

Nuclear Energy Data **D**onnées sur l'énergie nucléaire

2005



Nuclear Development
Développement de l'énergie nucléaire

Nuclear Energy Data

Données sur l'énergie nucléaire

2005

© OECD 2005
NEA No. 5989

NUCLEAR ENERGY AGENCY
ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

AGENCE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE
ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT

The OECD is a unique forum where the governments of 30 democracies work together to address the economic, social and environmental challenges of globalisation. The OECD is also at the forefront of efforts to understand and to help governments respond to new developments and concerns, such as corporate governance, the information economy and the challenges of an ageing population. The Organisation provides a setting where governments can compare policy experiences, seek answers to common problems, identify good practice and work to co-ordinate domestic and international policies.

The OECD member countries are: Australia, Austria, Belgium, Canada, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, Korea, Luxembourg, Mexico, the Netherlands, New Zealand, Norway, Poland, Portugal, the Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, the United Kingdom and the United States. The Commission of the European Communities takes part in the work of the OECD.

OECD Publishing disseminates widely the results of the Organisation's statistics gathering and research on economic, social and environmental issues, as well as the conventions, guidelines and standards agreed by its members.

* * *

This work is published on the responsibility of the Secretary-General of the OECD. The opinions expressed and arguments employed herein do not necessarily reflect the official views of the Organisation or of the governments of its member countries.

NUCLEAR ENERGY AGENCY

The OECD Nuclear Energy Agency (NEA) was established on 1st February 1958 under the name of the OEEC European Nuclear Energy Agency. It received its present designation on 20th April 1972, when Japan became its first non-European full member. NEA membership today consists of 28 OECD member countries: Australia, Austria, Belgium, Canada, the Czech Republic, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Japan, Luxembourg, Mexico, the Netherlands, Norway, Portugal, the Republic of Korea, the Slovak Republic, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey, the United Kingdom and the United States. The Commission of the European Communities also takes part in the work of the Agency.

The mission of the NEA is:

- to assist its member countries in maintaining and further developing, through international co-operation, the scientific, technological and legal bases required for a safe, environmentally friendly and economical use of nuclear energy for peaceful purposes, as well as
- to provide authoritative assessments and to forge common understandings on key issues as input to government decisions on nuclear energy policy and to broader OECD policy analyses in areas such as energy and sustainable development.

Specific areas of competence of the NEA include safety and regulation of nuclear activities, radioactive waste management, radiological protection, nuclear science, economic and technical analyses of the nuclear fuel cycle, nuclear law and liability, and public information. The NEA Data Bank provides nuclear data and computer program services for participating countries.

In these and related tasks, the NEA works in close collaboration with the International Atomic Energy Agency in Vienna, with which it has a Co-operation Agreement, as well as with other international organisations in the nuclear field.

© OECD 2005

No reproduction, copy, transmission or translation of this publication may be made without written permission. Applications should be sent to OECD Publishing: rights@oecd.org or by fax (+33-1) 45 24 13 91. Permission to photocopy a portion of this work should be addressed to the Centre Français d'exploitation du droit de Copie, 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France (contact@cfcopies.com).

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

L'OCDE est un forum unique en son genre où les gouvernements de 30 démocraties œuvrent ensemble pour relever les défis économiques, sociaux et environnementaux que pose la mondialisation. L'OCDE est aussi à l'avant-garde des efforts entrepris pour comprendre les évolutions du monde actuel et les préoccupations qu'elles font naître. Elle aide les gouvernements à faire face à des situations nouvelles en examinant des thèmes tels que le gouvernement d'entreprise, l'économie de l'information et les défis posés par le vieillissement de la population. L'Organisation offre aux gouvernements un cadre leur permettant de comparer leurs expériences en matière de politiques, de chercher des réponses à des problèmes communs, d'identifier les bonnes pratiques et de travailler à la coordination des politiques nationales et internationales.

Les pays membres de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, la Corée, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, la Nouvelle-Zélande, les Pays-Bas, la Pologne, le Portugal, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE.

