

Energie ET Sécurité

NO. 18 2002

UNE PUBLICATION DE L'IEER

Le plan énergétique Cheney : techniquement et écologiquement non soutenable

PAR ARJUN MAKHIJANI

En mai 2001, un groupe de travail dirigé par le vice-président américain Dick Cheney a publié un rapport intitulé *National Energy Policy : Report of the National Energy Policy Development Group*. (Politique énergétique nationale : rapport du groupe sur le développement d'une politique énergétique nationale.) Un autre titre est donné à l'intérieur du rapport : *Reliable, Affordable, Environmentally Sound Energy for America's Future* (Des énergies écologiquement solides, fiables et abordables pour l'avenir des Etats-Unis). Ce rapport est souvent plus brièvement appelé "Plan Cheney". On le trouve sur le web à l'adresse suivante : <http://www.whitehouse.gov/energy> (en version anglaise). Ce document a déclenché un véritable flot de débats sur les questions de politique énergétique, un débat qui était nécessaire depuis bien longtemps pour un bon nombre de raisons :

- ▶ Les émissions américaines de dioxyde de carbone, l'un des principaux gaz à effet de serre, ont atteint un niveau record, et sont en hausse continue, contrairement à ce qui se passe en Union européenne, et au cours des dernières années, en Chine.
- ▶ La demande croissante de pétrole au niveau mondial et l'accroissement des importations américaines se situent dans le contexte d'une nouvelle crise politico-militaire au Moyen- Orient, qui concerne Israël et la Palestine, ainsi que l'Irak. En même temps, une compétition pour les ressources pétrolières et gazières de la région Caspienne-Asie centrale (notamment l'Iran) commence à voir le jour entre les Etats-Unis, la Russie et potentiellement la Chine.¹ Important quotidiennement 11 millions de

LIRE LA SUITE PAGE 2
VOIR LA PAGE 7 POUR LES
ANNOTATIONS



Une ferme éolienne située dans le Minnesota, aux Etats-Unis. Voir page 9 pour plus d'information sur le potentiel éolien des Etats-Unis.

Rokkasho : le complexe du cycle du combustible nucléaire en proie au doute

PAR MASAKO SAWAI

Suite à la fuite et au feu de sodium qui se sont produits dans le réacteur surgénérateur de Monju en décembre 1995², le Japon a déplacé la priorité, en matière de cycle du combustible nucléaire, du développement de réacteurs surgénérateurs rapides à l'utilisation de combustible MOX (mélange d'oxydes de plutonium et d'uranium) dans des réacteurs à eau ordinaire (REOs). Le projet MOX japonais est couramment dénommé programme "plu-thermal". Alors que le développement des réacteurs surgénérateurs rapides s'est heurté principalement à des problèmes techniques, le programme "plu-thermal" a rencontré quant à lui un grand nombre de difficultés dues à une intense opposition locale. En conséquence, de nombreuses personnes, même parmi les promoteurs nucléaires, soutiennent l'approche du "cycle ouvert".³ Cependant, ni les compagnies électriques, ni le gouvernement japonais, ni la Commission à l'Energie Atomique japonaise n'ont le projet de mettre fin à leur promotion du programme "plu-thermal".

LIRE LA SUITE PAGE 7
VOIR LA PAGE 13 POUR LES ANNOTATIONS

DANS CE NUMÉRO

Recommandations de l'IEER en matière énergétique	8
Développement à grande échelle de l'énergie éolienne aux États-Unis	9
Cher Arjun : Que sont les PBMR?	14

barils, ils sont, de loin, le plus gros importateur de pétrole au monde.

- La déréglementation des entreprises productrices d'électricité a engendré des conditions chaotiques, notamment pour les prix pratiqués en Californie, qui ont atteint des niveaux que l'on aurait considérés comme impensables au début de l'année 2000. Le prix le plus élevé rapporté a été de 3 880 dollars par mégawatt heure.² Soit presque quarante fois le prix d'environ 100 dollars (112 Euros) par mégawatt heure, prix plafond qui était considéré approprié pour la facturation de l'électricité en période de pointe avant la déréglementation. Même au prix extrêmement élevé du gaz naturel à 10 dollars (11 Euros) par million de Btu (unité thermique britannique), qui a brièvement eu cours l'hiver dernier (il est actuellement tout juste supérieur à 2 dollars (2,4 Euros) lors de l'impression de ce bulletin, en février 2002), une limite de prix raisonnable pour l'électricité en période de pointe serait d'environ 200 dollars par mégawatt-heure (224 Euros). Une bonne partie de la puissance électrique en pointe peut être produite pour beaucoup moins cher.

Alors que le Plan Cheney consacre une part importante de son texte aux sources d'énergie renouvelables, à l'efficacité énergétique, aux aspects sociaux, et à l'environnement, les actions recommandées dans ces domaines sont mineures, et placent tous ces problèmes en marge de la politique énergétique. La réduction des émissions de dioxyde de carbone ne fait pas partie de ce plan qui mentionne seulement à ce propos les mesures volontaires des entreprises. La Politique énergétique nationale ne mentionne pas le Protocole de Kyoto, le traité international visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre³, qui a été signé par les Etats-Unis mais rejeté par l'administration Bush. Les Etats-Unis sont responsables de l'émission de 25 pour cent des gaz à effet de serre au niveau mondial. (Voir dans le tableau de la page suivante une comparaison des émissions de gaz à effet de serre des Etats-Unis avec celles d'autres pays).

L'attention principale du plan (au chapitre 5), se porte sur l'accroissement de l'approvisionnement énergétique grâce au charbon, au pétrole, au gaz et à l'énergie nucléaire. Le développement des infrastructures et des mesures de politique étrangère décrites dans les chapitres 7 et 8, complètent cette priorité accordée à l'approvisionnement. Parmi les aspects concrets qui ressortent de la Politique énergétique nationale, on trouve entre autres :

- *Pétrole et gaz naturel* : La politique proposée aurait pour effet (i) d'ouvrir des terres fédérales au forage pour le pétrole et le gaz, notamment par le biais de réduction des "restrictions" actuellement placées sur ce type de

forages; (ii) d'ouvrir une partie du parc naturel national d'Alaska (*Alaska National Wildlife Refuge - ANWR*) pour des forages de pétrole et de gaz (le *U.S Geological Survey* situe les réserves pétrolières qui s'y trouvent dans une fourchette de 5 à 15 milliards de barils); (iii) d'encourager le forage offshore dans les régions arctiques au large de l'Alaska; (iv) d'envisager des mesures pour la réduction du "risque associé à la production [de pétrole et de gaz] dans les régions frontalières", et "des encouragements" à l'investissement tels que la réduction des redevances d'exploitation au gouvernement pour les nouvelles productions de pétrole et de gaz offshore; (v) de promouvoir "la récupération accrue de pétrole et de gaz à partir des puits existants par le biais de nouvelles technologies."

- *Charbon* : La politique proposée fournirait 2 milliards de dollars (2,24 milliards d'Euros) pour la recherche sur les technologies de charbon "propre" et pour "apporter un environnement réglementaire sécurisé" qui

LIRE LA SUITE PAGE 3
VOIR LA PAGE 7 POUR LES ANNOTATIONS

Énergie & Sécurité

Énergie et Sécurité est un bulletin sur la non-prolifération, le désarmement et les énergies durables. Il est publié quatre fois par an par:

L'Institut pour la Recherche sur l'Énergie et l'Environnement (IEER)

IEER fournit au public et aux décideurs politiques des études techniques claires et scientifiquement solides dans un grand nombre de domaines. L'objectif de l'IEER est d'apporter une analyse scientifique d'excellente qualité aux questions politiques touchant le public tout en favorisant la démocratisation de la science et un environnement plus sain.

Crédits pour ce numéro

Traduction: Annike Thierry

avec la collaboration de: Jean-Luc Thierry et Annie Makhijani

Mise en page: Cutting Edge Graphics, Washington D.C.

Énergie et Sécurité est gratuit pour tous.

Rédactrice en chef: Lisa Ledwidge

La version anglaise de ce numéro
a été publiée en août 2001.

Merci à ceux qui nous soutiennent

Nous remercions sincèrement les institutions dont le généreux soutien financier a rendu possible notre projet mondial sur «les dangers des matières nucléaires.»

• W. Alton Jones Foundation •
John D. And Catherine T. MacArthur Foundation •
Colombe Foundation • Ford Foundation • HKH Foundation •
New Land Foundation • Rockefeller Financial Services •

Nous remercions également les institutions qui financent notre projet d'aide technique pour les organisations militantes. Nous nous inspirons beaucoup de ce projet pour notre projet mondial.

• Public Welfare Foundation • John Merck Fund •
Ploughshares Fund • Stewart R. Mott Charitable Trust •
Town Creek Foundation •

faciliterait les investissements dans la combustion du charbon pour la production d'électricité. Ceci semble être une référence implicite aux éventuelles réglementations sur les émissions de dioxyde de carbone qui ont été à l'origine d'inquiétudes dans l'industrie charbonnière.

- **Énergie nucléaire** : La politique proposée "soutiendrait l'expansion de l'énergie nucléaire aux Etats-Unis en tant que composante majeure de notre politique énergétique nationale". Ce soutien comprendrait (i) la facilitation des renouvellements d'autorisations pour les centrales nucléaires existantes au-delà de leur durée de vie prévue, (ii) un encouragement à la création de nouvelles centrales nucléaires sur le site des centrales existantes, éventuellement sans nouveau processus d'étude d'impact sur l'environnement, (iii) un encouragement à la recherche pour une nouvelle forme de retraitement appelé pyroretraitement, afin de promouvoir le développement de "cycles du combustible nucléaire avancés et de technologies de nouvelle génération pour l'énergie nucléaire" (p 5-17). Il s'agit là d'une référence implicite au Réacteur rapide intégral (*Integral Fast Reactor*), un réacteur surgénérateur refroidi par sodium auquel est rattachée une usine de pyroretraitement. Le Plan Cheney prône également une collaboration internationale sur le retraitement de combustibles nucléaires civils, notamment avec des pays comme la France. La partie du chapitre 5 consacrée à l'énergie nucléaire affirme également qu'un nouveau type de réacteur appelé le réacteur modulaire à lit de boulets (*Pebble Bed Modular Reactor*) a des "caractéris-

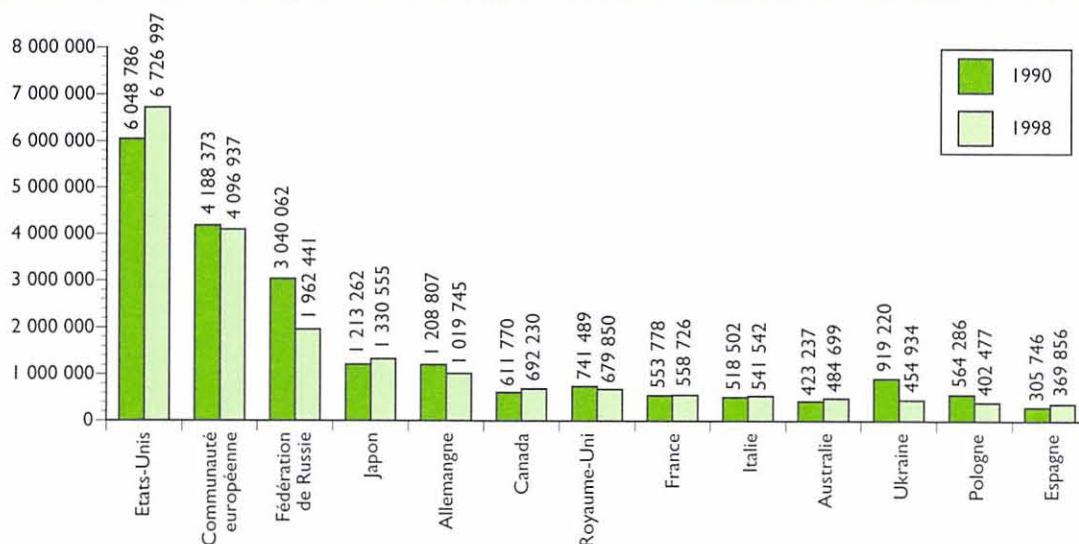
tiques de sûreté inhérentes" (p5-16), mais ne mentionne aucune de ses points faibles au niveau de la sûreté. (Voir la colonne "Cher Arjun" page 14 pour un exposé détaillé sur ce type de réacteur).

