

Programme japonais OMEGA: une base de coopération internationale

Aperçu du programme sur la transmutation et la séparation

par S. Kawarada

La gestion des déchets de haute activité résultant du retraitement du combustible irradié est, avec l'assurance de la sûreté des centrales, l'un des facteurs déterminants pour la poursuite du développement de la production d'électricité nucléaire.

Au Japon, la politique adoptée consiste à solidifier ces déchets sous une forme stable, à les stocker pour 30 à 50 ans afin qu'ils refroidissent, puis à les évacuer dans des formations géologiques profondes. En outre, la Commission de l'énergie atomique du Japon a manifesté son intérêt pour les technologies permettant de convertir les déchets de haute activité en ressources utiles et de maximiser l'efficacité de l'évacuation. Deux rapports ont été publiés en octobre 1988, l'un consacré au programme de recherche-développement à long terme sur la séparation et la transmutation des nucléides, l'autre sur le développement de la séparation et de la transmutation des nucléides. Le programme, baptisé OMEGA (Options for Making Extra Gains from Actinides), indique la voie que pourrait suivre le progrès technologique jusqu'à l'an 2000.

Ce programme a été stimulé par les activités de collaboration de l'Institut de recherche sur l'énergie atomique du Japon (JAERI) et de la Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation (PNC). Dans le secteur privé, l'Institut central de recherche de l'industrie électrique (CRIEPI) a également effectué des travaux de recherche-développement.

En janvier 1989, le Gouvernement japonais (représenté par l'Agence pour la science et la technologie) a proposé, dans le cadre de l'Agence pour l'énergie nucléaire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (AEN/OCDE), un effort de coopération internationale pour l'échange d'informations sur la technologie de la séparation et de la transmutation. La première réunion sur ce sujet s'est tenue au Japon en novembre 1990. Y ont

participé 11 pays membres de l'OCDE et deux organisations internationales — l'AIEA et le Centre commun de recherche de la Commission des Communautés européennes (CCE).

Le programme OMEGA au Japon

Le programme OMEGA doit se dérouler en deux phases: la phase 1, qui va jusqu'à 1996 environ, doit être celle des études fondamentales et des essais destinés à évaluer divers concepts et à mettre au point les technologies requises. La phase 2, de 1997 environ à 2000, doit être celle de la mise à l'épreuve des technologies et/ou de la démonstration des concepts. Après l'an 2000, des installations pilotes seront construites pour faire la démonstration de la technologie de la séparation et de la transmutation.

Séparation. Les principales technologies à mettre au point concernent les trois aspects suivants:

- séparation des déchets de haute activité;
- récupération des métaux utiles présents dans les résidus insolubles provenant du retraitement;
- conditionnement des éléments séparés.

La séparation consiste à répartir les déchets de haute activité en quatre groupes: éléments transuraniens; strontium et césium; technétium et palladium.