Les Éditions de l'OCDE assurent une large diffusion aux travaux de l'Organisation. Ces derniers comprennent les résultats de l'activité de collecte de statistiques, les travaux de recherche menés sur des questions économiques, sociales et environnementales, ainsi que les conventions, les principes directeurs et les modèles développés par les pays membres.

Cet ouvrage est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE. Les opinions et les interprétations exprimées ne reflètent pas nécessairement les vues de l'OCDE ou des gouvernements de ses pays membres.

L'AGENCE DE L'OCDE POUR L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) a été créée le 1^{er} février 1958 sous le nom d'Agence européenne pour l'énergie nucléaire de l'OECE. Elle a pris sa dénomination actuelle le 20 avril 1972, lorsque le Japon est devenu son premier pays membre de plein exercice non européen. L'Agence compte actuellement 28 pays membres de l'OCDE : l'Allemagne, l'Australie, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la Finlande, la France, la Grèce, la Hongrie, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Japon, le Luxembourg, le Mexique, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, la République de Corée, la République slovaque, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. La Commission des Communautés européennes participe également à ses travaux.

La mission de l'AEN est :

- d'aider ses pays membres à maintenir et à approfondir, par l'intermédiaire de la coopération internationale, les bases scientifiques, technologiques et juridiques indispensables à une utilisation sûre, respectueuse de l'environnement et économique de l'énergie nucléaire à des fins pacifiques ; et
- de fournir des évaluations faisant autorité et de dégager des convergences de vues sur des questions importantes qui serviront aux gouvernements à définir leur politique nucléaire, et contribueront aux analyses plus générales des politiques réalisées par l'OCDE concernant des aspects tels que l'énergie et le développement durable.

Les domaines de compétence de l'AEN comprennent la sûreté nucléaire et le régime des autorisations, la gestion des déchets radioactifs, la radioprotection, les sciences nucléaires, les aspects économiques et technologiques du cycle du combustible, le droit et la responsabilité nucléaires et l'information du public. La Banque de données de l'AEN procure aux pays participants des services scientifiques concernant les données nucléaires et les programmes de calcul.

Pour ces activités, ainsi que pour d'autres travaux connexes, l'AEN collabore étroitement avec l'Agence internationale de l'énergie atomique à Vienne, avec laquelle un Accord de coopération est en vigueur, ainsi qu'avec d'autres organisations internationales opérant dans le domaine de l'énergie nucléaire.

© OCDE 2005

Toute reproduction, copie, transmission ou traduction de cette publication doit faire l'objet d'une autorisation écrite. Les demandes doivent être adressées aux Éditions de l'OCDE rights@oecd.org ou par fax (33-1) 45 24 13 91. Les demandes d'autorisation de photocopie partielle doivent être adressées directement au Centre français d'exploitation du droit de copie, 20 rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France (contact@cfcopies.com).

OVERVIEW

This edition of the “Brown Book” contains official information provided by governments of OECD member countries, including quantitative data and short narrative reports that give the status of current nuclear energy programmes, trends and issues in their respective countries along with projections up to 2025. However, due to the lack of responses on future trends, owing to commercial or political sensitivity or other reasons, many of the tables are incomplete at the end of the period which has hindered the development of comprehensive projections up to 2025.

Nuclear electricity generation in the OECD area increased by about 4.3% between 2003 and 2004, reflecting recovery from decreases in Japan and the United States in 2003 that resulted from prolonged inspections and maintenance outages. Nuclear power plants provided 23.5% of total generated electricity in 2004 as compared to 23% in 2003. Nuclear power plant generating capacity increased by about 2.9 Gigawatts (net) over 2003 figures, but the proportion of the total generating capacity fell slightly from 13.9% to 13.8%.

At the start of 2005, there were 352 nuclear units in operation, seven less than the previous year. Eight units were under construction and 19 units were firmly committed for construction, all but one in the OECD Pacific region. In contrast, 11 units are expected to be shut down within the next five years, six of which are in the United Kingdom. While not reflected in the preceding figures, additional units are expected to be shut down in the coming years in Germany as its phase-out of nuclear energy progresses.