- **Centrales électriques** : Le plan prône la construction par les Etats-Unis de 1300 à 1900 nouvelles centrales électriques d'ici à l'an 2020, sur la base de la demande projetée. (La taille de centrale moyenne présumée semblerait être de 300 mégawatts).
- **Infrastructure** : De nouvelles lignes de transmission d'électricité et de gaz naturel seraient encouragées par le biais de droits de passages accordés sur les terres fédérales, et par une nouvelle "législation permettant d'accorder des droits de passage pour des lignes de transmission électriques, avec pour objectif de créer un réseau de transmission national". Cela aurait pour effet de créer un pouvoir fédéral pour l'acquisition de terres pour le commerce entre États sur une base similaire à celle de la loi actuelle concernant les gazoducs (p 7-7 et 7-8).

Une disposition générale aurait pour effet de faire pencher la totalité du processus de prise de décision fédérale du côté de l'approvisionnement énergétique. Dans la partie du sommaire consacrée aux mesures d'approvisionnement, le plan recommande que le président "crée un décret-loi ordonnant à toutes les agences fédérales d'inclure dans toute action réglementaire pouvant affecter de manière significative et négative les approvisionnements énergétiques une déclaration détaillée sur l'impact énergétique de l'action en question" (p xiv). Par exemple, si un nouveau parc national venait à être créé, alors son impact

LIRE LA SUITE PAGE 4
VOIR LA PAGE 7 POUR LES ANNOTATIONS

TOTAL CUMULÉ DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE EN ÉQUIVALENT CO₂, EN 1990 ET 1998 (EN GIGAGRAMMES, OU MILLIONS DE KILOGRAMMES)



Source : United Nations Framework Convention on Climate Change, National Communications from Parties Included in Annex I to the Convention : Greenhouse Gas Inventory Data from 1990 to 1998, FCCC/SBI/2000/INF.13 (La Haye, Pays Bas : Nations unies, le 11 octobre 2000), consulté sur le site web suivant : <http://www.unfccc.int/resource/ghg/tempemis2.html> le 3 août 2001.

énergétique devrait être examiné. Aucune clause équivalente n'a été incluse pour ce qui concerne le côté inverse du problème, la demande et l'efficacité énergétique.

Le plan est loin de répondre aux attentes concernant les énergies renouvelables, l'efficacité énergétique, les réseaux de production décentralisée, et la production décentralisée et simultanée de chaleur et d'électricité (appelée cogénération, une méthode bien souvent plus efficace que de produire de la chaleur et de l'électricité séparément), bien que ces mesures permettraient d'augmenter l'efficacité énergétique si l'on suit le critère du second principe de la thermodynamique. (Pour une description du second principe de thermodynamique, voir Cher Arjun, dans *Énergie et Sécurité* n° 5 (1998)). Par exemple, tandis que le plan entre dans le détail de la réduction des obstacles réglementaires et institutionnels posés pour le pétrole, le gaz et l'énergie nucléaire, il n'émet pas la moindre recommandation à ce propos pour les réseaux de production décentralisée. Il ne tient aucun compte d'une excellente étude du *National Renewable Energy Laboratory* (Laboratoire National sur les Énergies Renouvelables) du Département de l'Énergie, publiée en juillet 2000⁴, qui apporte des informations approfondies sur ces types de barrières réglementaires et institutionnelles à l'encontre de la cogénération, de la production d'énergies renouvelables, et d'autres centrales décentralisées qui pourraient rentrer dans le cadre de réseaux de production décentralisée. La résistance des principales compagnies productrices d'électricité face à de tels projets, concrétisée par des prix déraisonnables exigés par exemple pour la fourniture d'une puissance de réserve, reste un problème majeur, comme par le passé.

Sous le Plan Cheney certaines améliorations apportées à l'efficacité énergétique et les sources d'énergie renouvelables bénéficieraient de crédits d'impôts et de subventions. Entre autre, il

- promulguerait de nouvelles lois pour fournir des crédits d'impôts à la cogénération.
- poursuivrait le subventionnement accordé à l'électricité produite par l'énergie éolienne à sa hauteur actuelle (1,7 cents par kilowatt-heure, 1,9 centimes d'Euros par kw/h).
- ferait bénéficier d'un crédit d'impôt les voitures hybrides et les voitures utilisant une pile à combustible. Toutes les deux ont une efficacité énergétique supérieure aux véhicules conventionnels à essence. Les voitures hybrides, qui utilisent de l'essence comme combustible, fonctionnent une partie du temps à partir de batteries chargées grâce à l'énergie récupérée, par exemple, pendant le freinage.
- allouerait 1,2 milliards de dollars (1,3 milliards d'Euros) des crédits obtenus par le gouvernement américain suite à la location à bail de la réserve naturelle de l'Alaska (ANWR) aux compagnies pétrolières, somme qui servirait à financer la recherche et le développement des

CRITERES POUR UN SYSTEME ENERGETIQUE SOUTENABLE

Les six critères suivants, s'ils sont remplis simultanément, pourraient établir un système durable au niveau écologique, et viable au niveau économique pour les Etats-Unis.

1. Il devrait être fiable.
2. Son coût devrait être raisonnable.
3. Il ne devrait pas produire une pollution grave en fonctionnement normal.
4. Il devrait être possible de limiter presque entièrement les coûts du système énergétique, en termes d'écologie et de sûreté, aux générations qui en bénéficient. En d'autres termes le système devrait pouvoir absorber ces coûts.
5. Son fonctionnement de base devrait pouvoir résister aux chocs liés à l'approvisionnement, au transport, à la transmission et à la conjoncture économique.
6. Il ne devrait pas ajouter aux systèmes naturels de matière ou de flux d'énergie à une hauteur qui serait comparable aux niveaux naturels préexistants ou aux fluctuations de grande échelle de ces niveaux.

Extrait de : Arjun Makhijani et Scott Saleska, *Nuclear Power Deception* (New York : Apex Press, 1999), Chapitre 9.

énergies renouvelables. Cette somme ne serait donc pas disponible si l'ANWR n'était pas loué.

- apporterait de modestes avantages fiscaux et crédits d'impôts dans d'autres domaines, tels que l'énergie solaire.
- poursuivrait certains programmes d'information pour encourager une meilleure efficacité énergétique et l'utilisation de sources d'énergie renouvelables.

Le plan recommande également que le Secrétaire aux transports se prononce sur la possibilité ou non d'établir et de préciser des normes de consommation pour les véhicules, (connues sous le nom de normes CAFE : *Corporate Average Fuel Economy*)⁵ après la prise en compte d'une nouvelle étude réalisée par l'Académie nationale des Sciences des Etats-Unis. Cette étude, publiée le 31 juillet 2001, suggérerait un certain nombre de mesures afin d'augmenter les normes d'efficacité énergétique, mais sans émettre de recommandation ferme.⁶

La norme CAFE pour les voitures particulières est actuellement de 8,6 litres aux 100 kilomètres, et n'a pas été abaissée depuis l'année de référence 1985⁷, en dépit du fait que l'on trouve actuellement sur le marché des voitures à essence utilisant la technologie hybride qui atteignent 3,9 litres/100km. Les voitures hybrides diesel peuvent atteindre 2,4 litres/100km avec la technologie actuelle. La norme CAFE pour les véhicules utilitaires légers (une catégorie qui comprend les 4x4, les fourgonnettes de transport de marchandise, les monospaces et les pickups, a été seulement renforcée graduellement depuis

LIRE LA SUITE PAGE 5
VOIR LA PAGE 7 POUR LES ANNOTATIONS

le milieu des années 1980 et elle n'est actuellement que de 11,4 litres/100km.

Évaluation globale du plan

L'avancée la plus remarquable de ce plan a été de mettre l'énergie au centre du débat dans les discussions nationales à un moment où il est extrêmement urgent de le faire. Ce thème a été fortement négligé par les deux partis qui alternent au pouvoir depuis une vingtaine d'années. Mais la substance de ce plan n'est pas solide techniquement et insoutenable à terme. Il néglige le fait que le système énergétique est fait d'interactions complexes entre les aspects de l'approvisionnement, de la distribution, de la conversion (du combustible en électricité), et du système d'utilisation. Il aurait pour effet d'augmenter de façon considérable les émissions de dioxyde de carbone, alors que de grandes réductions sont nécessaires.

Plus précisément, le plan ne tient aucun compte du fait que l'efficacité de l'utilisation énergétique des États-Unis est toujours très faible, malgré quelques améliorations au cours des 25 dernières années. Si l'on se base sur le second principe de la thermodynamique, l'efficacité de nombreuses parties du système énergétique, tels que l'éclairage et le chauffage, ainsi que les voitures et véhicules loisir/travail (si l'on ne prend en compte que le poids des passagers), se situe dans une fourchette allant de un à dix pour cents.

Le tableau ci-dessus liste certains des critères permettant d'évaluer le Plan Cheney ou tout autre plan énergétique. Il est difficile de trouver un plan qui fasse correspondre les trois derniers critères avec les trois premiers. Par exemple, l'énergie nucléaire crée de grandes quantités de plutonium et utilise des réacteurs qui peuvent connaître des accidents catastrophiques qui pollueraient les terres pour d'innombrables générations. Pour citer un autre exemple, le système énergétique mondial actuel émet plus de 6 milliards de tonnes de carbone (sous la forme de dioxyde de carbone) dans l'atmosphère, mais la capacité naturelle d'absorption est d'environ la moitié de ce chiffre. Ces deux systèmes ne répondent pas au critère du développement durable.