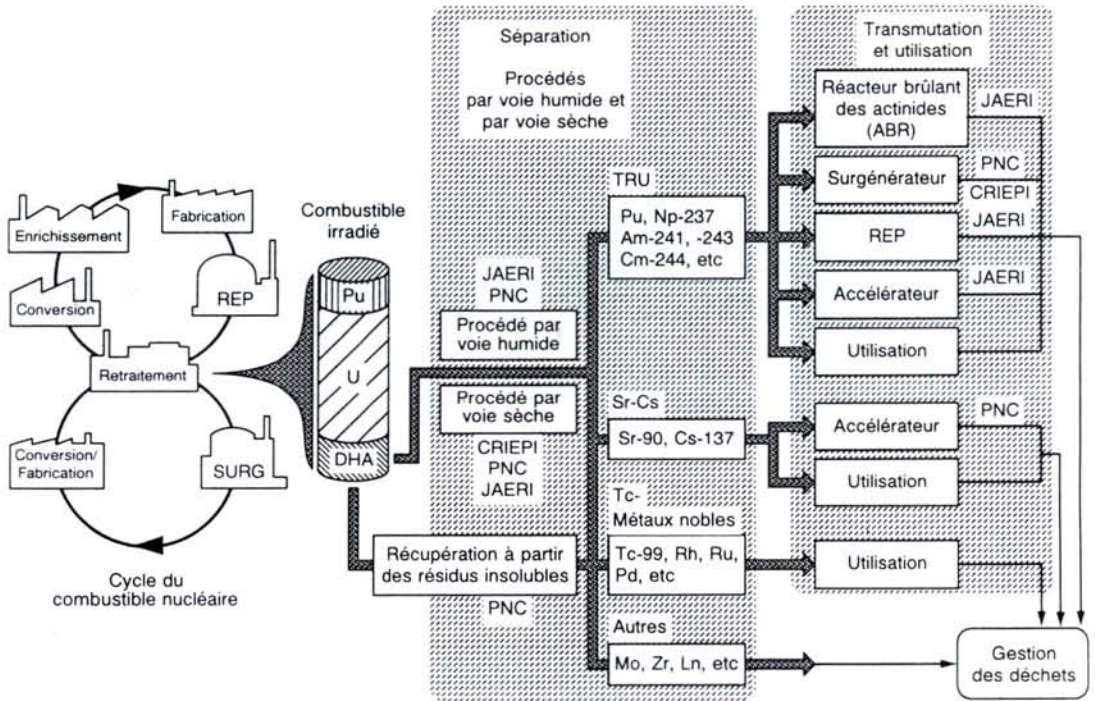
Un système harmonisé et optimisé sera étudié pour intégrer le procédé de séparation au procédé PUREX et pour utiliser et gérer au mieux les ressources nucléaires contenues dans le combustible irradié. La faisabilité et l'applicabilité du procédé à sec avec du sel fondu et des procédés de sublimation/volatilisation seront également étudiées.

La récupération vise à extraire des éléments utiles tels que le ruthénium, le rhodium et le palladium des résidus insolubles de solutions dissoutes provenant du retraitement. Des techniques de purification et d'isolement seront également développées, par exemple pour extraire le palladium 107 à période longue de l'élément palladium récupéré.

Enfin, il faut conditionner les transuraniens et les produits de fission séparés — notamment immobiliser le strontium et le césium — avant de les utiliser ou de les évacuer.

M. Kawarada est directeur de la politique de la partie terminale du cycle du combustible nucléaire au Bureau de l'énergie atomique de l'Agence pour la science et la technologie du Japon.

Activités de R-D dans le cadre du programme OMEGA sur la séparation et la transmutation



Transmutation. Les principales technologies à mettre au point visent l'emploi de réacteurs nucléaires et d'accélérateurs.

Les réacteurs nucléaires seraient un choix tout à fait rationnel permettant de concrétiser rapidement la transmutation des nucléides transuraniens. Le réacteur surgénérateur rapide à combustible à mélange d'oxydes ou à combustible métallique, refroidi par sodium, peut être utilisé pour la transmutation de nombreux types de radionucléides transuraniens du fait de son pouvoir relativement élevé de fissionnement à haute énergie. Un réacteur à neutrons rapides brûlant des transuraniens serait également intéressant en raison de sa capacité de transmutation plus efficace que celle d'un réacteur rapide classique. Le réacteur à neutrons thermiques est une autre possibilité lorsque le plutonium est utilisé comme combustible nucléaire.

Avec les progrès remarquables accomplis récemment dans le domaine de la technologie des accélérateurs, ces derniers deviennent de plus en plus attrayants pour la transmutation. Les accélérateurs de protons transmuteront des transuraniens et des produits de fission à période longue par spallation et au moyen des nombreux neutrons émis lors de cette réaction. Les accélérateurs d'électrons transmuteront les nucléides ayant une faible section neutronique efficace (strontium 90 et césium 137) par réaction photonucléaire. Un système hybride, associant un accélérateur et un assemblage sous-critique, sera étudié pour améliorer le bilan énergétique global du système de transmutation.