Natural uranium production in OECD countries is projected to be around 32 700 tonnes lower than requirements in 2005. The remaining requirements will have to be met by secondary sources including imports, stockpiles, spent fuel reprocessing and re-enrichment of depleted uranium. For conversion, capacity roughly matches requirements with imports and stockpiles complementing supply from OECD production facilities. OECD enrichment and fuel fabrication capacities remain higher than requirements. The capacity for storage of irradiated fuel in OECD countries is adequate to meet demands and is expected to be expanded to meet operational needs through 2025.

This book is published under the responsibility of the Secretary-General of the OECD.

INTRODUCTION

Cette édition du « Livre brun » contient des informations officielles fournies par les gouvernements des pays membres de l'OCDE, y compris de brefs rapports sur la situation, les tendances et les questions importantes relatives à l'énergie nucléaire dans leurs pays respectifs ainsi que des projections jusqu'en 2025. On notera cependant qu'en l'absence de réponse sur le long terme, pour des raisons commerciales, politiques ou autres, l'établissement de projections complètes à l'horizon 2025 n'a pas été possible.

La production d'électricité d'origine nucléaire s'est accrue d'environ 4,3 % dans les pays de l'OCDE entre 2003 et 2004, reflétant une certaine reprise au Japon et aux États-Unis après la baisse due aux arrêts prolongés de certaines centrales pour inspection et maintenance en 2003. En 2004, les centrales nucléaires ont fourni 23,5 % des besoins en électricité par rapport aux 23 % de 2003. Si la capacité installée nucléaire a augmenté de 2,9 GW (nets) par rapport à 2003, le rapport puissance installée nucléaire sur totale quant à lui a légèrement diminué, passant de 13,9 % à 13,8 %.

Au début de l'année 2005, il y avait 352 unités nucléaires en service, sept de moins que l'année précédente. Huit unités étaient en construction et 19 étaient en commande ferme ; toutes, sauf une, sont situées dans la région Pacifique de l'OCDE. Par contre, il est prévu de fermer onze unités d'ici les cinq prochaines années, dont six au Royaume-Uni. Par ailleurs, des unités supplémentaires devraient être fermées dans les années à venir en Allemagne en raison de la décision de ce pays de sortir du nucléaire.

La production d'uranium naturel des pays de l'OCDE devrait être inférieure d'environ 32 700 tonnes aux besoins de ces pays en 2005. La demande non couverte par la production sera satisfaite grâce à des ressources secondaires notamment des importations, des stocks, et celles provenant du retraitement de combustible irradié et du réenrichissement d'uranium appauvri. Les capacités de conversion sont pratiquement équivalentes aux besoins avec l'apport des importations et des stocks complétant la production des installations de production de la zone OCDE. Les capacités d'enrichissement et de fabrication de combustible dans la zone OCDE restent supérieures aux besoins. La capacité d'entreposage du combustible irradié dans les pays de l'OCDE répond aux besoins et devrait être augmentée afin de répondre à la demande jusqu'en 2025.

Ce livre est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

TABLE OF CONTENTS

NUCLEAR CAPACITY AND ELECTRICITY GENERATION 10

Table 1. Total and Nuclear Electricity Generation	12
Table 2. Total and Nuclear Electricity Capacity	18
Table 3.1 Nuclear Power Plants by Developing Stage	28
Table 3.2 Nuclear Power Plants Connected to the Grid	30
Schematic Diagram of the Nuclear Fuel Cycle	34

Figures

Nuclear Power Share of Total Electricity Production in NEA Countries	11
Trends in Total and Nuclear Electricity Generation	24
Trends in Total and Nuclear Electricity Capacity	25
Age Distribution of Nuclear Units by OECD Regions	26
Number of Units and Nuclear Capacity in NEA Countries	32
Number and Capacity of NPPs Connected to the Grid per Type of Reactor	33

NUCLEAR FUEL CYCLE REQUIREMENTS 36

Table 4.1 Uranium Resources	37
Table 4.2 Uranium Production	38
Table 4.3 Uranium Requirements	38
Table 5.1 Conversion Capacities	40
Table 5.2 Conversion Requirements	40
Table 6.1 Enrichment Capacities	42
Table 6.2 Enrichment Requirements	42
Table 7.1 Fuel Fabrication Capacities	44
Table 7.2 Fuel Fabrication Requirements	46
Table 8.1 Spent Fuel Storage Capacities	48
Table 8.2 Spent Fuel Arisings	50
Table 9. Reprocessing Capacities	54

