régions "chaudes" du globe où les luttes d'influence et les convoitises entretiennent de sérieuses tensions (Tchad, Sahara oriental, Zaïre, etc.).

Tout bien considéré, la grande sérénité des milieux de l'énergie devant les retards accumulés par les surgénérateurs n'a qu'une explication : point n'est besoin de ces machines pour assurer la production d'électricité à long terme.

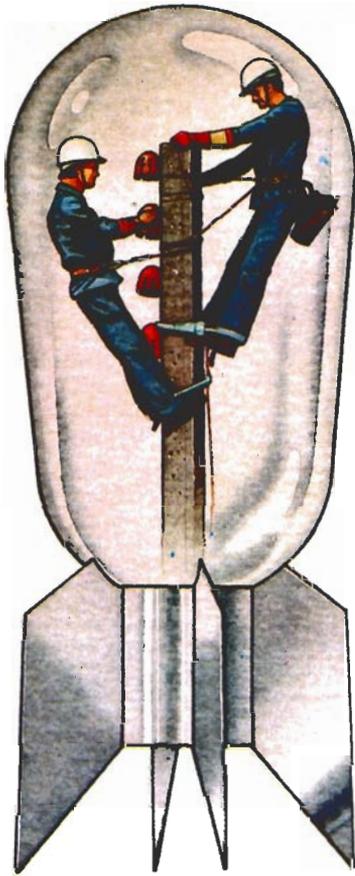
Mais alors, répétons-le, pourquoi la France poursuit-elle dans cette voie ? Pourquoi ses actuels dirigeants, qui, avant leur arrivée au pouvoir, se montraient hostiles à tout développement industriel de cette filière, ont-ils changé d'avis ? Pour quelles raisons acceptent-ils aujourd'hui ce qu'ils condamnaient hier ?

La réponse tient en peu de mots : parce que les militaires ont besoin des surgénérateurs ! En effet ces réacteurs produisent du plutonium de grande qualité isotopique, particulièrement apte à la fabrication des armes nucléaires modernes. De plus, les surgénérateurs constituent pour les militaires — mais pour les militaires seulement — la solution la plus économique pour obtenir le plutonium très performant dont ils ont besoin. Ce sont ces différents points que nous allons maintenant nous attacher à expliquer.

En premier lieu, il est indéniable que la demande militaire en matière fissile, et plus spécialement en plutonium, a considérablement augmenté au cours de ces dernières années. Afin de mieux saisir les motifs de cet accroissement, voyons d'abord à quoi sert cette matière fissile.

Qu'elles soient atomiques, thermonucléaires ou à neutrons, toutes les bombes nucléaires contiennent un dispositif à fission, soit qu'il constitue la bombe elle-même (bombes "A"),

(4) Groupement atomique Alsacienne-Atlantique, regroupant à l'époque les Chantiers de l'Atlantique et l'Alsacienne de constructions mécaniques. C'est le GAAA qui a construit les réacteurs graphite-gaz et le surgénérateur de démonstration Phénix.



soit qu'il serve de déclencheur, d'allumette, pour les réactions de fusion thermonucléaire (bombes "H" et bombes à neutrons).

La manière dont, historiquement, s'est développée l'industrie nucléaire, a conduit à ne fabriquer que deux éléments pour réaliser ces dispositifs de fission : l'uranium 235 presque pur, obtenu par enrichissement isotopique de l'uranium naturel (lequel ne comporte que 0,7% d'U 235), et le plutonium, qui, lui, provient du traitement des combustibles utilisés par certains types de réacteurs.

Aujourd'hui, les bombes à uranium 235 sont en passe d'être abandonnées, car la masse critique ⁽⁵⁾ de l'uranium est de l'ordre de 20 kilos, contre environ 5 kilos pour le plutonium. Or, les masses et les volumes des mécanismes qui amorcent la fission sont en proportion de la masse critique : plus celle-ci est importante, plus ceux-là sont lourds et encombrants, ce qui va à l'encontre de l'évolution actuelle de l'arsenal nucléaire. La miniaturisation, en effet, est à l'ordre du jour, tant pour abaisser le coût des projectiles que pour augmenter l'efficacité des vecteurs (fusées, avions, obus). Un exemple : les fusées embarquées sur les sous-marins atomiques français possèdent désormais chacune six têtes nucléaires, au lieu d'une seule il y a quel-

ques années.

Bref, l'armement nucléaire fait de plus en plus appel au plutonium. Mais pas à n'importe quel plutonium : au plutonium dit "de qualité militaire".

En effet la miniaturisation n'est pas la seule amélioration recherchée pour les projectiles nucléaires modernes. Pour les bombes stratégiques, par exemple, c'est-à-dire les bombes envoyées à longue distance, généralement par des fusées, il faut prévoir le franchissement d'un éventuel tir de barrage à haute altitude au moyen de missiles antimissiles dotés de charges nucléaires (charges "A" ou charges à neutrons). Or les explosions atomiques émettent d'intenses rayonnements de deux natures : des rayonnements électromagnétiques (rayons X et rayons gamma) et des rayonnements neutroniques (flux de neutrons). Les rayonnements électromagnétiques affectent principalement les équipements électroniques du projectile stratégique ; quant aux neutrons, ils sont susceptibles de dégrader le dispositif nucléaire au point de le rendre impropre à sa fonction. Pour prévenir ces effets, on "durcit" la bombe, autrement dit on protège par différentes techniques son électronique et sa charge. Ainsi, pour cette dernière, on a intérêt à utiliser une qualité isotopique ⁽⁶⁾ particulière de plutonium.

De même, pour les armes nucléaires tactiques, c'est-à-dire les armes à courte distance, employées sur le champ de bataille, la tendance est aux faibles puissances et aux pollutions minimes. Mais pour contrôler la puissance et limiter la pollution, il faut des réglages extrêmement affinés, en particulier pour les bombes à neutrons. Or, là encore, la précision du réglage est fonction de la qualité isotopique du plutonium utilisé.

Ainsi, tant le "durcissement" des bombes stratégiques que la maîtrise des "petites" bombes tactiques dépendent essentiellement de la composition isotopique du plutonium qu'elles renferment.

Car les réactions nucléaires qui, dans les piles, transforment l'uranium en plutonium, donnent plusieurs variétés isotopiques de cet élément. Pour simplifier, disons que l'uranium 238 se transforme en plutonium 239 par la capture d'un neutron, et que le plutonium 239 se transforme à son tour, par capture successive d'un neutron, en plutonium 240, 241, 242 et 243. Au départ, le seul matériau transmutable contenu dans le réacteur est l'uranium 238. Lui seul, donc, va capturer les neutrons en surplus émis par les réactions de fission, et se transformer en plutonium 239. Mais, au fur et à mesure que la concentration en Pu 239 augmentera, la probabilité que cet élément capture à son tour un neutron pour donner du Pu 240 augmentera

(5) On appelle "masse critique" d'un élément fissile la masse minimale qu'il faut rassembler pour que s'y déclenche un processus de réaction en chaîne, chaque fission en provoquant plus d'une autre.

(6) On appelle isotopes des éléments qui possèdent le même nombre de protons et d'électrons (donc, ont le même numéro atomique et occupent la même place sur le tableau de Mendeleïev), mais diffèrent par le nombre des neutrons contenus dans leurs noyaux.

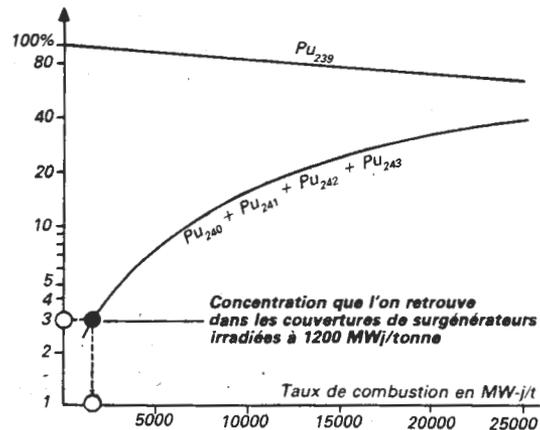
elle aussi, et ainsi de suite. Par conséquent, plus on laisse longtemps le plutonium dans le réacteur, plus on obtient d'isotopes de ce corps.

