

## AVANT-PROPOS

Depuis plusieurs décennies déjà, le sort des radionucléides à vie longue produits dans les réacteurs nucléaires de puissance suscite des interrogations quant à la sûreté à long terme des déchets radioactifs. Les propositions sont nombreuses : stocker ces déchets dans des formations profondes de la croûte terrestre, les lancer dans l'espace ou les incinérer dans des installations nucléaires dédiées.

De l'avis général des pays Membres de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN), l'enfouissement des déchets en formations géologiques, quelle que soit la forme qu'il prendra, s'imposera pour protéger l'homme et son environnement dans un avenir lointain. Toutefois, les difficultés que présentent actuellement la recherche de sites, la construction et l'autorisation de dépôts sans oublier l'attitude négative du public face au problème des déchets nucléaires, ont considérablement retardé le développement de ces installations.

Entre-temps, l'énergie nucléaire a gagné du terrain puisqu'elle assure maintenant 17 pour cent de la demande d'électricité mondiale. Le combustible usé et les déchets hautement radioactifs qui sont ainsi produits représentent aujourd'hui des quantités beaucoup trop importantes pour pouvoir être évacués dans l'espace, solution qui d'ailleurs comporte un risque de contamination de l'atmosphère et de la biosphère.

La troisième option consiste à séparer des flux de déchets hautement radioactifs les composants radioactifs et à vie longue pour les transmuter afin d'en diminuer, voire éliminer, la radiotoxicité. Le programme OMEGA, lancé par le gouvernement japonais en 1988, a donné une nouvelle impulsion aux travaux sur la séparation et la transmutation dans le monde entier ce qui a mené à une coopération internationale dans ce domaine au sein des pays Membres de l'AEN.

Le programme japonais OMEGA et le programme SPIN français, qui l'a suivi peu après, constituent la clé de voûte des travaux de recherche internationaux sur les possibilités de la séparation et de la transmutation. De nombreux pays ont rallié le projet international engagé sous les auspices de l'AEN, et le Comité de l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire chargé des études techniques et économiques sur le développement de l'énergie nucléaire et le cycle du combustible a confié à un groupe d'experts composé de 30 membres de 12 pays et de 3 organisations internationales (voir annexe A) la mission de conseiller la communauté nucléaire internationale sur les possibilités et limites de la séparation et de la transmutation.

Il a été demandé au groupe d'experts d'établir, sur la base des informations échangées dans le cadre de quatre réunions internationales organisées de 1990 à 1996, un rapport d'analyse systémique sur les problèmes complexes que posent les technologies de séparation et de transmutation. Ce groupe d'experts s'est mis au travail en 1996 et a réalisé une analyse complète de l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques dans ce domaine. Ce rapport décrit les progrès de la séparation des isotopes à vie longue, les modes de transmutation ainsi que les

## FOREWORD

The fate of long-lived radioactive nuclides generated in nuclear power reactors has raised, for several decades already, questions regarding the long-term safety of radioactive waste disposal. Many proposals have been made: geologic disposal in deep layers of the earth crust, launching into outer space and burning it in dedicated nuclear facilities.

There is a general consensus within the OECD/NEA Member countries that geologic disposal, in one or another form, is an adequate solution to protect humans and their environment in the far future. However, difficulties encountered in siting, constructing and licensing of repositories, not to mention public opposition against nuclear waste, have caused delays in the development of these facilities.

In the meantime nuclear power has expanded and provides now 17% of the world's electricity demand. The generation of spent fuel and highly active waste materials amounts to quantities which are far in excess of the capabilities of any outer space disposal programme and such practice would create contamination risks for the atmosphere and the biosphere.

Partitioning and transmutation of radioactive and long-lived components from the highly radioactive waste streams in order to reduce or possibly to eliminate their radiotoxic inventory was the third option. Due to the OMEGA initiative taken by the Japanese government in 1988 the Partitioning and Transmutation (P&T) option received a new world-wide impulse which led to the set up of an international incentive for co-operation within the OECD/NEA Member countries.

The OMEGA programme in Japan, soon followed by the SPIN programme in France, are the cornerstones of the international R&D effort to investigate the possibilities of the P&T option. Many countries joined the international project under the auspices of the NEA and an expert group composed of 30 members from 12 countries and 3 international organisations (see Annex A) was commissioned by the Committee for Technical and Economic Studies on Nuclear Energy Development and the Fuel Cycle (NDC) of the OECD/NEA to advise the international nuclear community on the potentialities and limitations of the P&T option.

Based on the information exchanged during four international meetings between 1990 and 1996, the expert group was asked to establish a systems analysis report on the complex issues involved in the P&T options. In 1996 the expert group started its work and established a comprehensive analysis of the current scientific and technical state of the art. The report reviews the advances in the separation of long-lived isotopes, the transmutation options and the impact of P&T on waste management and disposal. Minor actinides and long-lived fission products contributing mostly to the long-term radiotoxicity and risk from nuclear waste are discussed in detail. The recycling of plutonium is not treated in this report and only addressed in its connection with minor actinides.

répercussions de la séparation et de la transmutation sur la gestion et le stockage des déchets. Les actinides mineurs et les produits de fission à vie longue, qui représentent la plus forte contribution à la radiotoxicité à long terme et au risque lié aux déchets radioactifs, sont examinés en détail. Ce rapport n'aborde pas la question du recyclage du plutonium, si ce n'est en relation avec le problème des actinides mineurs.

Le rapport donne une comparaison des trois options possibles pour le cycle du combustible : le cycle ouvert avec stockage direct, le cycle avec retraitement et le cycle avancé comportant la séparation et la transmutation. Ce rapport a été établi d'après les contributions des spécialistes nationaux, qui ont été réunies ensuite en un document cohérent et complet grâce à l'excellente coopération du Secrétariat de l'AEN.

Les membres du groupe d'experts tiennent à remercier M. Wilson de BNFL, M. Takano de JAERI et M. Delpéch du CEA Cadarache qui ont aidé le président et le secrétaire scientifique du groupe dans la tâche laborieuse de révision et de correction du contenu du texte, et cela avec une diligence remarquable. Les membres du groupe d'experts expriment également leur gratitude à tous leurs collègues dans leurs instituts respectifs qui ont bien voulu contribuer à la constitution de la riche base de données sur laquelle s'appuie ce rapport.

Le présent rapport a été préparé par le groupe d'experts dont on trouvera la composition à l'Annexe A et publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions exprimées ne reflètent pas nécessairement celles des autorités nationales ou des organisations internationales concernées.

A comparative analysis is made of the three fuel cycle options: the “Once-Through Cycle” with direct disposal, the “Reprocessing Fuel Cycle” and the “Advanced Fuel Cycle” with partitioning and transmutation. The report was established on the basis of contributions from national experts, compiled and harmonised into a coherent and comprehensive document with the exquisite help of the NEA Secretariat.

The review and editing of the content was accomplished by the diligent help of Dr. Wilson of BNFL, Dr. Takano of JAERI and Dr. Delpech of CEA-Cadarache who assisted the Chairman and the Scientific Secretary of the expert group in this straining task. The taskforce members want to thank them for having achieved this assignment in such a short time. The members of the expert group express their gratitude to their colleagues in their respective institutes for having provided such an extensive data base which has been used in this report.

The present report has been prepared by the group of experts listed in Annex A and is published under the responsibility of the Secretary General of the OECD. It does not necessarily represent the official governmental opinion or that of the international organisations involved.