Actuellement, la dépendance mondiale vis-à-vis de la région du Golfe persique a engendré une vulnérabilité aux chocs, et elle n'est pas soutenable non plus. Cette région a été et reste un point névralgique pour les conflits mondiaux pendant plus de la moitié du siècle. L'apport à ce mélange de la région Caspienne, qui fait aussi partie de la politique pétrolière américaine, n'enlève rien au problème, mais risque au contraire d'intensifier les dangers nucléaires, du fait d'un risque accru de confrontation entre les États-Unis et la Russie.

Récemment, le système énergétique américain, qui a historiquement répondu au deux premiers critères - fiabilité et coût raisonnable - semble de plus en plus incapable d'y arriver, comme en témoignent les oscillations brutales des prix du gaz naturel et les prix pour le moins déraison-

nables de l'électricité que la plupart des Californiens ont dû payer au cours de l'année passée.

Le Plan Cheney ne résoudra aucun de ces problèmes majeurs. Par exemple, la création d'un réseau électrique national pour faciliter la transmission de l'électricité par des producteurs de taille importante ne résoudra pas forcément les problèmes de fiabilité, et pourrait au contraire les aggraver. Une fiabilité médiocre, engendrée par le manque de capacité de réserve, a été la principale cause des problèmes énergétiques de la Californie. La déréglementation a créé une situation dans laquelle les producteurs d'énergie n'étaient pas tenus de maintenir une capacité de réserve, et les autorités de contrôle n'avaient pas non plus les moyens matériels de le faire.

Un secteur de la production d'électricité qui n'aurait ni entrave ni responsabilité dans la transmission ou dans la maintenance d'une capacité de réserve aurait pour effet d'augmenter les prix et serait sujet à des défaillances imprévues. Cela augmenterait également les pertes en ligne, et l'efficacité énergétique serait probablement moins élevée. La fiabilité exige que des producteurs d'énergie privés (et publics) de grande taille aient une responsabilité dans l'approvisionnement et le paiement de la maintenance d'une capacité de réserve, et pour l'acheminement de l'énergie par des voies efficaces, et relativement prévisibles. Une règle de laissez faire pour tous dans la production à grande échelle, dans toute la partie continentale des États-Unis, est une recette idéale pour avoir continuellement des problèmes économiques et techniques. Le Plan Cheney ne propose pas d'imposer la moindre règle de bonne conduite aux gros producteurs. Par conséquent, il est improbable qu'il aboutisse à un système fiable avec des coûts raisonnables et prévisibles. La capacité et l'implantation des moyens de transmission, la capacité de réserve et le système de consommation doivent être coordonnés avec la production afin d'obtenir un système fiable dans son ensemble.

Il serait bien plus efficace d'utiliser à la fois des centrales de petite taille qui sont situées à proximité du consommateur, et de les raccorder aux réseaux régionaux qui intègrent aussi des centrales de grande taille. Ce type de système est appelé réseau «distribué.» On peut raccorder ces réseaux à des systèmes de réseaux régionaux qui existent déjà et n'exigent que des améliorations modestes, comme par exemple entre le nord et le sud de la Californie. Des sources d'énergie renouvelables à grande échelle au niveau régional peuvent s'ajouter à un tel système de réseaux régionaux hybrides. Cela serait à la fois plus fiable et plus cohérent d'un point de vue écologique que la création d'un réseau national.

Le plan Cheney pose la question de la relance du retraitement, de la mise en place de réacteurs à combustible au plutonium, et de la création de nouveaux réacteurs aux États-Unis après une interruption d'un quart de siècle. Le retraitement et les réacteurs à combustible au plutonium auraient pour effet de jeter aux orties, sans débat national

LIRE LA SUITE PAGE 6
VOIR LA PAGE 7 POUR LES ANNOTATIONS

sérieux, une politique de non-prolifération qui a été maintenue grâce au soutien des deux partis durant le mandat de cinq présidences.

Qui plus est, l'énergie nucléaire est un mauvais choix pour l'avenir pour des raisons qui ont été étudiées en détail dans diverses publications de l'IEER et dans des bulletins précédents. Par exemple, dans "Énergie et Sécurité" n°5, de 1998, l'IEER a publié une comparaison entre l'énergie nucléaire et le gaz naturel comme méthodes permettant de réduire les gaz à effet de serre dans le cas du remplacement d'usines à charbon. Cette comparaison montre que des prix modérés et un approvisionnement adéquat de gaz naturel seraient importants pendant la période de transition vers un système énergétique soutenable à long terme basé seulement sur les sources d'énergie renouvelables. Par conséquent, des augmentations considérables de l'efficacité énergétique du gaz naturel sont essentielles. Il est également probable qu'une production supplémentaire de gaz naturel soit nécessaire. Cela pourrait provenir (i) d'une réduction des pratiques de brûlage du gaz naturel à l'étranger et d'importations de gaz naturel liquide, (ii) d'une augmentation de la production nationale à partir de forages qui ne sont pas des puits de pétrole, et (iii) des importations supplémentaires provenant du Canada et du Mexique.

Le Plan Cheney intensifierait fortement le forage pétrolier, mais il ne résoudrait pas réellement les problèmes de vulnérabilité de l'approvisionnement en pétrole. Même si l'on ajoute aux réserves pétrolières américaines celles qui sont actuellement rentables à environ 15 dollar le baril (16,8 Euros), celles-ci resteraient bien en-dessous du chiffre de 50 milliards de barils. (Les réserves prouvées actuelles sont de 21 milliards de barils, et l'ANWR pourrait ajouter jusqu'à 10 milliards à ce total; certaines estimations étant considérablement moins optimistes.)

Les réserves pétrolières prouvées du Moyen Orient dépassent largement les 600 milliards de barils. Une chose encore plus importante est que le coût de la production pétrolière est très différent selon les régions du monde, et qu'il représente un élément central de la rigidité des systèmes actuels. Le coût d'extraction du baril (environ 160 litres) en Arabie saoudite, n'est que d'un dollar environ (1,12 Euros). En revanche il se situe entre 10 et 15 dollars (11,2 et 16,8 Euros) par baril dans de nombreuses autres régions (notamment les Etats-Unis). La flexibilité de ce système face aux chocs économiques ne peut être améliorée par l'augmentation de l'approvisionnement en pétrole américain à coût relativement élevé, car les chocs causés par une baisse des prix peuvent se produire par de simples augmentations de la production dans des zones à faible coût. Cependant, l'ouverture de l'ANWR permettra probablement d'atteindre un objectif - un bénéfice pour les compagnies pétrolières s'élevant jusqu'à 100 milliards de dollars (112 milliards d'Euros) au total.⁸

La sécurité énergétique ne sera pas non plus améliorée

de manière sensible. La consommation pétrolière américaine est actuellement d'environ 7,5 milliard de barils par an (soit 20 millions de barils par jour). Si la demande continue de s'accroître au rythme d'un peu plus d'un pour cent par an, les Etats-Unis importeront près des trois quarts de leur pétrole d'ici à vingt ans, même si l'on ouvre l'ANWR et s'il fournit jusqu'à un million de barils par jour. Des tensions se créeront dans le système d'approvisionnement pétrolier mondial à la fois aux niveaux politique, économique et militaire et les émissions de dioxyde de carbone augmenteront. Il ne s'agit pas seulement d'un projet non soutenable, mais d'une recette pour générer des conflits. En d'autres termes, cette politique signifierait selon toute probabilité une aggravation des nombreux conflits qui sont déjà en cours dans les régions du Moyen-Orient, Golfe persique et Asie Centrale.⁹

Comme nous l'avons fait remarquer plus haut, la technologie permettant de faire passer de 3,9 à 2,4 litres aux 100 km l'efficacité énergétique des automobiles est déjà développée. La consommation annuelle d'essence peut être réduite à moins de quatre millions de barils par jour dans les quarante prochaines années - à comparer aux 8,5 millions de barils par jour consommés actuellement - si des normes de plus en plus strictes sont imposées selon un calendrier compatible avec les capacités de mise en place de nouvelles technologies par les fabricants automobiles. Cette réduction potentielle prend en compte un doublement du nombre de voiture.kilomètres.

Il serait préférable de modifier les normes CAFE à la fois pour les voitures et les 4x4 plutôt que de taxer l'essence et le diesel, étant donné que le combustible représente une partie relativement petite du coût global du fonctionnement d'une voiture (bien qu'il s'agisse de l'élément le plus visible au quotidien). Une surtaxation de l'essence serait aussi contre productive parce qu'elle affecterait davantage les revenus moyens et les plus pauvres. Pour ces raisons, il serait plus efficace et plus équitable d'atteindre une plus grande efficacité énergétique en exigeant des fabricants automobiles qu'ils adoptent des technologies efficaces.

Les expériences du passé montrent que les fabricants automobiles semblent se souvenir des problèmes de sûreté quand on soulève le problème des normes de consommation, et de la question de la consommation lorsqu'on évoque la réduction des émissions de gaz nocifs, tels que les oxydes d'azote ou les hydrocarbures. Dans la pratique, il a fallu recourir à l'action gouvernementale pour que des normes soient imposées pour les émissions de gaz (autres que le dioxyde de carbone), la consommation et la sûreté. Toutes les trois peuvent et devraient être rendues obligatoires simultanément par le gouvernement. L'établissement largement en avance de normes atteignables aurait aussi pour effet d'encourager la recherche et le développement de nouvelles technologies, comme par exemple de nouveaux matériaux permettant tout à la fois de réduire le poids

LIRE LA SUITE PAGE 7
VOIR LA PAGE 7 POUR LES ANNOTATIONS

des voitures et d'augmenter la sécurité.¹⁰

Les normes CAFE sont nécessaires pour forcer les fabricants à utiliser la meilleure technologie disponible pour toutes les voitures ou utilitaires légers qu'ils fabriquent et vendent, de la même façon que des lois ont été nécessaires pour les ceintures de sécurité et les airbags. Les normes devraient être mises en place simultanément pour l'efficacité énergétique et la sécurité puisque l'expérience montre que les fabricants sont réticents à intégrer l'une ou l'autre sans pression gouvernementale. Ils semblent se soucier de la sûreté surtout lorsque l'on parle des normes d'efficacité énergétique. Leur résistance actuelle face aux normes de consommation en est un bon exemple.

Pour obtenir des coûts raisonnables pour les technologies respectueuses de l'environnement, il est nécessaire d'abaisser le coût de nombreuses technologies nouvelles. L'approche traditionnelle aux Etats-Unis et dans certains autres pays a été de fournir des subventions et des aides fiscales aux sources d'énergie alternatives. Cette approche est aussi celle qui est mise en avant par le Plan Cheney. Cependant, les aides fiscales et les subventions sont une mauvaise façon d'atteindre un essor durable des sources d'énergies renouvelables et de technologies à haute efficacité énergétique, étant donné qu'elles tendent à verrouiller à long terme des technologies à coût plus élevé et à fournir un encouragement insuffisant à l'investissement pour le développement technologique. De plus, les aides fiscales ne sont pas assez sûres et elles sont trop vulnérables aux changements politiques, ce qui est une source d'incertitudes pour les investisseurs.