Cela dit, il convient d'ajouter que le Pu 240 et le Pu 242 présentent tous deux la particularité — fâcheuse pour un usage militaire — d'être spontanément fissiles. Dès que leur concentration dépasse quelques pour-cent, ils peuvent provoquer des préamorçages susceptibles, dans le cas d'une bombe, de dérégler les dispositifs de mise à feu et de réduire, voire d'empêcher, l'explosion atomique. Il en résulte qu'un plutonium qui n'a pas une très faible teneur en isotope 240 (d'après le processus énoncé ci-dessus, il en aura automatiquement une plus faible encore en isotope 242) n'est pas approprié à la réalisation de bombes tactiques de faible puissance ni à celle de bombes à neutrons, aux réglages extrêmement délicats.

Dans le cas d'une bombe stratégique, la juxtaposition d'un flux de neutrons provenant d'un tir antimissile au flux intrinsèque des fissions spontanées augmente la probabilité de détérioration de la charge. Il faut donc, là encore, limiter le plus possible la teneur en Pu 240 si l'on veut obtenir un "durcissement" satisfaisant.

C'est ce type de plutonium, à très faible concentration en isotope 240, que l'on appelle le plutonium de qualité militaire.

Comment l'obtient-on ? En limitant le flux de neutrons auquel est soumis l'uranium introduit dans un réacteur. On l'a vu plus haut : moins l'uranium 238 reste longtemps dans un flux de neutrons et plus est faible la concentration relative des plutonium 240 et au-delà (voir courbes ci-dessous). Pour évaluer ce flux de neutrons, on utilise la notion de taux de combustion, exprimé en MWj/t (mégawatt-jour par tonne). En effet le flux de neutrons émis est proportionnel au nombre de fissions subies (fissions qui peuvent être assimilées à une combustion) par unité de masse de combustible ; d'autre part, l'énergie



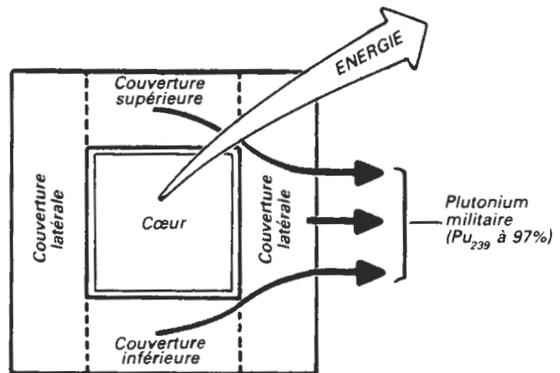
Ces courbes indiquent, en fonction du taux de combustion, les concentrations relatives des divers isotopes de plutonium dans un combustible de réacteur PWR. On constate que plus le taux de combustion est important, plus ce combustible contient d'isotopes indésirables (Pu 240, 241, 242, 243), et moins il réferme du Pu 239, l'isotope qui convient le mieux aux militaires.

thermique produite est elle-même proportionnelle au nombre de fissions. Donc l'énergie produite peut servir à mesurer la combustion. Comme cette énergie est très grande, on ne l'exprime pas en kilowatts-heure, mais en mégawatts-jours (1 MWj = 24 000 kWh).

Ainsi, avec un réacteur PWR, par exemple, on peut obtenir un plutonium constitué de 97% de Pu 239 et de seulement 3% de Pu 240 — ce qui est un excellent plutonium de qualité militaire — à condition de limiter à 1000 ou 2000 MWj/t le taux de combustion du cœur (contre 30000 MWj/t si l'on recherche avant tout la production d'électricité). Avec un surgénérateur, la technique est différente : pour obtenir un bon plutonium militaire, à 97% de Pu 239, il suffit de renouveler à une fréquence appropriée la "couverture fertile" du réacteur. De quoi s'agit-il ? Nous allons le voir en examinant plus en détail le fonctionnement de ces trois types de réacteurs.

Les surgénérateurs. La physique des surgénérateurs n'est pas la même que celle des réacteurs PWR ou des réacteurs graphite-gaz. Les neutrons émis par la réaction en chaîne n'y sont plus ralentis par la présence d'un modérateur (eau ou graphite), et leurs propriétés dans le domaine des fissions et des captures en sont modifiées. En particulier, un flux important de neutrons rapides excédentaires sort en permanence du cœur du réacteur. On exploite ce flux en disposant autour de ce cœur (schéma ci-dessous) une couche épaisse d'uranium 238, un élément qui n'est pas fissile (il ne permet pas la réaction en chaîne), mais fertile (il peut capturer des neutrons et se transformer en plutonium 239, qui, lui, est fissile). C'est cette couche d'U 238 que l'on appelle la "couverture fertile".

L'intérêt technique du surgénérateur tient à ce qu'il peut produire simultanément beaucoup de plutonium militaire et beaucoup d'électricité,



et cela en marche continue. Son exploitation peut donc être qualifiée de "civilitaire", car il représente, techniquement, la solution optimale pour les finalités civile et militaire.

Le cœur du surgénérateur est constitué d'un oxyde mixte uranium-plutonium. Le plutonium

provient du retraitement des combustibles extraits des réacteurs PWR ou graphite-gaz civils, et sa composition isotopique est approximativement de 60% de Pu 239 et de 40% de Pu 240, 241, 242 et 243. Avec un taux de combustion de 70 000 à 100 000 MWj/t, le cœur produit plus de 95% de l'énergie du réacteur. Son bilan plutonigène est légèrement négatif puisque, au terme de chaque cycle, il s'est produit un peu moins de plutonium (par transmutation de l'uranium) qu'il ne s'en est consommé par fission. Sans sa couverture fertile un tel réacteur n'est donc pas un surgénérateur.

La couverture fertile est initialement composée exclusivement d'uranium 238 non fissile. Pour Superphénix, il est prévu de l'extraire et de la remplacer chaque fois que la concentration en Pu dans l'uranium aura atteint environ 1%. Ce plutonium aura subi peu de fissions, puisque le taux de combustion de la couverture ne sera, au moment de son extraction, que de 1 200 MWj/t.

Le plutonium produit dans la couverture peut compenser le bilan plutonigène négatif du cœur, et même, au-delà, procurer un certain surplus justifiant cette fois le nom de "surgénérateur au plutonium" attribué à ce type de réacteur.

Pour la production de plutonium militaire, l'avantage du surgénérateur sur les réacteurs PWR ou graphite-gaz est considérable : avec un taux de combustion équivalent, la concentration du plutonium de qualité militaire dans l'uranium de la couverture est 10 à 30 fois plus élevée, d'où un coût de retraitement (d'extraction) plus de 10 fois plus faible.

Les réacteurs graphite-gaz. Ils ont été conçus pour être chargés et déchargés en fonctionnement. Leur cœur est constitué d'un bloc de graphite percé de multiples canaux (plusieurs milliers) à l'intérieur desquels sont empièlées des cartouches de combustible (10 à 20 par canal). Une ou deux machines de chargement-déchargement assurent les opérations de renouvellement de ces cartouches ou leur transfert d'un emplacement à un autre en vue d'optimiser leur combustion.

Les grands réacteurs graphite-gaz des centrales de Saint-Laurent-des-Eaux et du Bugey, contrairement à ceux de Chinon qui ont une finalité à la fois électrogène (production d'électricité) et militaire (production de plutonium), ont été conçus pour maximiser la production de courant, grâce à un taux de combustion de 6 000 MWj/t. De ce fait ils ne disposent pas de machines de chargement-déchargement rapides, capables de soutenir le rythme imposé par les cycles plutonigènes militaires (extraction des cartouches dès que le taux de combustion atteint 200 à 400 MWj/t) tout en maintenant les réacteurs à leur puissance électrique nominale. Ces grands réacteurs ne sauraient donc, sauf de façon très marginale (les cartouches périphériques reçoivent moins de neutrons et ont par

conséquent un taux de combustion plus faible) procurer à bon compte du plutonium militaire. Il est néanmoins possible de les exploiter à cette fin à condition de réduire leur puissance et d'accepter de produire moins d'électricité. Mais alors des problèmes se poseraient en amont (fabrication des combustibles) et en aval (transport des combustibles irradiés et, surtout, absence d'une capacité de retraitement suffisante) pour arriver à un résultat équivalent à celui des surgénérateurs.