Recherches fondamentales nécessaires. Le programme OMEGA a besoin d'une base de données fiable sur les transuraniens et les produits de fission à période longue. Des études sur les propriétés

physiques et chimiques de ces nucléides permettront de mieux comprendre les aspects scientifiques et techniques de leur séparation et de leur extraction des déchets de haute activité; de la fabrication de combustible contenant des transuraniens pour le recyclage en réacteurs ou la transmutation dans des systèmes couplés à un accélérateur; et de leur utilisation. Leurs constantes nucléaires et paramètres thermodynamiques seront mesurés, compilés et évalués pour les besoins de la physique des réacteurs et aux fins de la mise au point de matériaux (voir la figure).

Activités de l'AEN/OCDE

En 1990, l'AEN a lancé un programme international d'échange d'informations sur la séparation et la transmutation des actinides et produits de fission, à la suite d'une proposition faite par le Japon pour le programme OMEGA. Le Comité du développement de l'énergie nucléaire de l'AEN s'est employé spécialement à encourager l'échange d'informations sur la séparation-transmutation entre pays membres de l'AEN, car il importe de poursuivre la recherche fondamentale sur cette question et d'en accroître l'efficacité. Il est possible de relier systématiquement les programmes et les activités des pays par un partage de l'information et une mise en commun des ressources dans un cadre mondial.

Après la première réunion d'échange d'informations tenue en 1990, des réunions de spécialistes ont eu lieu en novembre 1991 et mars 1992 et plusieurs autres sont prévues. La deuxième réunion d'échange d'informations sera organisée aux Etats-Unis en novembre de cette année.

D'autre part, le Comité des sciences nucléaires de l'AEN, créé récemment par fusion de trois comités antérieurs, s'est réuni en décembre 1991 pour la première fois et a adopté un nouveau programme consacré à l'étude des aspects scientifiques fondamentaux de la séparation-transmutation.

Principales activités de recherche au niveau national

Le Japon et d'autres pays mènent diverses activités de recherche et de développement qui tirent parti de ce cadre de coopération internationale.

Japon. Le JAERI poursuit des recherches sur la séparation et la transmutation dans les domaines suivants: technologie de la séparation; étude d'un réacteur brûlant des actinides; étude d'un système de transmutation à l'aide d'un accélérateur intense de protons; et recherches fondamentales liées à la technologie des transuraniens. Un nouveau concept est apparu, celui de cycle du combustible nucléaire à deux niveaux (*voir la figure*). Le premier est le cycle classique du combustible et le deuxième celui de la séparation-transmutation.