Par conséquent, l'IEER recommande, à la place des aides fiscales et subventions accordées pour le développement de nouvelles technologies dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, que les ressources du gouvernement soient orientées vers l'établissement de politiques d'achats appropriées.¹¹ Si le gouvernement fournissait un marché stable à l'électricité éolienne, à l'énergie solaire, aux voitures répondant aux normes d'efficacité énergétique, et à la production décentralisée dans les bâtiments fédéraux avec une interconnexion obtenue à des prix raisonnables, alors la nature globale du

marché serait modifiée dans un sens positif. Des enchères ouvertes chaque année pour la fourniture de tels services auraient pour effet d'encourager la recherche dans le secteur privé et le développement d'investissements visant la réduction des coûts. Le gouvernement fédéral pourrait aussi fournir des aides financières aux États et aux gouvernements locaux choisis à cet effet, comme il le fait dans quantité d'autres cas, par exemple pour la construction d'usines de traitement des eaux usées ou pour des programmes pédagogiques.

- 1 Michael Klare, *Resources Wars : The New Landscape of Global Conflict* (New York : Metropolitan Books, 2001).
- 2 (Soit environ 4346 Euros FRF/MWh.)
- 3 Voir *Énergie et Sécurité* n°5 (1998) pour un exposé concernant les clauses du Protocole de Kyoto. Voir également l'article de Kevin Gurney sur ce thème, publié dans le même bulletin, pour une étude du problème des gaz à effet de serre. Vous trouverez ces documents sur la page web suivante : <http://www.ieer.org/ensec/no-5/no5frnch/contents.html>.
- 4 R. Brent Alderfer, M. Monika Eldridge et Thomas J. Starrs, *Making Connections : Case Studies of Interconnection Barriers and their Impact on Distributed Power Projects*, NREL SR-200-28063 (Golden, Colorado : National Renewable Energy Laboratory, mai 2000, remis à jour en juillet 2000).
- 5 Note de la traductrice ; norme CAFE : norme réglementant la consommation moyenne d'essence des voitures aux États-Unis pour réduire la dépendance des États-Unis du pétrole importé.
- 6 Committee on the Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards, *Effectiveness and Impact of Corporate Average Fuel Economy (CAFE) Standards*, (Washington DC : National Academy Press, 2001.)
- 7 U.S Department of Transportation Bureau of Transportation Statistics, *National Transportation Statistics 2000*, BTS01-01, (Washington DC : US Government Printing Office, avril 2001), tableau 4-23, consulté sur le site web <http://www.bts.gov/ntda/nts/NTS99/data/Chapter4/4-23.html>, le 1er août 2001.
- 8 Sur la base d'un profit de 10 dollars (11,2 Euros) par baril pour une réserve maximale récupérable d'environ 10 milliards de barils (voir <http://geology.cr.usgs.gov/pub/fact-sheets/fs-0028-01>).
- 9 Klare, 2001, op.cit.
- 10 Pour plus d'informations sur les voitures à haute efficacité énergétique, sur la sûreté et sur les derniers développements techniques, voir par exemple, le site web du Rocky Mountain Institute, www.rmi.org.
- 11 Cependant, les subventionnements accordés aux installations dans le domaine des énergies renouvelables et de l'efficacité énergétique, qui avaient été prises en compte lors de la conception des projets, devraient être poursuivis afin d'empêcher la fermeture de ces projets.

En fait, dans le cadre du programme "plu-thermal", plusieurs installations sont prévues ou déjà exploitées. L'exploitation de l'usine de retraitement de Tokai a repris à pleine capacité le 20 novembre 2000 après une fermeture de plus de trois ans et demi suite à l'incendie et à l'explosion qui s'étaient produits dans son installation de bitumage en mars 1997.⁴ En décembre 2000, l'exploitant de Monju, site fermé depuis l'incident de 1995, a demandé à la préfecture de Fukui et à la mairie de Tsuruga d'accepter le dépôt d'une demande d'autorisation auprès du ministère de l'économie, du com-

merce et de l'industrie, pour l'examen de la sûreté de ses projets de remodelisation pour Monju. La construction de l'usine de retraitement de Rokkasho, qui doit être achevée d'ici juillet 2005, se poursuit à un rythme accéléré.

L'usine de retraitement de Rokkasho

La construction de l'usine de retraitement de Rokkasho par *Japan Nuclear Fuel Ltd.* (JNFL) est en cours dans le village de Rokkasho, situé dans la préfecture de Aomori. Elle est financée par d'importantes compagnies électriques

LIRE LA SUITE PAGE 10
VOIR LA PAGE 13 POUR LES ANNOTATIONS

Treize à la Douzaine Recommandations de l'IEER en matière de politique énergétique

1. Adopter des critères pour un système énergétique durable avec, parmi eux l'objectif de la mise à l'arrêt des centrales nucléaires au fur et à mesure qu'elles atteignent leur durée de vie réglementaire, à moins que la sûreté n'impose une fermeture plus rapide pour certaines centrales, et une réduction de moitié des émissions de dioxyde de carbone sur les quarante prochaines années.
2. Demander à de l'Académie Nationale des Sciences [des États-Unis] la création d'une commission permanente sur le second principe de la thermodynamique qui évaluerait le système énergétique d'une année sur l'autre, et émettrait des recommandations sur les besoins fondamentaux de recherche nécessaires au développement de nouvelles technologies en matière énergétique présentant une efficacité bien supérieure. Par exemple, cette commission émettrait des recommandations sur le type de recherche sur les matériaux nécessaires à l'amélioration de l'efficacité des échangeurs de chaleur dans le cas de petites différences de température. (Pour une description du second principe de la thermodynamique, voir 'Cher Arjun' dans *Énergie et Sécurité* n°5 de 1998, disponible sur le web : <http://www.ieer.org/ensec/no-5/no5frnch/deux.html>.)
3. Rendre obligatoires des normes strictes pour l'efficacité des combustibles, relevées progressivement jusqu'à atteindre l'équivalent de 100 miles par gallon (2,4 litres aux 100 km) pour une norme CAFE intégrant tous les véhicules de transport de passagers (y compris les véhicules utilitaires légers) d'ici à 2040. Il faudrait simultanément imposer aussi des normes strictes de sécurité.
4. Établir des normes d'efficacité strictes pour les appareils électroménagers.
5. Consacrer environ 5 milliards de dollars (5,7 milliards d'euros) par an aux acquisitions fédérales d'énergies renouvelables, de véhicules à haute efficacité et de technologies de conversion énergétique avancées (telles que les piles à combustibles) pour une utilisation au niveau fédéral et la revente. Fournir également une somme équivalente chaque année aux États et aux gouvernements locaux pour atteindre les mêmes objectifs.
6. Rétablir une réglementation fédérale et spécifique à chaque État pour la production de l'électricité exigeant des règles raisonnables pour la connexion au réseau des petits producteurs. Il faudrait déterminer de lourdes pénalités financières en cas de non-respect de ces règles, en particulier à tout détournement délibéré de celles-ci, étant donnée l'importance du tort pour la société engendré par une résistance institutionnelle continuelle à l'établissement d'un réseau électrique interconnecté. Les obstacles aux réseaux interconnectés, identifiés dans le rapport publié en juillet 2000 par le Laboratoire National des Énergies Renouvelables (cité intégralement dans la référence 3 de la page 6), devraient être rapidement levés par une action combinée au niveau local, étatique et fédéral, et par une mise en application vigilante.
7. Tous les promoteurs en immobilier résidentiel ou commercial, ainsi que tous les projets industriels de grande taille devraient avoir pour obligation d'évaluer l'impact énergétique de leurs projets et d'envisager le développement de leurs propres systèmes de production pouvant être connectés au réseau.
8. L'administration Bush devrait demander au Laboratoire National des Énergies Renouvelables de mener une étude détaillée sur la possibilité de faire jouer un rôle important aux ressources éoliennes à grande échelle dans le secteur de l'électricité dans les vingt prochaines années et dans le système énergétique global (par le biais de la production d'hydrogène) dans les deux décennies suivantes. (Voir la page suivante pour la description par l'IEER du potentiel d'énergie éolienne). Cette étude devrait également étudier le potentiel d'énergie éolienne offshore aux États-Unis.
9. Demander au Laboratoire National des Énergies Renouvelables de concevoir un programme pilote pour la production d'hydrogène et son utilisation, qui permettrait une évaluation réaliste des méthodes par lesquelles se ferait la transition vers une économie de l'hydrogène basée sur des sources d'énergies renouvelables.
10. Le gouvernement américain devrait réaffirmer sa politique de non-retraitement de combustible nucléaire usé et adopter une politique de mise à l'arrêt de ses centrales nucléaires à la fin de leur durée de vie autorisée, à moins que la sûreté ne dicte une fermeture plus rapide de certaines centrales.
11. Établir un groupe de travail spécial qui étudierait le besoin potentiel de gaz naturel comme combustible permettant aux États-Unis et au monde une transition vers un système énergétique renouvelable d'ici à l'an 2050. Ce groupe de travail étudierait les endroits où le gaz naturel non-associé au pétrole pourrait être produit sans risques pour l'environnement et comment il serait possible d'utiliser ce type de gaz au mieux pour réduire les émissions de dioxyde de carbone et pour sortir en même temps de l'énergie nucléaire. (Voir *Énergie et Sécurité* n°5, 1998).
12. Les États-Unis devraient montrer l'exemple en incitant les compagnies pétrolières les plus importantes à mettre entièrement fin au brûlage du gaz naturel dans les pays en voie de développement exportateurs de pétrole comme le Nigeria, ceci dans les trois ans à venir. Au lieu d'être gaspillé par le brûlage, cette ressource devrait être utilisée dans son pays d'origine, et peut-être même exportée afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre.
13. Toutes les juridictions locales, au niveau des États et au niveau fédéral, devraient exiger que les compagnies productrices d'électricité établissent des plans d'efficacité énergétique « juste à temps ». (Voir Arjun Makhijani et Scott Saleska, *Nuclear Power Deception*, (New York :Apex Press, 1999), chapitre 9).

Développement à grande échelle de l'énergie éolienne aux États-Unis

Le Plan Cheney¹ entre dans le détail pour ce qui concerne le pétrole et le gaz, ainsi que l'infrastructure de transmission électrique qui aiderait les grandes compagnies à produire et à vendre de l'électricité à n'importe quel endroit. Cependant, il n'apporte aucune analyse quantitative de l'énorme potentiel éolien des États-Unis. Les douze États ayant le plus grand potentiel éolien - en tenant compte des zones exclues d'utilisation, telles que les parcs nationaux et zones à population dense sont mentionnés dans le tableau ci-contre. Le potentiel éolien de nombreux autres États est considérable, mais il est inférieur à ceux énumérés ici compte tenu de facteurs associés tels que la vitesse du vent, la densité de la population, et/ou d'autres restrictions à l'utilisation des terres.