Les réacteurs PWR. Contrairement aux graphite-gaz, ces réacteurs ne peuvent être chargés et déchargés qu'à l'arrêt. Dans un cycle d'exploitation strictement électrogène, cette opération a lieu à peu près tous les ans et ne concerne chaque fois que le tiers périphérique du cœur. Mais tout le reste est réarrangé, et le tiers rentrant est placé au centre. On profite généralement de cet arrêt pour procéder aux contrôles indispensables (fissures, corrosion, etc.) et à l'entretien. L'ensemble des opérations demande un à deux mois.

A l'heure actuelle, les PWR ont une vocation essentiellement électrogène, et leur taux de combustion est très poussé : environ 30 000 MWj/t. Si l'on veut les utiliser pour la production de plutonium militaire, ce taux doit être ramené à 1 000 ou 2 000 MWj/t. En conséquence, les cycles deviennent beaucoup plus brefs : un ou deux mois seulement de marche à pleine puissance. En contre-partie, les révisions à chaque interruption sont moins nombreuses, et la durée de l'arrêt peut être réduite à quinze jours-trois semaines. Précision supplémentaire : dans cette hypothèse, la totalité du cœur serait déchargée et rechargée à chaque arrêt (72 tonnes de combustible pour un PWR de 900 mégawatts électriques).

A partir de ces données, on aboutit aux conclusions suivantes : la durée totale d'un cycle à 1 000 MWj/t serait de 45 à 50 jours, soit 7 ou 8 cycles par an, chaque cycle donnant quelque 35 kilos de plutonium de qualité militaire, soit 250 à 280 kilos par an. Pour un cycle à 2 000 MWj/t, les chiffres deviennent respectivement : 75 à 80 jours par cycle, soit 4 ou 5 cycles par an, et 65 kilos de plutonium par cycle, soit 260 à 325 kilos par an.

Deux réacteurs PWR d'une puissance de 900 MWe (mégawatts électriques) fourniraient donc autant de plutonium militaire que Phénix et Superphénix. Cela peut surprendre, tant il est admis que les PWR sont impropres à une exploitation militaire ; mais le fait est là, incontestable. Et même si les arrêts fréquents représentent une contrainte réelle, celle-ci est largement compensée par le bas prix et la haute fiabilité de ce type de réacteurs. Les obstacles les plus sérieux proviennent plutôt du cycle combustible. En effet seuls les pays possédant de grandes usines de retraitement pour PWR peuvent envisager d'emprunter cette voie pour se constituer un armement nucléaire. D'autre part, il faut sa-