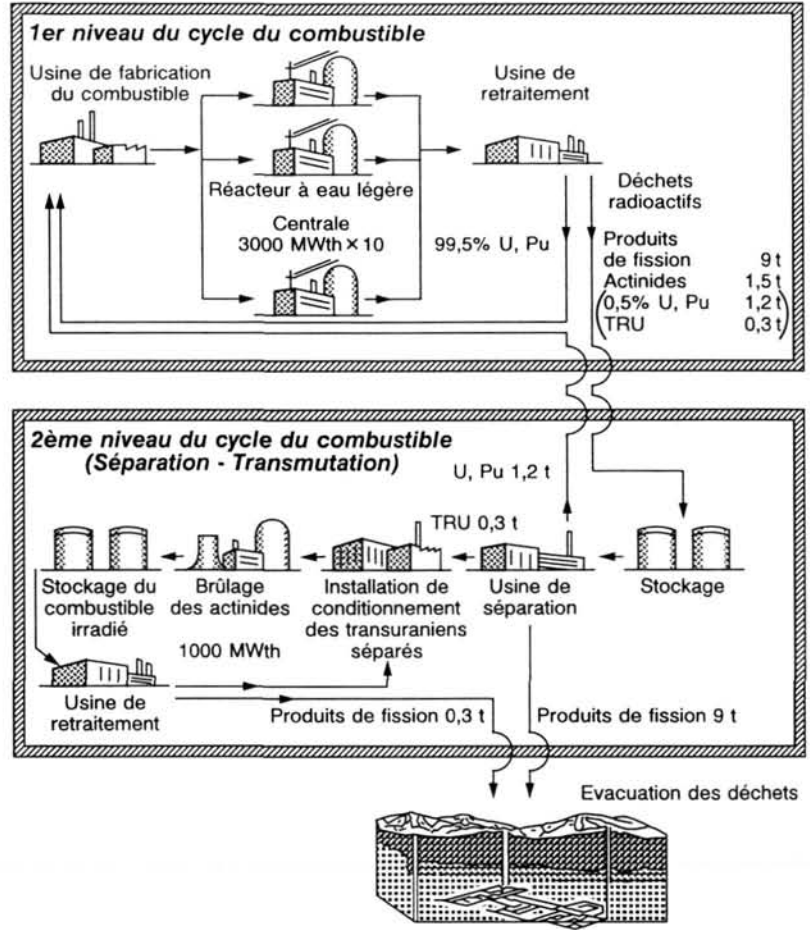
La PNC poursuit des recherches sur la séparation-transmutation dans les domaines suivants: technologie de séparation (procédé par voie humide et par voie sèche); étude du système de transmutation dans un surgénérateur rapide à métal liquide utilisant un combustible à mélange d'oxydes; étude du système de transmutation à l'aide d'un accélérateur; et recherches fondamentales correspondantes.

France. Le Commissariat à l'énergie atomique (CEA) poursuit des recherches sur la séparation des actinides depuis les années 70. Il s'est particulièrement intéressé à l'extraction du neptunium et d'autres éléments à période longue à partir des solutions de déchets de haute activité, dans des projets communs avec la CCE. Il étudie également la transmutation des actinides contenus dans les éléments combustibles des réacteurs à eau légère et dans le surgénérateur PHENIX.

Allemagne. Le Centre de recherche nucléaire de Karlsruhe poursuit un programme de recherche visant à extraire les actinides du combustible de réacteur usé. Il a également l'intention d'examiner diverses possibilités de brûler des actinides dans des réacteurs thermiques.

Royaume-Uni. British Nuclear Fuels (BNFL) s'attache à améliorer son procédé industriel de retraitement du combustible par l'extraction du neptunium et de l'américium à partir de l'uranium et du plutonium recyclés.

Etats-Unis. L'Oak Ridge National Laboratory (ORNL) poursuit des travaux de recherche fondamentale sur les caractéristiques des actinides en irradiant des combustibles oxydes. L'Argonne National Laboratory étudie l'utilisation d'un réacteur à cycle du combustible intégral à combustible métallique. Une des caractéristiques d'un tel cycle est que tous les actinides seraient récupérés, recyclés



et brûlés. Plusieurs universités ont proposé des concepts relatifs à l'utilisation d'accélérateurs de particules à haute énergie pour transmuter les actinides et les produits de fission.

Flux annuel de déchets radioactifs dans le cycle du combustible à deux niveaux, combiné avec une séparation et une transmutation

Un effort de recherche de longue haleine

Les pays ont mené diverses activités de recherche-développement dans le cadre du programme OMEGA. La technologie de la séparation-transmutation va contribuer de plus en plus à réduire le fardeau à long terme de l'évacuation des déchets nucléaires et à promouvoir l'utilisation efficace des ressources.

Il faudrait toutefois prendre conscience que le but du programme OMEGA n'est pas de chercher des substituts à court terme aux politiques existantes ou prévues concernant la partie terminale du cycle du combustible. Il est conçu comme un effort de recherche visant à procurer des avantages aux générations futures grâce à des activités fondamentales de recherche-développement à long terme. La séparation-transmutation ne dispensera pas à l'avenir de gérer et d'évacuer les déchets de haute activité. Elle contribuera à revitaliser la recherche-développement dans le domaine du nucléaire, ce qui permettra à la technologie innovante d'aborder le XXIème siècle dans de bonnes conditions.