Seulement environ 1,5 pour cent des ressources éoliennes potentielles de ces douze États représenterait, sur quarante ans, l'équivalent de la totalité des réserves pétrolières du refuge naturel national d'Alaska (dans l'hypothèse où elles atteindraient 10 milliards de barils). Bien entendu, le potentiel d'énergie éolienne serait toujours disponible après ce délai, alors que les réserves pétrolières seraient épuisées. Un développement du potentiel d'énergie éolienne à une échelle significative exigerait le développement d'une infrastructure de transmission pour transmettre l'électricité d'origine éolienne aux lignes haute tension, et dans l'infrastructure de certains nouveaux corridors de lignes de transmission dans certains États. L'approche la plus rapide à court terme serait peut-être de connecter le Wyoming, le Montana et le Nouveau Mexique vers l'ouest, et les États du Midwest ayant un fort potentiel éolien vers l'est.

Pour plus d'informations sur l'énergie éolienne, voir le rapport de l'IEER de 1999, *Wind Power Versus Plutonium : An Examination of Wind Energy Potential and a*

Comparison of Offshore Wind Energy to Plutonium Use in Japan. Vous trouverez un résumé de ce rapport dans *Énergie et Sécurité* n° 11, de 1999) le texte intégral peut-être consulté sur : http://www.espace-eolien.fr/lille/pu_wind/PU_win.html

1 Son nom entier en anglais est : *National Energy Policy: Report of the National Energy Policy Development Group* (mai 2001). Le rapport est disponible en ligne sur le site web suivant : <http://www.whitehouse.gov/energy>.

Potentiel éolien : les 12 États les mieux placés

(après soustraction des terres exclues d'utilisation)

État	Potentiel de production électrique annuel, en milliard de kWh	Pourcentage de la production totale d'électricité aux États Unis 1999 ^a
North Dakota	1210	32,8
Texas	1190	32,2
Kansas	1070	29,0
South Dakota	1030	27,9
Montana	1020	27,6
Nebraska	868	23,5
Wyoming	747	20,2
Oklahoma	725	19,6
Minnesota	657	17,8
Iowa	551	14,9
Colorado	481	13,0
Nouveau Mexique	435	11,8
TOTAL DES 12 PREMIERS	9984	271
Total ERCOT (Texas)	~1000 ^b	
Total Western Interconnect (allant approximativement jusqu'à la ligne nord-sud Montana-Nouveau Mexique)	~2700 ^b	
Total Eastern Interconnect (le reste des 48 États)	~6000 ^b	

Source : *An Assessment of the Available Windy Land Area and Wind Energy Potential in the Contiguous United States*, Pacific Northwest Laboratory, 1991, tel que cité par l'American Wind Energy Association, dans «*The Most Frequently Asked Questions About Wind Energy*», sur le site web : <http://www.awea.org>.

a - Production d'électricité en 1999 : 3 690 milliards de kWh (kilowatt-heure électrique)

b - Les totaux des régions interconnectées sont approximatifs étant donné que les régions ne correspondent pas exactement aux frontières des États. ERCOT (Electric Reliability Council of Texas) comprend la plus grande partie du Texas, mais exclut une partie de la partie septentrionale du Texas. La transmission est actuellement coordonnée à l'intérieur des régions reliées à Interconnect. Les totaux pour l'énergie éolienne ne comprennent que le potentiel éolien des États listés. Les vrais totaux seraient supérieurs si le potentiel des autres États était rajouté. Le potentiel éolien offshore tirerait fortement vers le haut les totaux dans les trois régions en question.

japonaises et par l'industrie nucléaire⁵, avec pour objectif le retraitement des combustibles usés provenant des REOs japonais. Environ 35 bâtiments de béton de toutes tailles seront construits sur une surface d'environ 3,8 millions de mètre carrés. Chaque bâtiment comprendra quatre étages en sous-sol. Au mois de mars 2001, la construction de l'usine avait été engagée à hauteur de 64%. Du fait du système de sous-traitance qui caractérise l'industrie de construction japonaise, environ 1000 compagnies prennent part à la construction, et environ 7000 ouvriers de construction travaillent en roulement 24h/24.

La piscine d'entreposage des combustibles usés a déjà été achevée. La capacité maximale d'entreposage de la piscine se monte à 3000 tonnes d'uranium ou tU (1500 tU pour le combustible usé des réacteurs à eau bouillante (REB) et 1500 tU pour le combustible des réacteurs à eau pressurisée). Le transport et l'entreposage de combustible usé dans la piscine a commencé en décembre 1999. Il est prévu que 1 600 tU de combustible usé soient déjà entreposés dans la piscine au moment de l'achèvement de la construction de l'usine.

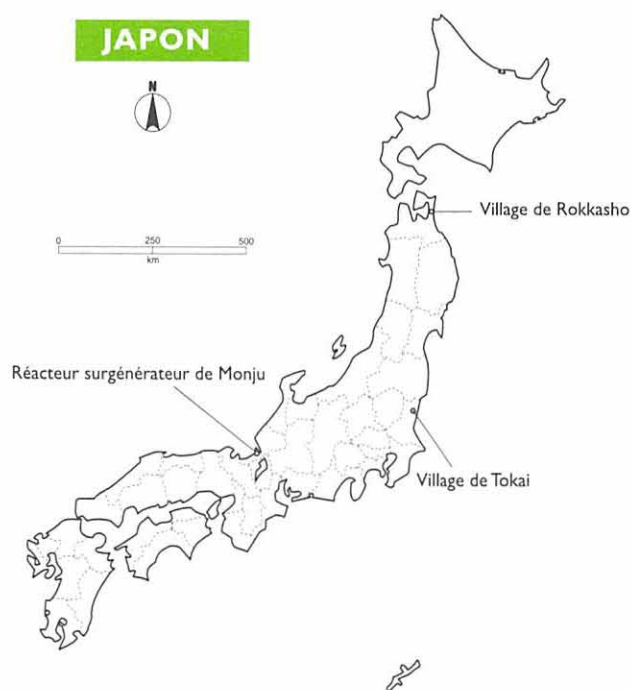
L'usine de retraitement de Rokkasho utilisera le procédé PUREX, qui implique la dissolution du combustible usé dans de l'acide nitrique et la séparation de l'uranium, du plutonium et des déchets de haute activité. La capacité annuelle de l'usine sera de 800 tU, avec une capacité maximale quotidienne de 4,8 tU, et elle permettra la séparation d'environ 5 tonnes de plutonium fissile chaque année. Le taux de combustion maximal du combustible usé destiné au retraitement dans cette usine sera de 55000 mégawatts jours thermiques par tonne d'uranium (MWjth/tU). La combustion moyenne du combustible usé retraité en une journée sera inférieure à 45000 MWjth/tU. Le combustible usé sera refroidi pendant plus d'un an avant d'arriver à l'usine, et devra être refroidi pendant plus de quatre ans avant d'être cisaillé.

Le procédé utilisé à l'usine

Comme pour l'usine de retraitement de Tokai, exploitée par le *Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC)*, le procédé principal utilisé par l'usine de retraitement de Rokkasho est basé sur une technologie française et a été modélisé à partir de l'usine UP-3 de la compagnie française COGEMA de La Hague. D'autres procédés sont basés sur des technologies provenant de divers pays.

Comme on peut le voir dans la figure 1 de la page 11, l'usine comprend les procédés suivants : réception, entreposage, tronçonnage (cisaillage), dissolution, séparation, raffinage (purification), dénitrification, entreposage de l'uranium et du plutonium produits, et solidification (vitrification) des déchets radioactifs de haute activité. Dans la plupart des cas, chaque procédé correspondra à un bâtiment. La technologie utilisée pour les procédés principaux tels que le cisaillage, la dissolution, la séparation et le raffinage, est fournie par SGN, filiale de COGEMA.

L'usine est une mosaïque de technologies provenant à



la fois de l'étranger et de compagnies japonaises. La technologie utilisée pour le traitement des déchets liquides de haute activité et la récupération de l'acide est fournie par *British Nuclear Fuels, plc (BNFL)*, la technologie d'extraction de l'iode par la compagnie allemande KEWA, la technologie de dénitrification de l'uranium et du plutonium par JNC, *Mitsubishi Materials* et Toshiba, la technologie de vitrification des déchets liquides de haute activité par JNC et *Ishikawajima-Harima Heavy Industries*, et la technologie de la piscine d'entreposage de combustibles usés par Hitachi, Toshiba et Mitsubishi.

La conception initiale des principaux procédés issus de SGN a été préparée par la compagnie SGN elle-même, mais les projets des procédés intégrant des technologies provenant d'autres compagnies étrangères et de compagnies japonaises ont été préparés par des compagnies japonaises. Du fait des risques importants de sismicité au Japon, les plans intègrent des conceptions parasismiques.

Les compagnies japonaises ont donc fait des modifications et des ajouts aux dessins pour palier aux risques sismiques. Elles ont également eu la responsabilité de la conception détaillée, de la fabrication, et de l'installation d'équipements parasismiques. Ce processus complexe et confus a abouti à la mauvaise transcription des plans, et de nombreuses erreurs ou omissions (décrites ci-dessous) ont été découvertes au fur et à mesure de la progression de la construction.

L'usine est différente des usines de retraitement françaises ou britanniques du fait qu'elle doit avoir comme produit final un mélange composé à 50% d'oxyde de plutonium et à 50% d'oxyde d'uranium, alors que les usines françaises et britanniques produisent séparément ces deux oxydes. Du fait d'une mesure de non-prolifération, le Ja-

LIRE LA SUITE PAGE 11
VOIR LA PAGE 13 POUR LES ANNOTATIONS

pon a interdiction - conformément à l'Accord nucléaire États-Unis - Japon⁶ - d'extraire du plutonium de l'uranium fourni par les États-Unis. La majeure partie du combustible usé japonais contient de l'uranium provenant des États-Unis.

COGEMA, BNFL et la coopération technologique

Des essais de fonctionnement partiels utilisant de l'eau et de la vapeur ont été engagés en avril 2001 dans les parties achevées de l'usine de retraitement de Rokkasho afin de détecter des fissures, des trous ou des problèmes de soudure et de raccords entre les tuyaux. Des tests et essais de fonctionnement utilisant une solution de nitrate d'uranyle et par la suite du combustible usé dissout dans une solution de nitrate se poursuivront jusqu'à l'achèvement de l'usine prévu en 2005. Par exemple, les essais de validation pour les opérations de cisailage et de dissolution impliquent à eux seuls littéralement la vérification de millions d'éléments afin de confirmer si cette partie de l'usine est construite précisément en conformité avec le projet.