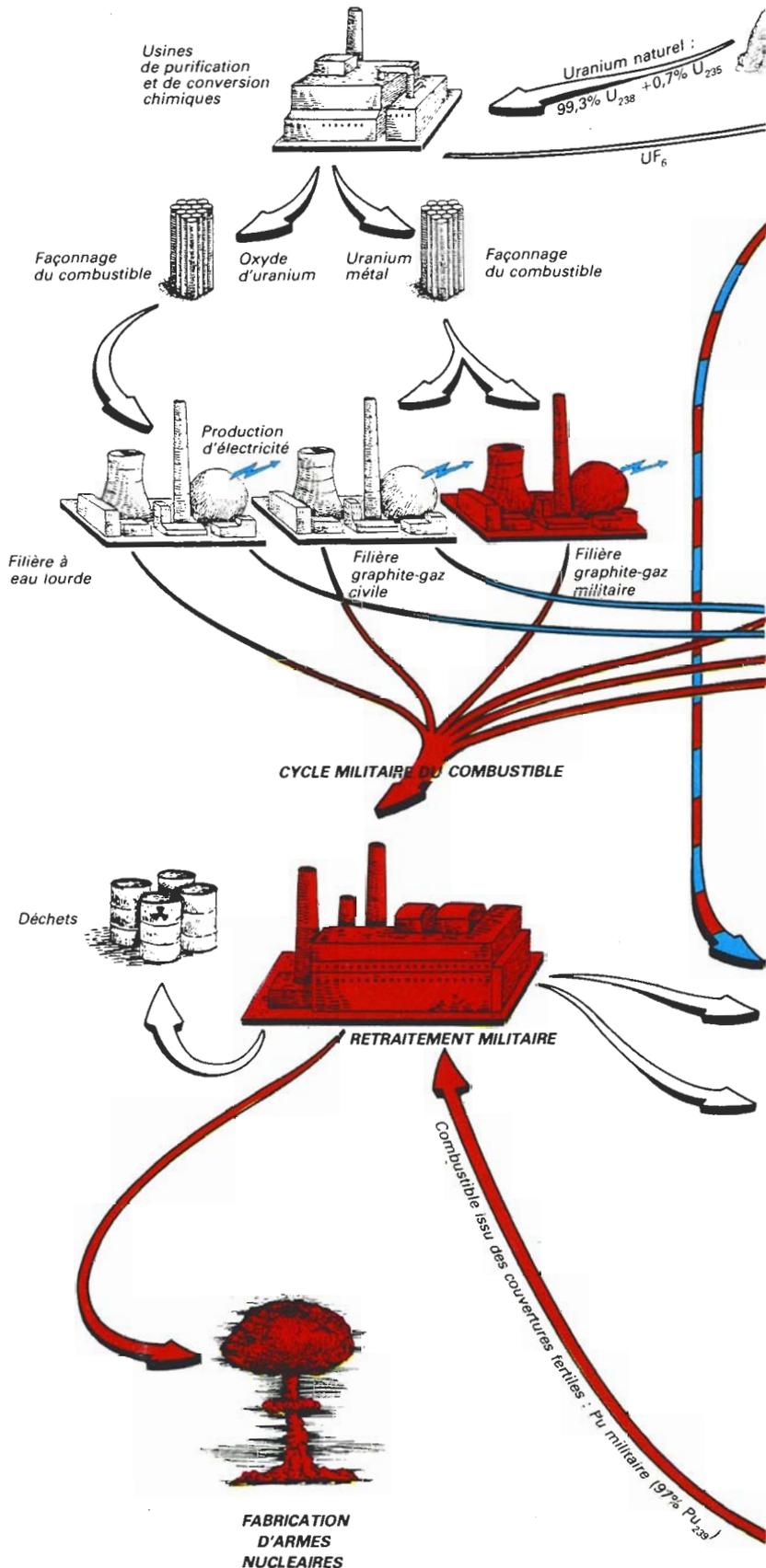
TOUS LES CHEMINS MÈNENT À LA BOMBE

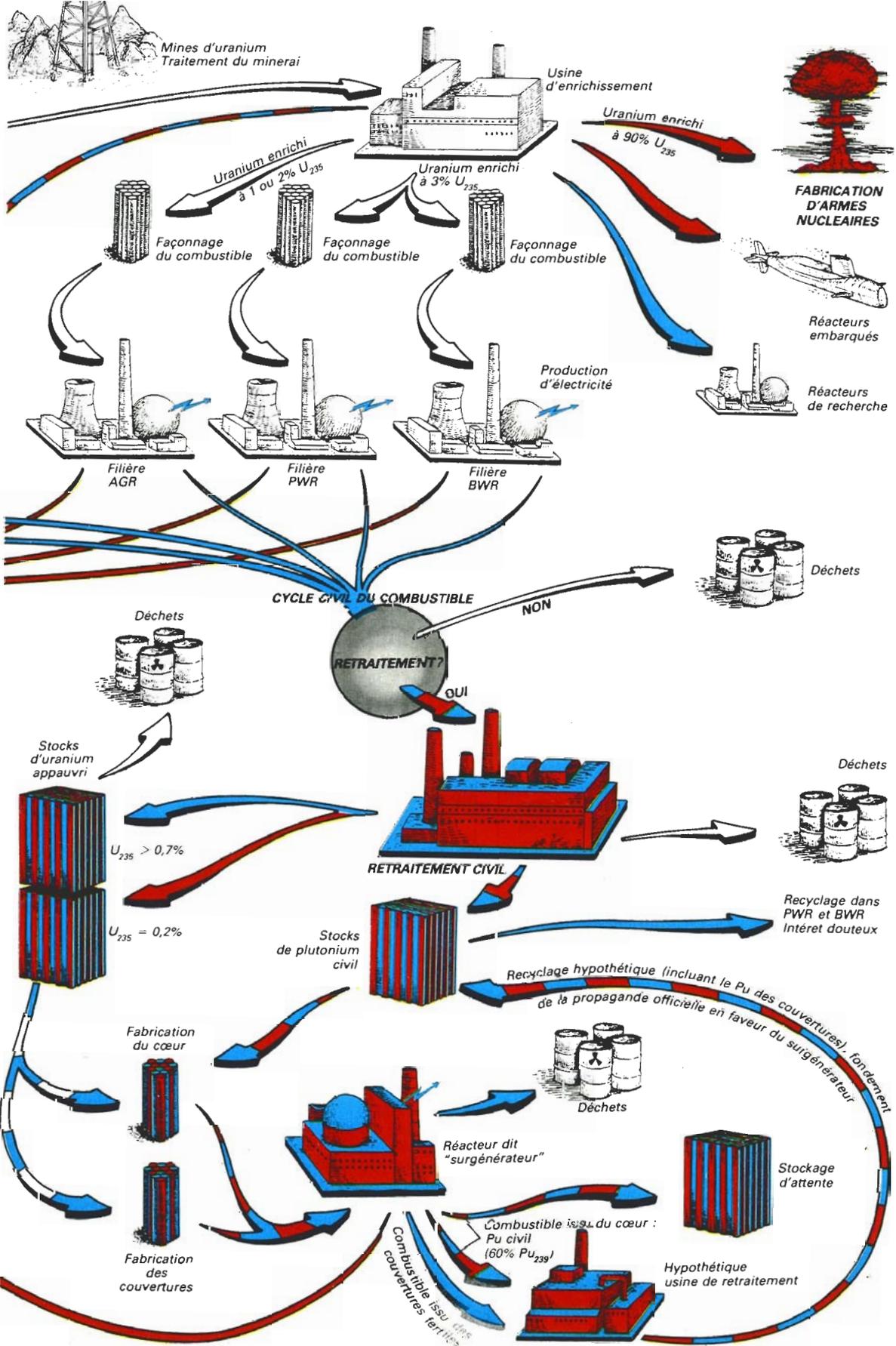
Ce schéma résume les différents cycles du combustible nucléaire, depuis la mine d'uranium jusqu'au surgénérateur. En rouge, tout ce qui correspond à une utilisation militaire; en bleu, ce qui relève d'une exploitation civile, c'est-à-dire essentiellement de la production d'électricité (flèches bleues); en rouge et bleu, ce qui peut avoir une finalité aussi bien militaire que civile.

On remarquera que, s'il existe des filières spécifiquement militaires (celle qui passe par le réacteur graphite-gaz militaire, ou celle qui utilise l'uranium très enrichi), il n'en existe pas qui soient exclusivement civiles. En effet tous les types de réacteurs civils produisent ou peuvent produire du plutonium de qualité militaire (97% de Pu_{239}).

De plus, à partir du moment où l'on choisit de retraiter les combustibles civils issus de ces différents types de réacteurs, on s'engage dans la voie de la surgénération qui peut déboucher aussi bien sur le civil que sur le militaire. Par exemple, dans leur mode d'exploitation actuel (Phénix) ou futur (Superphénix I et II), les surgénérateurs français, sous couvert de production civile d'électricité, ont surtout une vocation militaire: la fourniture de plutonium de qualité militaire.

Toute l'astuce de la propagande officielle consiste à faire croire que les combustibles issus du cœur et des couvertures fertiles des surgénérateurs seront retraités, et que le plutonium récupéré sera réemployé pour un nouveau cycle de production d'énergie, destinée à faire tourner des turbines productrices d'électricité. Or, non seulement le retraitement du cœur des surgénérateurs est loin d'être maîtrisé, mais le plutonium des couvertures est d'abord et avant tout réservé aux militaires!





voir que, conformément à leurs statuts, les usines d'enrichissement civiles n'ont pas le droit de travailler pour les militaires. Dans le cas de la France, le recours à l'usine militaire de Pierrelatte ne résoudrait pas le problème, car, non seulement cette usine n'a pas la capacité suffisante pour alimenter deux réacteurs PWR de 900 MWe à vocation militaire, mais elle est déjà occupée à approvisionner en uranium très enrichi les réacteurs des sous-marins nucléaires.

Maintenant que nous connaissons tous les tenants et aboutissants du plutonium militaire, nous pouvons revenir à l'observation que nous énoncions plus haut, à savoir que la demande concernant ce type de plutonium s'est considérablement accrue au cours des dernières années. Pour quelle raison ?

Parce que, tout simplement, la France est passée d'une force de dissuasion constituée de quelques dizaines de bombes stratégiques (transportées par Mirage IV, missiles SSBS du plateau d'Albion et missiles M1 des premiers sous-marins nucléaires) et tactiques de forte puissance (transportées par fusées Pluton, Mirage III, Mirage F1 et Super-Étendard), à un programme qui, hors une éventuelle industrialisation de la bombe à neutrons, frise déjà le millier de charges :

- 600 charges pour les missiles M4 de la force nucléaire stratégique embarquée (6 sous-marins emportant chacun 16 missiles à 6 têtes nucléaires) ;
- 200 charges pour le futur missile Hadès ;
- environ 150 charges pour les essais et le perfectionnement des bombes miniaturisées et des bombes à neutrons.

Toutes ces charges représentent un total de 4,5 à 5 tonnes de plutonium. Bien entendu, il en faudrait encore plus si l'on décidait de produire en série la bombe à neutrons pour les brigades hélicoptères de l'armée de terre et les avions d'assaut des forces aériennes, éventualité qui se précise chaque jour davantage, mais qui n'a d'intérêt que si l'on possède suffisamment de ces bombes pour les utiliser comme des armes classiques. Au bas mot, il faudrait disposer d'au moins 1 000 à 2 000 charges, chacune nécessitant environ 5 kilos de plutonium militaire.

Comment produire tout ce plutonium, et dans quels délais ?

Les délais sont ceux qui ont été assignés aux systèmes d'armes : 1990 pour Hadès et les missiles M4 ; autour de l'an 2000 pour le déploiement massif des armes tactiques. Quant aux moyens de production, ils sont actuellement les suivants :

1. Officiellement, le réacteur graphique-gaz G3 de Marcoule, capable théoriquement de donner 40 kilos de plutonium par an ;
2. Éventuellement, les réacteurs graphique-gaz Chinon 2 et Chinon 3 d'EDF, qui disposent de machines de chargement et déchargement adaptées au rythme rapide des cycles militaires. Toutefois, à l'heure actuelle, ces réacteurs ne sem-

blent pas être exploités pour la fourniture de plutonium militaire, mais seulement pour la production d'électricité. De toute façon, même s'ils étaient reconvertis en pourvoyeurs de plutonium, on ne pourrait guère en tirer plus de 60 kilos, cela à cause des limites de l'usine de retraitement de Marcoule, où l'on extrait le plutonium produit par les réacteurs graphite-gaz. Cette usine, en effet, n'est capable de retraiter annuellement que 300 tonnes de combustible, de quoi donner 100 kilos de plutonium à 97% de Pu 239 (en décomptant les combustibles en provenance de G3, d'où sont tirés quelque 40 kilos de plutonium, on voit que Chinon 2 et 3 ne pourraient guère fournir plus de 60 kilos). Dernière précision, mais qui a son importance : toutes les installations graphite-gaz seront déclassées (abandonnées) au début des années 90, sinon avant.

3. Officieusement, le réacteur Phénix, qui donne environ 115 kg de plutonium militaire dans ses couvertures fertiles.

A ces moyens de production, il faut ajouter un stock de plutonium provenant des surplus des années précédentes : il ne doit pas dépasser 3 tonnes(?).

Compte tenu des diverses ressources que nous venons de recenser, il faudrait, pour satisfaire les besoins d'ici au début des années 90, produire en moyenne 200 à 250 kilos de plutonium militaire par an. Or, Superphénix en donnera environ 330 kilos. Au-delà de 1990, la fabrication, disons en une dizaine d'années, de 2 000 bombes tactiques à neutrons réclamera, si elle est entreprise, approximativement 1 tonne de plutonium par an. Or, la mise en service de Superphénix II portera notre capacité de production aux alentours de 900 kilos de plutonium par an.

On ne peut donc pas accuser d'imprévoyance les pouvoirs publics, les dirigeants du CEA et les militaires. Au moment même où, vers la fin des années 60, s'est décidé l'abandon de la filière graphite-gaz, la mise en place de nouveaux moyens de production de plutonium était en cours. Et, aujourd'hui, Phénix et Superphénix sont là, flanqués d'une usine de La Hague en cours d'extension, pour opérer la jonction avec le système graphite-gaz en voie d'extinction.

Mais la France est le seul pays au monde qui ait assis son futur armement nucléaire sur la surgénération. La raison ne peut pas être uniquement d'ordre technique puisque, nous l'avons vu, il existe d'autres solutions : celle des réacteurs graphite-gaz (mais nous ne la retiendrons pas puisque cette filière est sur le point d'être démantelée, et que sa reconstitution serait d'un coût prohibitif) et celle des réacteurs PWR fonctionnant en cycle militaire. Alors, l'explica-

(7) Nous omettons volontairement d'intégrer à ce stock le plutonium des armes déclassées ou qui le seront prochainement, car il n'est pas certain — mais cela est couvert par le secret le plus absolu — que ce plutonium puisse être recyclé. Pour être réemployé, il faudrait que sa qualité isotopique convienne aux armes nouvelles.

tion ne serait-elle pas plutôt d'ordre économique ou financier? C'est ce que nous allons maintenant examiner.

Pour cela, et nous prions le lecteur de nous en excuser, il nous faut entrer dans le domaine des chiffres, afin de comparer de la façon la plus précise qui soit les deux solutions (surgénérateur et PWR militarisé) et de dégager les motivations réelles du choix effectué.

Pour nos calculs, l'objectif que nous avons assigné à un appareil industriel nucléaire, est de fournir 445 kilos de plutonium de qualité militaire (à 97-98% de Pu 239). Ce chiffre correspond aux productions annuelles cumulées de Phénix et du Superphénix, réacteurs qui, en tant que choix officiel, peuvent être considérés comme système de référence.

A partir de là, nous avons établi deux bilans :

— un bilan strictement militaire, où seul le coût de production du plutonium militaire est comptabilisé, ce qui signifie que, pour les surgénérateurs, les autres coûts (retraitement, fabrication du cœur, investissements) sont à la charge d'EDF, donc des usagers de l'électricité ;

— un bilan de fonctionnement global intégrant toutes les dépenses et toutes les recettes, ainsi que les investissements initiaux. Ce bilan doit permettre d'évaluer l'incidence exacte sur les programmes industriels civils du choix effectué pour la production du plutonium militaire.

Dans ces bilans nous avons fait apparaître :

● la consommation d'uranium naturel et la quantité de combustibles à retraiter pour la finalité militaire ;

● les coûts du cycle de cet uranium naturel : enrichissement, fabrication du combustible (mise en forme de l'uranium, usinage et gainage) et retraitement du combustible irradié ;

● la production d'électricité des réacteurs ;

● le coût officiel et le coût réel de l'exploitation du cœur du surgénérateur (prix du plutonium et fabrication du combustible) ;

● les investissements correspondant aux installations nécessaires dans l'un et l'autre cas ;

● enfin, la balance globale sur la base de 20 années de fonctionnement — ramenées en fait à 15 années de pleine exploitation pour tenir compte des périodes d'indisponibilité dues aux pannes importantes.

Précisions supplémentaires :

● Dans l'option surgénérateur, nous avons volontairement négligé le recyclage du cœur. Cette opération, en effet, n'est pas envisageable pour le moment, la petite usine expérimentale TOR, dont la construction à Marcoule a été décidée pour 1983, ayant une capacité théorique tout juste suffisante pour Phénix.

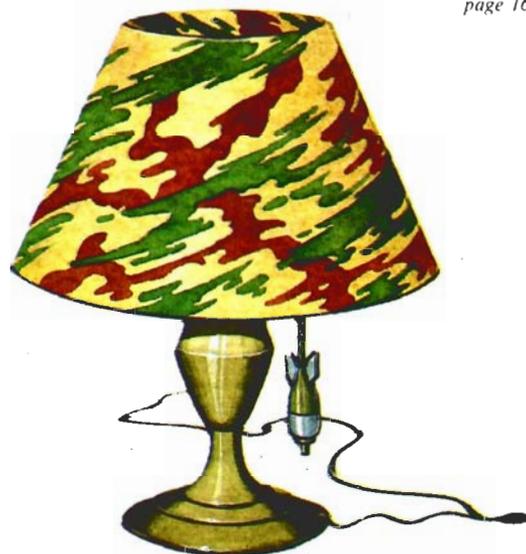
● Dans l'option PWR militarisé, nous avons pris en considération le fait que, les cycles d'irradiation devenant très courts, on n'a plus be-

soin d'un uranium enrichi (en U 235) à 3,25%, pourcentage nécessaire pour une production optimale d'électricité. Une concentration à 2% est suffisante, ce qui entraîne une moindre consommation d'uranium et une moindre dépense d'enrichissement.

● Toujours dans l'option PWR militarisé, nous avons estimé que la très faible variation de la teneur en uranium 235 du combustible durant un cycle d'irradiation militaire autorisait le réemploi de l'uranium après extraction du plutonium. Nous avons donc établi notre évaluation à partir du processus suivant : le cœur est déchargé en totalité après chaque cycle, mais on y distingue trois zones concentriques, d'égale volume ; pour le cycle suivant, l'uranium provenant de la zone centrale est placé dans la zone intermédiaire, et celui de la zone intermédiaire dans la zone périphérique. Ainsi, à chaque cycle, il n'est besoin de renouveler que le tiers du combustible, celui que l'on dispose dans la zone centrale. En revanche, nous n'avons pas retenu l'hypothèse d'un réenrichissement de l'uranium sortant de la zone périphérique, pour la bonne raison que la technique de diffusion gazeuse qui est employée en France et ailleurs pour cette opération, est trop sensible aux impuretés qui contaminent l'uranium issu du retraitement. Nous n'avons pas non plus prévu une éventuelle revente de cet uranium aux Anglais, bien qu'il soit parfaitement apte à alimenter leurs réacteurs AGR (*Advanced Gas-cooled Reactor* : réacteur avancé refroidi au gaz, filière spécifiquement britannique.)

● Enfin, dans l'hypothèse du PWR militarisé, l'abandon de la surgénération rend inutile le retraitement des combustibles PWR civils pour l'obtention du plutonium destiné au cœur des surgénérateurs. L'usine de La Hague peut alors être consacrée au retraitement du combustible faiblement irradié des PWR militaires.

(suite
du texte
page 162)



Le tableau ci-contre résume l'ensemble des considérations et hypothèses retenues. Il comporte, pour le surgénérateur, deux estimations : l'une officielle, l'autre que nous avons qualifiée de "réelle". A quoi tient cette différence ?

Au fait que la thèse officielle part du postulat, accepté uniquement en France, que le retraitement des PWR est une opération fatale, nécessitée par les exigences d'une bonne gestion des déchets nucléaires, et dont le coût est donc à imputer sur les factures d'électricité. Or, avec un tel postulat, le plutonium extrait des combustibles retraités devient un simple sous-produit du retraitement, et son prix peut être fixé de façon tout à fait arbitraire. En d'autres termes, le retraitement devant de toute façon être effectué, le plutonium extrait n'a plus prix, puisqu'il est payé par le retraitement. On se contente de lui attribuer une "valeur d'usage", que l'on ajuste à volonté en fonction d'un objectif simple : prouver la compétitivité de la filière des surgénérateurs.

Voilà pourquoi, dans le calcul officiel, le coût du combustible formant le cœur du surgénérateur (rubrique 12 du tableau) est aussi bas.

A titre indicatif, et pour montrer l'absurdité du mode d'évaluation officiel, précisons qu'actuellement la "valeur d'usage" retenue pour le plutonium (120 F le gramme) correspond à l'économie en uranium et en enrichissement que permettrait une réutilisation de ce plutonium dans des réacteurs PWR, solution pourtant considérée par ces mêmes officiels comme une hérésie complète, dans la mesure où l'introduction de combustible au plutonium dans des réacteurs à neutrons thermiques tels que les PWR, interdit quasiment tout retraitement ultérieur. De plus, cette valeur d'usage ne tient compte que très partiellement du surcoût de fabrication des combustibles au plutonium. En effet, ce plutonium qui est censé remplacer l'uranium, il faut d'abord l'usiner, le gainer, etc. Or, le coût de ces opérations est 6 à 10 fois plus élevé avec le plutonium qu'avec l'uranium, en raison surtout des problèmes de contrôle et de radioprotection.