Le manque d'expérience de JNFL et l'adoption de technologies provenant de diverses compagnies posent de sérieuses questions quant à la sûreté de la construction et du fonctionnement de l'usine. Le 26 février 2000, le *Daily Tohoku* et le *To-o Nippo Newspaper* ont rapporté qu'il manquait des éléments importants d'une cuve d'entreposage pour les déchets liquides de faible activité et aussi de deux cuves d'entreposage temporaire pour déchets liquides concentrés de haute activité, du fait d'une mauvaise transcription des plans par le personnel d'Hitachi.⁷ Par exemple, le support parasismique des parties internes des cuves d'entreposage pour déchets liquides concentrés de haute activité a été installé à l'envers. Ce genre de défaut est le résultat de la confusion qui s'est instaurée entre SGN et les compagnies japonaises à la suite des modifications majeures des plans initiaux visant à réduire les coûts après le début de la construction en 1993. L'incompétence de

JNFL en matière de contrôle qualité est clair, et il est très probable qu'il y ait divers problèmes dans d'autres parties de l'usine et des équipements.⁸

En 1987, JNFL a signé l'Accord de transformation technologique avec la compagnie française SGN, et l'Accord-Cadre Général avec la compagnie britannique BNFL. JNFL a demandé à COGEMA de lui envoyer environ 50 assistants techniques, et a demandé à BNFL d'en envoyer deux, pendant les opérations d'essais et jusqu'à l'achèvement de l'usine. L'an dernier, les techniciens de COGEMA et leurs familles ont commencé à arriver à Rokkasho, et un "village français" est en cours de construction à pour les techniciens français.

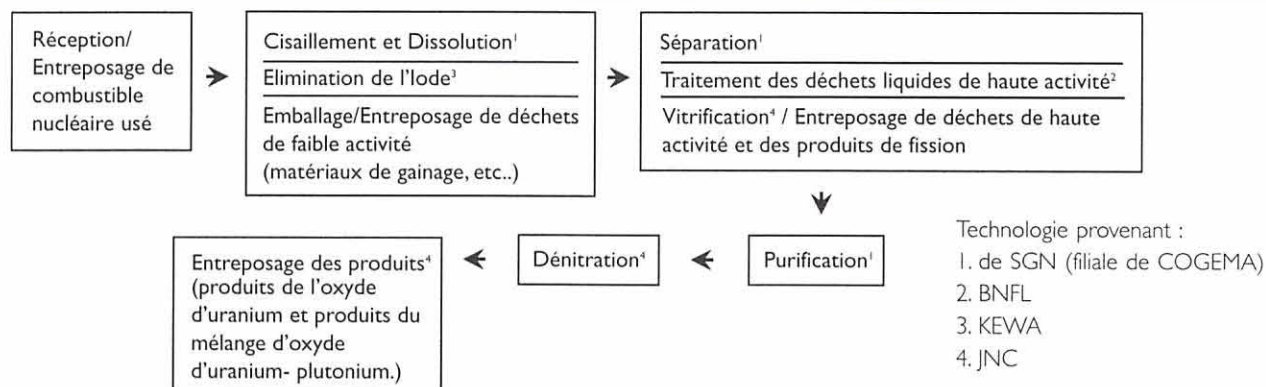
Tout comme le transfert de technologie, la formation des exploitants de l'usine s'avère être une tâche difficile. JNFL pensait effectuer le transfert de technologie en formant des travailleurs japonais dans les usines de COGEMA et de BNFL en complément de leur formation à l'usine de retraitement "maquette" de JNFL, dans l'usine de retraitement de Tokai appartenant à JNC, et dans les installations expérimentales de l'industrie nucléaire japonaise. La formation dans les installations nationales est limitée car elle est menée sur des installations factices ou expérimentales ou dans l'usine de Tokai, qui n'utilise pas la technologie qui servira à équiper l'usine de Rokkasho. JNFL négocie actuellement avec COGEMA pour que ses exploitants soient formés à l'usine UP3 de COGEMA, mais les négociations ont rencontré des difficultés. Comme condition, COGEMA exige le paiement de frais de formation d'environ 100 millions de yen par stagiaire,⁹ en plus de nouveaux contrats de retraitement des combustibles usés japonais nouvellement produits. Les deux partenaires n'ont pu aboutir à un accord.

Le plutonium le plus cher du monde

Selon la demande d'autorisation d'exploitation initiale, soumise en 1989, l'usine de Rokkasho devait être achevée

LIRE LA SUITE PAGE 12
VOIR LA PAGE 13 POUR LES ANNOTATIONS

**FIGURE 1: L'USINE DE RETRAITEMENT DE ROKKASHO
PROCÉDÉS ET ORIGINE DES TECHNOLOGIES**



Source: Japan Nuclear Fuel Ltd.

en décembre 1997, mais la date d'achèvement a été reportée quatre fois. Lorsque la construction a commencé en 1993, la date d'achèvement était prévue pour janvier 2000 et le coût total pour la construction était estimé à 760 milliards de yen. En 1996, à cause des retards pris dans la construction, la date d'achèvement prévue fut reportée à janvier 2003, et le coût de construction réévalué à 1880 milliards de yens. Puis, en 1999, l'achèvement fut projeté pour juillet 2005, et les évaluations des coûts de construction grimpèrent à 2140 milliards de yen (environ 20 milliards de dollars - soit trois fois plus que l'estimation initiale. Le coût de construction subira probablement une nouvelle hausse avant l'achèvement de l'usine.

JNFL n'a rendu publique aucune estimation du coût de retraitement prévu pour l'usine intégrant cette augmentation du coût de construction. L'Agence japonaise pour les ressources naturelles et l'énergie a estimé que le retraitement par l'usine de Rokkasho coûtera environ 351 millions de yens par tonne de combustible usé,¹⁰ ce qui serait environ une fois et demi les coûts de retraitement de BNFL et COGEMA.¹¹ Il existe d'autres estimations qui donnent des projections de coûts plus élevées, la plus élevée étant de 500 millions de yen par tonne de combustible usé.¹² Suite à la décision allemande de mettre fin au retraitement, COGEMA et BNFL pourraient être forcés à réduire leur coût de retraitement, ce qui rendrait le coût de retraitement de Rokkasho encore moins concurrentiel. [Note de la rédaction : Ce combustible MOX sera au moins vingt fois plus coûteux que le combustible LEU (uranium faiblement enrichi). Le MOX français est environ cinq fois plus cher que le combustible à l'uranium.]

Le rapport financier de JNFL pour l'année fiscale 1999 (avril 1999 à mars 2000), publié en juin 2000 présentait un déficit de 500 millions de yen après paiement des impôts. Ce rapport financier intègre le paiement annuel de la provision des compagnies productrices d'électricité de 12,5 milliards de yen pour la construction de l'usine de retraitement de Rokkasho, mais cette provision ne couvre pas la hausse du coût de la construction. JNFL s'enlise dans ses dettes en poursuivant la construction de l'usine de retraitement, et il est fort probable que le plutonium fabriqué par Rokkasho sera le plutonium le plus cher au monde.

L'usine de MOX proposée et ses problèmes

Au fur et à mesure de la construction de l'usine de retraitement de Rokkasho, on s'inquiète de plus en plus de l'éventualité que le plutonium séparé dans l'usine puisse à terme constituer un surplus. Pour modifier cette situation, la Federation of Electric Power Companies et JNFL ont décidé de construire la première usine civile de MOX japonaise.

Les plans envisagent la construction de l'usine de fabrication de MOX à proximité de l'usine de retraitement de Rokkasho. Les deux usines seraient reliées par une tranchée souterraine par laquelle serait transférée la poudre de MOX.

Cette usine de grande taille devrait, selon le projet, avoir une capacité de traitement annuelle de 130 tonnes de métal lourd, et son exploitation devrait commencer en 2008 ou 2009. Tout comme pour les usines belges et françaises, c'est le procédé de fabrication MIMAS¹³ qui a été choisi. Le coût total de la construction est estimé à 120 milliards de yens.

Le niveau d'enrichissement en plutonium du MOX fabriqué dans l'usine en projet se situerait entre 5 et 10%. L'usine utiliserait comme matière première la poudre de MOX composée à 50% d'uranium et 50% de plutonium fabriquée par l'usine de retraitement de Rokkasho. Ce mélange serait dilué par l'ajout d'uranium appauvri entreposé à l'usine d'enrichissement de Rokkasho. L'étape suivante serait la fabrication de pastilles de combustible et la préparation de barres de combustible.

Comme la fabrication de MOX a recours à du plutonium, les émissions de neutrons sont environ 10 000 fois supérieures à celles occasionnées par la fabrication du combustible uranium et les émissions gamma sont environ 20 fois supérieures. Il faut donc un contrôle strict de la sûreté, particulièrement pour la mise en place de mesures visant à la protection et au piégeage des matières radioactives, pour la gestion de la chaleur et le contrôle de la criticité. L'accident de criticité de 1999 survenu à l'usine Tokai de JCO, qui a coûté la vie à deux hommes, a engendré une exposition neutronique des habitants, et a forcé l'évacuation de ceux vivant dans un rayon de 350 mètres autour de l'usine, est encore tout frais dans la mémoire des Japonais.

Qui plus est, vu que ce MOX brut comprendra en partie de l'uranium de retraitement, ce qui n'est pas le cas des usines MOX anglaises et françaises, la protection des travailleurs et du public contre l'intense rayonnement gamma issu des produits de filiation de l'uranium 232 et de l'uranium 236 représentera une complication considérable. L'usine de fabrication de MOX de Rokkasho devra posséder des structures de blindage fortifiées et un contrôle de l'exposition des travailleurs plus strict que dans d'autres usines MOX.

Comme si elle était à la remorque des projets de l'industrie nucléaire, la Nuclear Safety Commission ou NSC, (l'équivalent japonais de la Direction de la Sûreté des Installations Nucléaires en France), prépare actuellement en toute hâte des normes de l'étude de sûreté pour l'autorisation d'exploitation de l'usine MOX industrielle, afin d'établir ces normes d'ici à la fin de l'année. De surcroît, les débats sur les nouvelles normes abordent la possibilité de l'utilisation d'oxyde de plutonium comme matière première en plus du MOX 50/50. Si cela devenait réalité, il se pourrait que le plutonium japonais extrait et entreposé à l'étranger soit renvoyé au Japon, puisque, selon l'accord nucléaire États-Unis - Japon, le Japon ne peut extraire de plutonium pur dans le pays à partir de la plus grande partie de son combustible usé. L'utilisation d'oxyde de plutonium dans une usine de grande taille au Japon engendre de sérieux risques de sûreté et de prolifération, et cela n'est

LIRE LA SUITE PAGE 13
VOIR LA PAGE 13 POUR LES ANNOTATIONS

pas à prendre à la légère. La société civile doit garder un regard vigilant sur la NSC alors qu'elle prépare ses normes pour l'étude de sûreté.