Bref, la valeur d'usage conférée au plutonium est un prix "bidon" qui permet de présenter un bilan favorable et de faire croire que la surgénération est globalement rentable — car un déficit de 4,6 milliards en 20 ans (rubrique 17 du tableau) peut, compte tenu du très faible coût du plutonium militaire, passer pour un résultat fort satisfaisant.

Enfin, suprême astuce, le mythe du retraitement fatal, et son corollaire du plutonium au rabais, permettent de masquer le détournement opéré par les militaires sur les couvertures fertiles — qui, elles, produisent du plutonium réellement bon marché, plutonium qui pourrait être utilisé dans le cœur du surgénérateur — et d'ac-

créditer l'image d'un surgénérateur à vocation purement civile, dont le financement, depuis les investissements jusqu'au retraitement, doit être supporté par des budgets civils et par les factures d'électricité.

En résumé, le surgénérateur est une sorte d'agent double qui, présentant un visage civil, appointé par les civils, travaille en sous-main, et à un prix défiant toute concurrence, pour les militaires.

Ceux-ci d'ailleurs ne s'y sont pas trompés. Le 19 janvier 1978, un article du *Monde* rendant compte d'une réunion de la commission des Affaires étrangères du parti radical rapportait cette phrase du général Thiry, conseiller militaire auprès de l'administrateur délégué du CEA : « La France sait faire des armes atomiques de tous modèles et de toutes puissances. Elle pourra, pour des coûts relativement faibles, en fabriquer de grandes quantités dès que les surgénérateurs lui fourniront en abondance le plutonium nécessaire. » On ne peut reconnaître plus nettement l'intérêt de la filière surgénération pour le développement de l'armement nucléaire français !

Mais l'aveu le plus étonnant, celui qui explique pourquoi le surgénérateur procure aux militaires un plutonium 12 à 25 fois moins cher que le PWR, on le trouve noir sur blanc dans le rapport d'activité du CEA pour l'année 1973, au chapitre "Applications militaires" : « Il s'agit pour le CEA, y lit-on, dans un cadre budgétaire sans élasticité et avec des effectifs strictement plafonnés :

— d'augmenter progressivement, et dans des proportions importantes, le nombre des armes produites, aussi bien pour l'armement stratégique que pour l'armement tactique ;

— d'ajuster la production des matières nucléaires militaires à des besoins fortement évolutifs en mettant à profit les progrès de la technique et des programmes civils (qui ont eux-mêmes largement bénéficié des programmes militaires) pour limiter les dépenses correspondantes. »

Il n'y a là pas la moindre ambiguïté : « mettre à profit les programmes civils » pour « limiter les dépenses », cela veut dire en clair faire payer aux civils la filière surgénération pour offrir aux militaires le plutonium dont ils ont besoin à un prix qui leur convient.

Laissons maintenant le coût officiel, et penchons-nous sur le coût réel. Comment celui-ci a-t-il été déterminé ? Simplement en ne considérant plus le retraitement comme une obligation inéluctable. En effet des études officielles faites aux USA, en Allemagne, en Grande-Bretagne, en Suède, etc., avec réalisations à l'appui, ont démontré que :

a) le retraitement est plutôt un facteur d'augmentation du volume des déchets et de multiplication des formes physico-chimiques difficiles à conditionner ;

b) le stockage des combustibles en l'état est une solution plus rationnelle parce qu'il n'oblige

BILANS COMPARATIFS DES DEUX SOLUTIONS INDUSTRIELLES ENVISAGEABLES POUR OBTENIR DU PLUTONIUM MILITAIRE

I. CYCLE MILITAIRE

RUBRIQUES	SURGÉNÉRATEUR	PWR MILITARISÉ	REMARQUES
Zone du réacteur concernée par la production d'uranium militaire	Les couvertures fertiles	Le cœur	
1 Uranium naturel mis en œuvre (tonne/an)	0 (45 t d'uranium appauvri)	600 à 1200 t (selon le taux de combustion choisi)	L'uranium appauvri provient des usines d'enrichissement. Étant donné l'ampleur des stocks actuels, son coût peut être considéré comme nul.
2 Taux de combustion (en MWj/t)	1200	2000 à 1000	Dans le PWR, un taux de combustion 2 fois moindre exige, pour une production de plutonium identique, une quantité d'uranium 2 fois plus élevée (cf. ligne précédente).
3 Tonnage à retraiter (par an)	45 t	400 à 800 t	
4 Plutonium militaire produit, à 97% de Pu 239 (kilo/an)	445	445	
5 Coût de l'extraction du plutonium militaire (en milliard de F/an)	0,09 (à 2000 F/kg)	0,8 à 1,6 (à 2000 F/kg)	Le prix de retraitement choisi (2000 F/kg) tient compte de la relative facilité des opérations.
6 Coût de l'uranium naturel (en milliard de F/an)	0	0,25 à 0,5	Le prix choisi pour base est de 400 F/kg.
7 Coût de l'enrichissement (en milliard de F/an)	0	0,1 à 0,2	Techniquement, l'usine EURODIF pourrait assurer ce service (environ 10% de sa capacité industrielle).
8 Coût de façonnage du combustible militaire (en milliard de F/an)	0,02	0,2 à 0,4	
9 Coût du plutonium militaire proprement dit (en milliards de F/an)	0,11	1,35 à 2,7	Ce coût ne prend en compte que l'extraction du plutonium militaire et la fabrication du combustible militaire.

II. CYCLE CIVIL

Zone du réacteur concernée par la production d'énergie électrique	Le cœur Les couvertures fertiles	Le cœur	
10 Puissance installée (en mégawatts électriques)	1450 MWa	1800 MWa	
11 Électricité produite (en milliards de kWh/an)	9,8	5,6	Utilisé pour la production de plutonium militaire, le PWR est soumis à de fréquents arrêts, ce qui explique que, malgré une puissance installée supérieure, sa production d'électricité soit inférieure à celle du surgénérateur.
12 Coût du combustible formant le cœur du surgénérateur (en milliards de F/an)	Officiel : 0,4 Réel : 3	5,6	Ce coût se décompose de la façon suivante : Officiel : Pu = 0,35 fabrication = 0,05 Réel : Pu = 2,8 fabrication = 0,2
13 Investissement pour les installations (en milliards de F)	20	8	
14 Recettes procurées par la vente de l'électricité (en milliards de F, sur la base de 0,20 F le kWh)	29	17	Ces recettes ont été calculées sur un cycle de 15 ans de fonctionnement effectif.
15 Entretien sur 20 ans (en milliards de F)	6	6	
16 Coût du cycle sur 20 ans, entretien compris (en milliards de F)	Officiel : 13,6 Réel : 52,6	26,2 à 46,5	Ces coûts ont été calculés pour une production effective de 15 années. Ils comprennent : — pour le surgénérateur : le coût annuel du plutonium militaire × 15 ; le coût annuel du combustible du cœur × 15, et le coût de l'entretien. — pour le PWR : le coût annuel du plutonium militaire × 15, et le coût de l'entretien.
17 Bilan économique global (en milliards de F)	Officiel : - 4,6 Réel : - 43,6	- 17,2 à - 37,5	Ce bilan global est obtenu en ajoutant au coût du cycle le montant de l'investissement, et en retranchant de cette somme les recettes procurées par la vente de l'électricité.

SURGÉNÉRATEURS

(suite de la page 162)

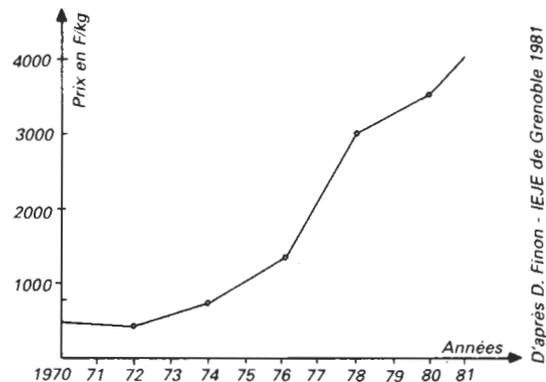
pas à disperser les crédits sur un grand nombre de variétés de déchets ;

c) le bilan, toutes dépenses comprises, des opérations de retraitement et de gestion des déchets est en moyenne 10 fois plus élevé que celui du stockage en l'état des combustibles usés.