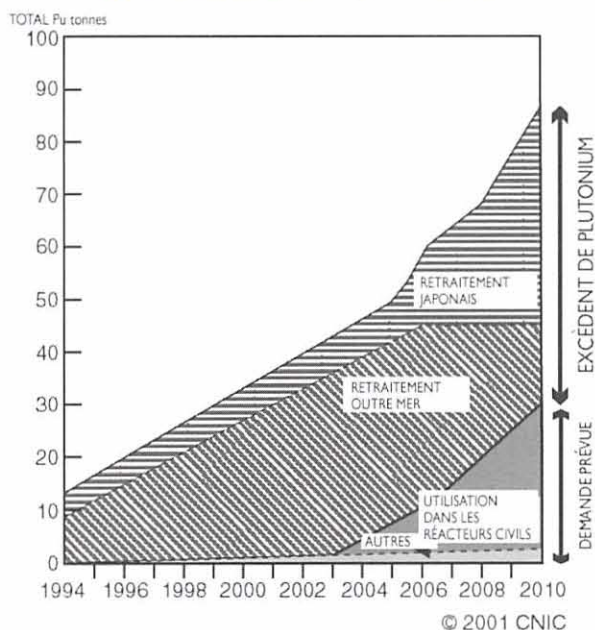
Dans le même temps, les plans visant à utiliser du combustible MOX au Japon aboutissent à une impasse. Au mois de novembre 2001, aucun des assemblages de MOX transportés depuis l'automne 1999 d'Europe vers le Japon n'a été utilisé, suite aux scandales liés à la falsification des données par BNFL, et d'une forte opposition locale.¹⁴ Des compagnies électriques avaient prévu de commencer à utiliser du MOX dans des REOs à l'automne 1999. A l'heure actuelle, aucun des réacteurs japonais n'a de dates fixées pour un chargement en combustible MOX. Même si les projets avaient progressé en fonction des objectifs initiaux, la demande prévue de plutonium jusqu'en 2010 aurait été de 30 tonnes, à comparer avec l'approvisionnement prévu de 55 tonnes - un surplus important de plutonium. (Voir Figure 2)

Les projets japonais de retraitement et de fabrication de MOX rencontrent de vives critiques à la fois à l'intérieur du pays et à l'étranger. L'accident de criticité de 1999 à l'usine JCO, le scandale de la falsification des données du combustible MOX, et d'autres scandales avec des dissimulations et manipulations de l'information concernant l'incident du réacteur surgénérateur de Monju en 1995 et l'incident de Tokai en 1997, ont rendu le public japonais de plus en plus sceptique vis à vis de la technologie et de l'industrie nucléaires. La promotion aveugle de l'utilisation de plutonium par le gouvernement, malgré le scepticisme et l'opposition locale, devra faire face à d'autres retards et difficultés.



- 1 Masako Sawai travaille pour le Citizen's Nuclear Information Center (CNIC - Centre d'information des citoyens sur le nucléaire) spécialisé dans le cycle du combustible nucléaire.
- 2 Pour des informations générales sur l'incident du réacteur surgénérateur Monju en 1995, voir le bulletin d'information bimensuel de CNIC, Nuke Info Tokyo, n° 51 et 53-56.
- 3 Dans l'approche dite du "cycle ouvert", qui est la politique choisie par les États-Unis et le Canada, le combustible nucléaire usé n'est pas retraité. L'approche du cycle du combustible nucléaire comprend le retraitement (l'extraction d'uranium et de plutonium à partir du combustible nucléaire usé afin de créer de nouveaux combustibles). La France, l'Angleterre et le Japon ont une politique du cycle du combustible nucléaire.
- 4 Pour des informations générales sur l'incident de l'usine de retraitement de Tokai en 1997, voir Nuke Info Tokyo, n° 58, 59 et 63.
- 5 Notamment Toshiba, Hitachi et d'autres compagnies.
- 6 Le titre intégral est le suivant : Agreement for Cooperation between the Government of Japan and the Government of the United States of America Concerning Peaceful Uses of Nuclear Energy (1988).
- 7 L'ancienne agence japonaise pour la Science et la Technologie a conduit une enquête sur ce sujet et publié son rapport intitulé : "Report on the Investigation of the Failure to Equip Parts at JNFL's

FIGURE 2: INVENTAIRES PASSÉS ET PROJÉTÉS DU PLUTONIUM JAPONAIS, EN TONNES



Reprocessing Facility" en mars 2000.

- 8 Selon le To-o Nippo et le Daily Tohoku, une panne temporaire de toutes les pompes de circulation de réfrigérant s'est produite le 19 novembre 2000 dans la piscine d'entreposage de combustible usé de l'usine de retraitement de Rokkasho. Dans le numéro du Daily Tohoku du 14 avril 2001, il a été rapporté que le combustible usé avait été accepté dans la piscine d'entreposage de l'usine après avoir été retardé pendant une journée par le gouverneur de la préfecture d'Aomori à cause de nombreux problèmes découverts dans le système de ventilation du bâtiment d'entreposage des combustibles usés. Les numéros de To-o Nippo Newspaper et du Daily Tohoku du 20 mai 2001 ont rapporté que des fissures avaient été découvertes dans le béton de certaines des parties complétées des bâtiments de l'usine.
- 9 Au cours de la dernière décennie, le taux de change a été en moyenne de 114 yen pour un dollar américain, soit environ 16,3 yen pour un franc.
- 10 Réponse écrite du premier ministre japonais, datée du 16 mai 2000, à une question soumise par Sumiko Shimizu, membre de la chambre des conseillers.
- 11 JAERI-Research 2001-014: JAERI, An analysis on the economics of plutonium cycle, Japan Atomic Energy Research Institute (JAERI), 2001.
- 12 Asahi Newspaper, édition du soir, le 13 septembre 1999.
- 13 Méthode MIMAS : méthode dans laquelle le combustible MOX est fabriqué en mélangeant le plutonium et l'uranium par broyage. Cette méthode a été développée par Belgonucléaire et a été utilisée à l'usine MELOX de COGEMA également. Etant donné que le mélange implique deux étapes différentes, il engendre des problèmes liés à l'homogénéité du plutonium, ce qui aboutit à la formation d'aggrégats de plutonium. Dans certaines conditions, les agrégats de plutonium situés à proximité des gaines de combustibles peuvent causer leur rupture.
- 14 L'inventaire de combustible MOX consiste en 60 assemblées ou 15,2 tonnes de combustible pour réacteur à eau bouillante et 8 assemblées ou 3,7 tonnes de combustible pour réacteur à eau pressurisée.



C h e r A r j u n

Cher Arjun :

Que sont les PBMR dont je n'arrête pas d'entendre parler ? Le nom fait penser à des espèces de Choco BN, mais je sais que ça a un rapport avec des choses que l'on trouve facilement dans le Bush, des petites boules, je crois. Pouvez-vous m'aider ?

M. Ledéconcerté, de Bethesda

Cher M. Ledéconcerté

Les PBMR ne sont pas des Choco BN mais vous avez en partie raison. Il s'agit bien de petits beurres. En fait, les PBMR sont une friandise pour adultes : les Petits Beurres Marbrés au Rhum.

Une nuit, des représentants de l'industrie nucléaire ont un peu forcé sur les PBMR et le rhum. Ils sont devenus très gais, ont commencé à jouer avec le sigle et ont abouti à quelque chose de tout à fait merveilleux, un réacteur nucléaire. Au début, ils voulaient l'appeler le Petit Bush, réacteur modulaire, parce que les éléments combustibles ressemblent à de petites boules, qu'on trouve dans le bush. Mais c'était juste avant les dernières élections. Maintenant, PBMR veut dire Pebble Bed Modular reactor (Réacteur modulaire à lit de boulets). Ce que je vous conseille, M. Ledéconcerté, c'est de l'appeler simplement le Lit de Boulets en vous souvenant bien qu'il ne s'agit pas d'une excursion dans le lit desséché d'un torrent des montagnes Rocheuses.

Si l'on permute les lettres PBMR, on obtient MPBR. C'est ce nom qu'utilisent le Massachusetts Institute of Technology (MIT), et le Idaho National Engineering and Environmental Laboratory (INEEL), appartenant au Département de l'Energie. Le DOE a désigné ce dernier comme laboratoire principal où seront centrés les efforts du gouvernement dans le domaine de la recherche et du développement des réacteurs civils.

Les PBMR, comme la plupart des nouvelles idées de réacteurs, sont la réincarnation d'une idée plus ancienne. (Tous les réacteurs dont vous avez déjà entendu parler ont été inventés dans les années 1940 et 1950). Dans ce cas, l'idée initiale est celle du « réacteur à haute température refroidi par gaz », ou RHTRG, qui avait alors été proposé dans une version modulaire, le RMHTRG. Si vous achetez un exemplaire de l'ouvrage de l'IEER intitulé « The Nuclear Power Deception » vous y trouverez une analyse du RMHTRG, notamment concernant les problèmes de sûreté. Ou vous pouvez tout simplement lire la partie consacrée entièrement aux RHTRG dans ce livre, sur notre

site web : <http://www.ieer.org/reports/npd7.html>. Vous pouvez aussi apprendre des informations astucieuses sur la physique nucléaire et les réacteurs nucléaires en consultant nos cours : <http://www.ieer.org/classroom/index.html>, au cas où vous souhaiteriez en ce moment vous intéresser au business des réacteurs nucléaires, vu que c'est à la mode, soutenu politiquement, et tout, et tout. (Mais nous ne garantissons en aucun cas que cela vous rapportera de l'argent). Le PBMR est une variante du RHTRG.

Les RHTRG sont refroidis par de l'hélium sous forme gazeuse, un gaz inerte. Ils utilisent le graphite comme modérateur (au lieu de l'eau, qui est le modérateur de la plupart des réacteurs nucléaires existants). Le graphite est utilisé dans les réacteurs de type Tchernobyl (les RBMK)¹, qui sont refroidis par eau, et dans les réacteurs britanniques avancés refroidis par gaz (*British Advanced Gas Reactors*), qui sont refroidis par dioxyde de carbone. Certains réacteurs modérés par graphite utilisent du combustible à l'uranium faiblement enrichi; d'autres utilisent l'uranium naturel. Les descriptions des différents types de réacteurs sont disponibles sur le site web de l'IEER à l'adresse suivante : <http://www.ieer.org/reports/npd-tbl.html>.

Un seul RHTRG de grande taille, de 330 mégawatt électriques, a été construit aux Etats-Unis - il s'agit du réacteur de Fort St Vrain, dans le Colorado, un véritable échec commercial. Il a été mis à l'arrêt en 1989. Il a été perclus de problèmes techniques imposant un taux d'arrêt forcé de plus de 60 pour cent. Son facteur de capacité sur sa durée de vie a été de seulement 14,5 pour cent. Les centrales qui assurent une production en base comme par exemple les centrales nucléaires, sont normalement conçues pour avoir des facteurs de capacité de 75 pour cent ou plus. Les calculs de coûts réalisés par les partisans du PBMR utilisent un facteur de capacité de 90 pour cent (voir par exemple la présentation faite par Andy Kadak sur le site web suivant : <http://www.min.uc.edu/nuclear/kadak/sld051.htm>).

Les concepteurs des PBMR affirment bénéficier du retour d'expérience. Dans le PBMR, l'hélium chaud alimente directement une turbine, ce qui réduit les risques de contact entre l'eau et le graphite. Mais il y a pourtant une deuxième boucle pour l'eau. L'eau est utilisée pour refroidir le gaz d'hélium avant qu'il ne soit renvoyé au réacteur. L'utilisation d'eau serait inférieure à celle des réacteurs à eau ordinaire, car le rendement/l'efficacité prévue du PBMR serait supérieure. Vous pouvez rendre visite au site promotionnel du PBMR Sud africain à cette adresse : <http://www.pbmr.co.za/>.