Mais ne plus considérer le retraitement comme une fatalité, ce n'est pas le supprimer complètement, mais ne le pratiquer que dans un but précis — par exemple, récupérer le plutonium nécessaire à la confection du cœur des surgénérateurs — et en en faisant supporter la charge uniquement par ceux à qui il profite — en l'occurrence par les surgénérateurs. Dans cette perspective, le plutonium n'est plus un sous-produit dont la valeur est indéterminée et ajustable à convenance, mais une denrée comme une autre dont le prix correspond au coût réel de sa production, c'est-à-dire au coût réel du retraitement.

Quel est ce coût ? Là encore il faut se méfier des estimations officielles. En effet la tendance à sous-évaluer systématiquement le prix du retraitement est une constante historique qui se nourrit de l'absence d'examen contradictoire. Jamais aucune discussion poussée et ouverte n'a eu lieu sur les difficultés techniques et les coûts effectifs des opérations destinées à extraire le plutonium des combustibles PWR et à le recycler. Par contre, la nécessité de justifier des décisions antérieures, la volonté d'établir à tout prix le bien-fondé de la surgénération et de prouver sa rentabilité, ont toujours conduit à minimiser les dérapages de prix dus aux problèmes rencontrés et aux échecs enregistrés. C'est pourquoi, bien que le coût officiel du retraitement ait presque décuplé depuis 1970 (voir courbe ci-dessous), les responsables politiques continuent de prêter une oreille complaisante aux apôtres de la surgénération.

Un exemple récent illustre de façon éloquent l'arbitraire qui préside à la fixation du prix du retraitement : il s'agit du devis de l'usine



Prix du retraitement et des opérations connexes, en francs de 1980, pour le combustible usé des réacteurs PWR (taux d'irradiation 30 000 mégawatts-jours/tonnes).

à construire à La Hague pour constituer les stocks de plutonium civil nécessaires au lancement d'un éventuel programme de surgénérateurs. Chargée de la conception du projet, la SGN (Société générale nucléaire), filiale du CEA, présente un devis en 1979 : il s'élève à 20 milliards de francs, montant qui correspond aux propositions similaires des Britanniques et des Allemands. Mais la somme est jugée trop élevée, et une enveloppe de 11 milliards est fixée d'autorité. Or, c'est à partir de ce "devis" imposé qu'a été calculé le prix officiel 1981 du retraitement : 4 500 francs le kilo !

Cette façon quelque peu cynique de dicter sa loi semble d'ailleurs familière aux responsables français du nucléaire. N'ont-ils pas déjà, à la faveur des circonstances, réussi à faire payer par l'étranger une grande partie des installations de retraitement de La Hague ? L'histoire est si édifiante qu'elle vaut d'être contée. En Suisse, en Suède et en Allemagne, une législation très stricte oblige les producteurs d'électricité à régler le problème de leurs déchets radioactifs avant de mettre en service leurs centrales nucléaires. Profitant du fait que, dans ces pays, les techniques de gestion des déchets étaient encore fort peu avancées, le CEA et sa filiale la COGEMA (Compagnie générale de matières nucléaires) proposèrent à ces producteurs des contrats léonins, qui, en échange d'une promesse de retraitement, exigeaient d'eux qu'ils finançassent par avance la construction de l'usine, qu'ils reprissent leurs résidus de retraitement (ou bien leur combustible non retraité, en cas de panne ou de difficulté) dans des délais bien définis, et qu'ils abandonnassent leur plutonium au cas où ils ne pourraient en garantir un usage civil après son rapatriement. Cette dernière clause avait pour but d'inciter les clients à vendre leur plutonium à la COGEMA, à un prix, bien entendu, très au-dessous de sa valeur réelle.

Il n'est pas impossible que des conditions financières et commerciales aussi avantageuses pour la partie française aient contribué à amener nos nouveaux dirigeants à réviser leur position antérieure sur l'extension de l'usine de La Hague. Il est peu probable, cependant, que ce genre de (bonne) affaire se renouvelle. Aujourd'hui, les éventuels candidats y regardent à deux fois et préfèrent souvent se rabattre sur des solutions plus nationales et moins onéreuses. Il serait donc hasardeux de compter sur eux pour faire baisser, par leur participation, le coût réel du retraitement.

Alors, ce coût réel, quel est-il ? D'après les évaluations de l'économiste Dominique Finon, évaluations confirmées par les études étrangères sur la question, le kilo de combustible retraité revient, non pas à 4 500 francs, comme le prétend le CEA, mais à 10 000 francs. C'est ce coût que nous avons retenu dans notre bilan. Ainsi, pour qui s'en tient à la vérité des prix, il est manifeste que, d'une part, la rentabilité des surgé-

SURGÉNÉRATEURS

(suite de la page 164)

nérateurs est totalement utopique⁽⁸⁾ et que, d'autre part, même pour la production du plutonium militaire, cette filière ne représente pas la solution la plus économique (rubrique 17 du tableau page 163).

Un surgénérateur ? Non, même pas !

On appelle communément "surgénérateur au plutonium" un réacteur à neutrons rapides dont le bilan théorique en plutonium est positif en fonctionnement nominal. Comme le plutonium est créé par transmutation de l'uranium 238, ce réacteur peut être considéré comme un "transformateur isotopique d'uranium en plutonium". De là l'image d'une machine capable de brûler complètement l'uranium naturel, c'est-à-dire d'en tirer 50 à 70 fois plus d'énergie qu'un réacteur PWR ou un graphite-gaz. Examinons maintenant les bilans plutonium des réacteurs Phénix et Superphénix. Ils s'établissent comme suit :

	PHÉNIX	SUPERPHÉNIX
Masse de plutonium dans le cœur	900 kg	4500 kg
Renouvellement du cœur	1/6 tous les 2 mois	1/2 chaque année
Bilan annuel du plutonium du cœur (consommé par la fission)	- 90 kg	- 130 kg
Production du plutonium dans les couvertures fertiles	115 kg	330 kg
Bilan plutonium global annuel ..	+ 25 kg	+ 200 kg

Les conditions à remplir pour qu'un réacteur ait droit à l'appellation de "surgénérateur" sont les suivantes :

1. il faut que l'on puisse retraiter industriellement le combustible du cœur, afin d'en extraire le plutonium pour un nouveau cycle ;

2. il faut que le plutonium des couvertures soit affecté à la fabrication du combustible neuf.

Or, dans le cas de Phénix et de Superphénix, aucune de ces deux conditions n'est réalisée :

● Le retraitement industriel du combustible du cœur s'annonce encore plus difficile que celui des combustibles PWR, lequel n'est toujours pas maîtrisé après plus de 15 années d'expérimentation (en 6 ans, l'usine HAO-UP2 de La Hague a accumulé un retard d'exploitation de 4 ans). De plus, la petite installation pilote TOR, à Marcoule, destinée à étudier le retraitement du cœur des surgénérateurs, ne commencera ses essais, dans le meilleur des cas, qu'à la fin de 1984, et sa capacité théorique est tout juste suffisante pour les besoins de Phénix.

● Le plutonium des couvertures, facile à extraire soit à La Hague, soit dans l'atelier SAP de Marcoule, est mis à la disposition des militaires.

En réalité, Phénix et Superphénix constituent un système industriel qui, chaque année, "convertit" environ 3000 kg de plutonium civil à 20 ou 30% d'isotope 240 (plutonium civil issu du retraitement des combustibles civils PWR d'EDF et des électriciens étrangers) en 445 kg de plutonium militaire à 3% d'isotope 240 (dont le coût apparent est 12 à 25 fois plus bas qu'avec la seule option possible après l'abandon des graphite-gaz : les PWR militarisés). Phénix et Superphénix ne sont donc pas des surgénérateurs, mais des convertisseurs isotopiques civils-militaires de plutonium. Autant le dire une fois pour toutes.

A la lumière des chiffres, la solution PWR militarisé apparaît donc sans conteste comme la meilleure. Est-elle possible aujourd'hui ? Non. Essentiellement à cause du problème de l'enrichissement du combustible mis en œuvre dans ce type de réacteur. En effet, l'usine EURO-DIF, la seule qui ait une capacité suffisante pour assurer cet enrichissement, a un statut international civil, garanti et contrôlé par l'Agence internationale de l'énergie atomique. L'obstacle est difficilement contournable.

Cela dit, le choix du PWR militarisé était tout à fait possible vers la fin des années 60, au moment où a été décidé l'abandon de la filière graphite-gaz. A cette époque, l'industrie de l'enrichissement était déjà maîtrisée par le CEA, à Pierrelatte, et EDF avait acquis une expérience notable dans le domaine des PWR. De plus, EURO-DIF était encore dans les limbes. Bref, la relève des réacteurs graphite-gaz militaires par des PWR militarisés était techniquement, économiquement et même politiquement possible. Le retraitement civil aurait pu être délaissé, ce qui eût permis de consacrer l'usine de La Hague à des tâches presque exclusivement militaires. On aurait ainsi fait l'économie du coûteux pari de la surgénération et de la laborieuse mise au point (encore inachevée) du retraitement des combustibles PWR civils.

Alors, pourquoi cette solution n'a-t-elle pas été retenue ? Pour des raisons qui n'ont rien à voir avec une comparaison objective du prix de revient des deux systèmes. En réalité, la solution PWR était inconcevable parce que :

● Choisir les PWR militarisés, c'était sonner le glas du CEA. Déjà fortement affecté par l'abandon de la filière graphite-gaz, ayant perdu, au bénéfice d'EDF, tout le secteur de l'industrialisation et du contrôle de la production d'électricité nucléaire, le Commissariat à l'énergie atomique n'aurait plus eu de filières de réacteurs avancés à étudier, ni de problème de retraitement avancé à résoudre. Or il n'était pas concevable que l'on put ainsi mettre à pied toute une partie de l'élite scientifique française sans soulever des conflits aigus. Seul le développement d'un grand programme complet, à la fois civil et militaire, pouvait assurer au CEA la poursuite de sa mission et le maintien de son influence.

● Choisir les PWR militarisés, c'était mettre entièrement à la charge des militaires la construction et l'exploitation des réacteurs en question, ainsi que l'usine de retraitement destinée à la récupération du plutonium. Or, les crédits affectés au nucléaire dans le budget militaire n'étaient pas suffisants pour assurer simultanément la mise en place de l'outil plutonigène et la confection des bombes et de leurs vecteurs. Dilemme fort bien résumé et tranché par cette phrase (déjà citée, mais rappelons-la) du rapport d'activité

(8) Le calcul démontre qu'avec un coût de retraitement de 10000 F/kg, il faudrait que le prix de l'uranium atteigne 4620 F/kg (contre 400 F aujourd'hui) pour que la compétitivité électrogène de la surgénération soit assurée. Il est évident qu'une telle augmentation est tout à fait impossible.

SURGÉNÉRATEURS

(suite de la page 166)

1973 du CEA : « Il s'agit, dans un cadre budgétaire sans élasticité (...), d'ajuster la production des matières nucléaires militaires à des besoins fortement évolutifs, en mettant à profit les progrès des programmes civils pour limiter les dépenses correspondantes. »

● Choisir les PWR militarisés, c'était accroître fortement la demande en uranium naturel à un moment où l'expansion du parc électronucléaire réclamait la constitution de stocks stratégiques importants. Les ressources en uranium du sous-sol étant limitées, c'était aussi faire dépendre un peu plus de l'étranger et notre production d'énergie et notre armement nucléaire. Enfin, c'était créer une source de conflits possibles entre EDF et les militaires sur la répartition des stocks d'uranium en cas de difficultés d'approvisionnement (qui aurait eu la priorité ?).

Ainsi, de toute évidence, le surgénérateur n'est pas le meilleur choix, mais le MEILLEUR COMPROMIS. Il permet au CEA de maintenir sa raison d'être et de légitimer plus de 20 années de recherches sur la filière des réacteurs à neutrons rapides. Il permet aux militaires de disposer de grandes quantités de plutonium de qualité appropriée sans avoir à payer ni l'appareil producteur ni son exploitation. Il permet à EDF de justifier son gigantesque programme de PWR, puisque ceux-ci sont chargés non seulement de produire l'énergie dont nous avons actuellement besoin, mais encore de fournir le plutonium nécessaire au développement de la surgénération. Enfin, il permet aux pouvoirs publics de propager le slogan « Nucléaire = énergie nationale », puisque, en théorie, lorsque les surgénérateurs auront remplacé les PWR, nous n'aurons plus besoin d'un gramme d'uranium étranger.

En revanche, tout compromis étant un moyen terme entre des éléments favorables et des éléments défavorables, le choix de la surgénération comporte aussi des inconvénients. Le plus tangible — ainsi que nous l'avons amplement démontré au cours de cet exposé — est que, dans sa conception "civilitaire", le surgénérateur n'est pas rentable : ce sont donc les usagers qui feront les frais de l'opération en payant plus cher leur électricité. Mais les militaires eux-mêmes sont lésés par ce choix : en effet les problèmes rencontrés dans la mise au point du surgénérateur et de l'usine de retraitement condamnent d'ores et déjà tout programme d'armes nucléaires tactiques à un retard de plus de dix ans. Avec les PWR, on eût gagné à la fois du temps et de l'argent.

Mais au-delà de cette comptabilité des avantages et des inconvénients, subsiste une dernière question, à vrai dire primordiale, puisqu'elle conditionne tout le reste. Il ne s'agit plus, cette fois, de déterminer quel type de réacteur procurera au meilleur compte le plutonium nécessaire

à la fabrication des armes nucléaires, mais de savoir si, au moment où l'on disposera de tout ce plutonium, ces armes nucléaires auront encore un sens, et une utilité.

Lorsque, vers la fin des années 50, la France redoutait de se faire "vitrifier" par une attaque atomique subite, elle lança l'idée de la dissuasion et se dota d'un armement nucléaire stratégique. Plus tard, quand la menace changea de forme, quand l'éventualité d'un déluge mégatonnique parut moins évidente que le déferlement de milliers de chars, la panoplie nucléaire française fut complétée par un armement atomique tactique.

Mais aujourd'hui, en 1982, alors que nous menons avec "l'adversaire désigné" de notre force nucléaire une politique de coopération technique, industrielle et économique de plus en plus étroite, est-il encore pertinent de conserver des concepts politico-militaires hérités d'une époque où la guerre froide battait son plein ?

Car enfin quel intérêt aurait cet "adversaire désigné" (soyons francs, et disons carrément : les Soviétiques) à réduire en cendres, et même à perturber un pays qui lui cède de la technologie et s'endette sur le marché international pour lui consentir des prêts spéciaux à très long terme et à faible taux, un pays qui vient encore de signer avec lui un contrat d'approvisionnement en gaz qui constitue pour ledit adversaire une solide rente en belles et bonnes devises ? Le besoin d'une force de dissuasion ne disparaît-il pas du jour où celui à qui elle est destinée a tout à perdre de la moindre ingérence militaire directe ?

Et qu'en sera-t-il dans 10 ans, dans 20 ans (car, ne l'oublions pas, le retard pris dans le lancement d'un deuxième grand surgénérateur, cumulé au retard de la mise en exploitation de Superphénix, reporte à l'aube du troisième millénaire l'achèvement des 2000 charges de faible puissance considérées comme le minimum indispensable pour mener une bataille nucléaire) ? L'arsenal nucléaire défini aujourd'hui constituera-t-il toujours une réponse adaptée à une situation qui aura forcément changé ?

En définitive, l'enjeu du surgénérateur nous concerne tous. Et l'on regrettera ici que son choix n'ait pas été l'objet d'un véritable débat, ouvert et contradictoire, où toutes les forces vives de la nation eussent pu exprimer leur point de vue. Au lieu de cela, le CEA et EDF, pourtant organismes d'utilité publique, ont réglé leurs affaires "en privé", ne laissant aux citoyens que le droit... d'acquitter un supplément d'impôt et des factures d'électricité majorées.

**Michel GENESTOUT(*)
et Yves LENOIR**

membres du Groupe Énergie Développement ■

(*) Michel Genestout avait commencé à participer à la rédaction de cet article, lorsqu'il disparut tragiquement dans la première quinzaine de juillet. Sa contribution à la préparation de ce travail, son apport irremplaçable, l'amitié dont il m'honorait, m'autorisent à l'associer à la signature de ces lignes qui, sans lui, n'auraient jamais été écrites. Y.L.