LIRE LA SUITE PAGE 15
VOIR LA PAGE 17 POUR LES ANNOTATIONS

Il est prévu que les PBMR aient du combustible au dioxyde d'uranium enrobé de carbure de silicium et de pyrocarbon². Le combustible serait fabriqué sous la forme de minuscules particules, ressemblant à des grains de sable fin, appelées des microsphères. Dans un PBMR, un conteneur de plus grande taille, d'un diamètre de 60 millimètres, est rempli de ces particules de combustible. Les boules de combustible circulent en continu dans le réacteur, et sont mélangées à des boules de graphite, qui sont utilisées comme modérateur. Il devrait y avoir 360 000 boules de combustible, ou boulets, par cœur de réacteur, contenant chacune 11 000 microsphères de combustible, au total, 4 milliards de microsphères par réacteur de 110 mégawatts. Il est prévu des boules pour l'absorption des neutrons et six barres de contrôle, selon le modèle proposé. Environ un tiers des boulets serait déchargé du réacteur chaque année. Ces chiffres s'appliquent au projet actuellement étudié par le MIT et l'INEEL.

British Nuclear Fuels, qui appartient au gouvernement britannique, ainsi que d'autres entreprises partenaires et la compagnie électrique d'Afrique du Sud ESKOM, sont en train de concevoir un PBMR de 110 mégawatts électriques pour être construit en Afrique du Sud. Le consortium espère en faire une centrale de démonstration qui servirait de base à une grande industrie exportatrice. Une telle centrale aurait une puissance de sortie qui serait égale à environ un dixième de celle d'un réacteur à eau ordinaire de grande taille. D'où le terme de 'modulaire'.

Le PBMR est la nouvelle tentative de l'industrie nucléaire pour vendre des réacteurs nouveaux, améliorés et « intrinsèquement sûrs ». Il s'agit là d'un terme intrinsèquement trompeur. Aucun PBMR commercial n'a réellement été construit et exploité jusqu'ici. Selon les promoteurs du PBMR, (voir site http://www.pbmr.co.za/2_about_the_pbmr/2_8background_to_the_pbmr.htm), un petit réacteur pilote allemand aurait été exploité pendant 21 ans avec un facteur de capacité de 70 pour cent. Les RHTRG ont incontestablement connu des fortunes diverses. Le réacteur de Fort St Vrain, a connu de nombreux problèmes et a été fermé de façon prématurée. Les PBMR ont été proposés dans les années 1990 comme réacteurs pouvant éventuellement transmuter des déchets. (Voir *Energie et Sécurité* n° 13 (2000), pour une description de l'étude de l'IEER sur la transmutation).

Une analyse des problèmes de sûreté liés à cette utilisation du PBMR est disponible dans une étude de 1996 sur la transmutation, réalisée par le Conseil national de recherche de l'Académie nationale des Sciences des Etats-Unis. Cette analyse de la sûreté ne s'applique pas directement étant donné que les conditions d'exploitation et les combustibles seraient différents de ceux du PBMR proposé. Quoi qu'il en soit, il est à noter que l'étude conclut que « à ce stade du développement conceptuel, il existe peu d'informations quant aux caractéristiques de sûreté

du PBR [Pebble Bed Reactor], quant à ses facteurs de risques principaux, ou son impact sur l'environnement ». L'étude affirmait plus loin que « On ne sait pas clairement comment le cœur [du PBR] réagirait à une situation où la circulation du réfrigérant à base d'hélium serait interrompue. »³

La proportion des composants qualifiés de « liés à la sûreté » dans le PBMR proposé, et par conséquent faisant l'objet d'inspections rigoureuses plus poussées, serait seulement de 15 à 20 pour cent, comparée à 40 ou 50 pour cent pour les réacteurs à eau ordinaire. La réduction du nombre d'inspections peut rendre l'exploitation du réacteur moins coûteuse, mais elle peut aussi le rendre plus vulnérable aux accidents. L'accident de Three-Mile Island a commencé avec un composant « non lié à la sûreté », une valve dans le système du condenseur qui avait été fermée par inadvertance. C'était la troisième fois dans la même année qu'un composant non lié à la sûreté avait engendré un arrêt brusque du réacteur. Etant donné qu'il s'agissait d'un composant non lié à la sûreté, il n'avait pas été inspecté.

Bien que la conception des PBMR permettrait d'éviter les accidents de type fusion du combustible, une perte de réfrigérant produirait toutefois des conséquences radiologiques graves. Les PBMR contiendront du graphite, qui pourrait prendre feu si l'air entre dans le cœur après une perte de réfrigérant à base d'hélium. Qui plus est, un accident de perte de réfrigérant suite à une brèche dans la séparation entre les circuits d'hélium et d'eau pose un risque de réactions entre la vapeur et le graphite avec production de monoxyde de carbone et de l'hydrogène pouvant engendrer un risque d'incendie.

En somme, les PBMR ont en matière de sûreté, des faiblesses qui leurs sont spécifiques, et ne méritent pas d'être appelés « intrinsèquement sûrs ». Il est bon de remarquer que les partisans du PBMR veulent toujours que les gouvernements assurent leur réacteur dans le cadre de la loi Price Anderson. Voilà une preuve de la confiance qu'ils ont en sa sûreté intrinsèque, vous ne pensez pas, Cher M. Ledéconcerté ?

Si le réacteur est construit sans enceinte de confinement secondaire, comme il a été proposé, cela pourrait aboutir à un rejet massif de radioactivité. En guise d'éventuelle consolation, la quantité de radioactivité dans le cœur du réacteur par unité de puissance produite est inférieure à celle d'autres modèles de réacteurs, parce que les boulets de combustible circulent continuellement avec un système de triage qui soustrait du réacteur les boulets "usés". Ceux-ci sont mis en entreposage et remplacés par de nouveaux boulets introduits par le haut. Ainsi l'inventaire des radionucléides à vie courte, comme le xénon 133 et l'iode 131 qui pourraient être rejetés dans le cas d'un accident grave, est réduit. La rentabilité d'un réacteur modulaire de 110 mégawatts serait sujette à caution si une enceinte de con-

LIRE LA SUITE PAGE 17
VOIR LA PAGE 17 POUR LES ANNOTATIONS

finement secondaire y était, comme il se devrait, ajoutée. Il est important de rappeler que l'enceinte de confinement secondaire est la seule caractéristique qui a empêché l'accident de Three Mile Island de rejeter des quantités massives de radioactivité. Sans elle l'ampleur aurait été plus comparable à celle de Tchernobyl.

Les RMHTRG sont plus vulnérables aux attaques terroristes que les réacteurs à eau ordinaire (voir *Nuclear Power Deception*). Il est difficile de savoir si la vulnérabilité des RMHTRG s'appliquerait aussi aux PBMR, puisque aucun plan détaillé n'est disponible.

Les PBMR utiliseraient du combustible enrichi à un niveau considérablement plus élevé que les réacteurs existants. Des niveaux d'enrichissement allant de 8 à 20 pour cent ont été proposés, la préférence allant actuellement au premier chiffre. Bien que l'uranium enrichi à 8 pour cent ne pourrait pas être utilisé pour la fabrication d'armes nucléaires, il serait plus facile de fabriquer de l'uranium de qualité militaire à partir de combustible PBMR qu'à partir du combustible des réacteurs à eau ordinaire (un enrichissement de moins de 5 pour cent).

Il faudrait construire 20 000 PBMR au cours des quarante prochaines années environ pour apporter une contribution à l'approvisionnement énergétique mondial qui aurait un impact significatif sur les émissions de dioxyde de carbone. Si l'on prévoit une dizaine d'années pour le développement du réacteur (une période très courte, si l'on considère qu'aucun réacteur n'a encore été construit), il faudrait dans les trente années suivantes raccorder presque deux réacteurs par jour au réseau. Le contrôle qualité de tant de réacteurs et leur contrôle réglementaire seraient quasiment impossibles. De plus, si l'on trouvait un problème de conception dans le PBMR une ou deux décennies après le début de la phase de construction accélérée, il deviendrait prohibitif financièrement de résoudre ces problèmes.

La production de combustible nécessaire à 20 000 unités devra être d'environ 25 mille milliards de micro sphères

par an. Il serait donc crucial pour le PBMR de savoir comment le contrôle qualité serait appliqué pour un tel approvisionnement massif en combustible PBMR relativement nouveau. Dans ce contexte, il est important de remarquer qu'une des compagnies qui se placent à l'avant-garde de la promotion du PBMR est BNFL, la société appartenant au gouvernement britannique qui a reconnu qu'une partie de son combustible MOX (mélange d'oxydes de plutonium et d'uranium) envoyé au Japon avait des données de contrôle qualité falsifiées.

Enfin, il existe un bon nombre de questions associées aux déchets PBMR. Bien que la quantité de radioactivité par unité de puissance produite, présente à n'importe quel moment, serait moindre dans les PBMRs que les PWRs, le volume total des déchets serait considérablement accru, posant le problème bien connu : que faire des déchets radioactifs à vie longue. De plus, l'interaction entre le combustible enrobé de carbone et de carbure de silicium du PBMR avec l'environnement d'entreposage n'a pas encore été étudiée en détail.

Malgré le grand nombre de problèmes liés aux déchets produits par la génération actuelle de réacteurs existants, l'administration Bush et l'industrie nucléaire semblent prêtes à encourager de nouvelles commandes de réacteurs sans un débat de société significatif sur les lieux de destination des déchets. Même si le site de Yucca Mountain obtenait l'autorisation d'exploitation, la loi lui interdit de stocker plus de 70 000 tonnes de combustible usé. Et si cette interdiction était levée, il est improbable que ce site puisse recevoir de nouvelles quantités massives de déchets nucléaires.

En bref, M. Ledéconcerté, je conclus que les PBMR=RMBP, avec pour explication non-mathématique : si l'on poursuit le projet du PBMR, Réacteur Modulaire à Lit de Boulets, la société court le Risque Majeur d'être dans un Beau Pétrin.

Veillez agréer, etc...

Arjun, alias Dr Egghead

L'IEER tient à remercier David Lochbaum de l'*Union of Concerned Scientists*, pour sa révision d'une version préliminaire de cet article et pour toutes ses suggestions utiles. « Cher Arjun » garde en revanche la responsabilité du contenu de cet article.

1 Acronyme russe pour *Reactor Bolshoi Moschnosti Kanalnyi*.

2 Carbone pyrolytique.

3 *Commission on Geosciences, Environment and Resources of the National Research Council of the National Academy of Sciences, Nuclear Wastes : Technologies for Separation and Transmutation, Committee on Separations Technology and Transmutation Systems*, (Washington DC: National Academy Press, 1996), p 292.

The Institute for Energy and
Environmental Research
6935 Laurel Avenue, Takoma Park, MD 20912,
USA

Phone: (301) 270-5500
FAX: (301) 270-3029
Adresse Internet: ieer@ieer.org
Page Web: <http://www.ieer.org>



La majorité des copies de *Energie et Sécurité* est
distribuée en France par Jean-Pierre Morichaud du Forum
Plutonium, Hameau des Oliviers, 26110 Venterol
Adresse internet: forumpu.jp@wanadoo.fr