Figures

Conversion and Enrichment Capacities and Requirements	53
---	----

TABLE DES MATIÈRES

PUISSANCE ET PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ D'ORIGINE NUCLEAIRE 10

Tableau 1. Production d'électricité totale et d'origine nucléaire.....	12
Tableau 2. Puissance installée totale et nucléaire.....	18
Tableau 3.1 Centrales nucléaires selon l'état d'avancement du projet.....	28
Tableau 3.2 Centrales nucléaires connectées au réseau.....	30
Cycle du combustible nucléaire.....	34

Figures

Part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité dans les pays de l'AEN.....	11
Évolution de la production d'électricité totale et d'origine nucléaire.....	24
Évolution de la puissance installée totale et nucléaire.....	25
Répartition des tranches nucléaires par âge et par régions OCDE.....	26
Nombre et puissance des tranches nucléaires par pays de l'AEN.....	32
Nombre et puissance des tranches nucléaires en service par type de réacteur..	33

BESOINS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE 36

Tableau 4.1 Ressources en uranium.....	37
Tableau 4.2 Production d'uranium.....	38
Tableau 4.3 Besoins en uranium.....	38
Tableau 5.1 Capacités de conversion.....	40
Tableau 5.2 Besoins en matière de conversion.....	40
Tableau 6.1 Capacités d'enrichissement.....	42
Tableau 6.2 Besoins en matière d'enrichissement.....	42
Tableau 7.1 Capacités de fabrication du combustible.....	44
Tableau 7.2 Besoins en matière de fabrication du combustible.....	46
Tableau 8.1 Capacités de stockage du combustible irradié.....	48
Tableau 8.2 Quantités de combustible irradié produites.....	50
Tableau 9. Capacités de retraitement.....	54

Figures

Capacités et besoins en conversion et enrichissement.....	53
---	----

ANNEXES	56
<hr/>	
Annex 1. Plutonium Use.....	56
Annex 2. Re-enriched Tails Use.....	56
Annex 3. Production of Uranium from Reprocessed Spent Fuel	56
Annex 4. Reprocessed Uranium Use.....	56
<hr/>	
COUNTRY REPORTS	58
<hr/>	
OECD America.....	59
Canada.....	59
Mexico	61
United States	62
OECD Europe	63
Belgium.....	63
Czech Republic.....	65
Finland	66
France.....	66
Hungary.....	68
The Netherlands.....	69
Slovak Republic.....	70
Spain.....	71
Sweden.....	71
Switzerland	73
United Kingdom	73
OECD Pacific.....	74
Japan.....	74
Republic of Korea.....	76

ANNEXES	56
<hr/>	
<i>Annexe 1. Utilisation du plutonium</i>	56
<i>Annexe 2. Utilisation d'uranium appauvri</i>	56
<i>Annexe 3. Production d'uranium de retraitement</i>	56
<i>Annexe 4. Utilisation d'uranium de retraitement</i>	56
<hr/>	
RAPPORTS PAR PAYS	77
<hr/>	
<i>OCDE Amérique</i>	78
<i>Canada</i>	78
<i>États-Unis</i>	80
<i>Mexique</i>	81
<i>OCDE Europe</i>	83
<i>Belgique</i>	83
<i>Espagne</i>	84
<i>Finlande</i>	86
<i>France</i>	86
<i>Hongrie</i>	88
<i>Pays-Bas</i>	89
<i>République slovaque</i>	90
<i>République tchèque</i>	91
<i>Royaume-Uni</i>	92
<i>Suède</i>	94
<i>Suisse</i>	95
<i>OCDE Pacifique</i>	96
<i>Japon</i>	96
<i>République de Corée</i>	97

**NUCLEAR CAPACITY
AND ELECTRICITY GENERATION**

**PUISSANCE ET PRODUCTION
D'ÉLECTRICITÉ D'ORIGINE NUCLÉAIRE**

Nuclear Power Share of Total Electricity Production in NEA Countries (2004)
Part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité dans les pays de l'AEN (2004)

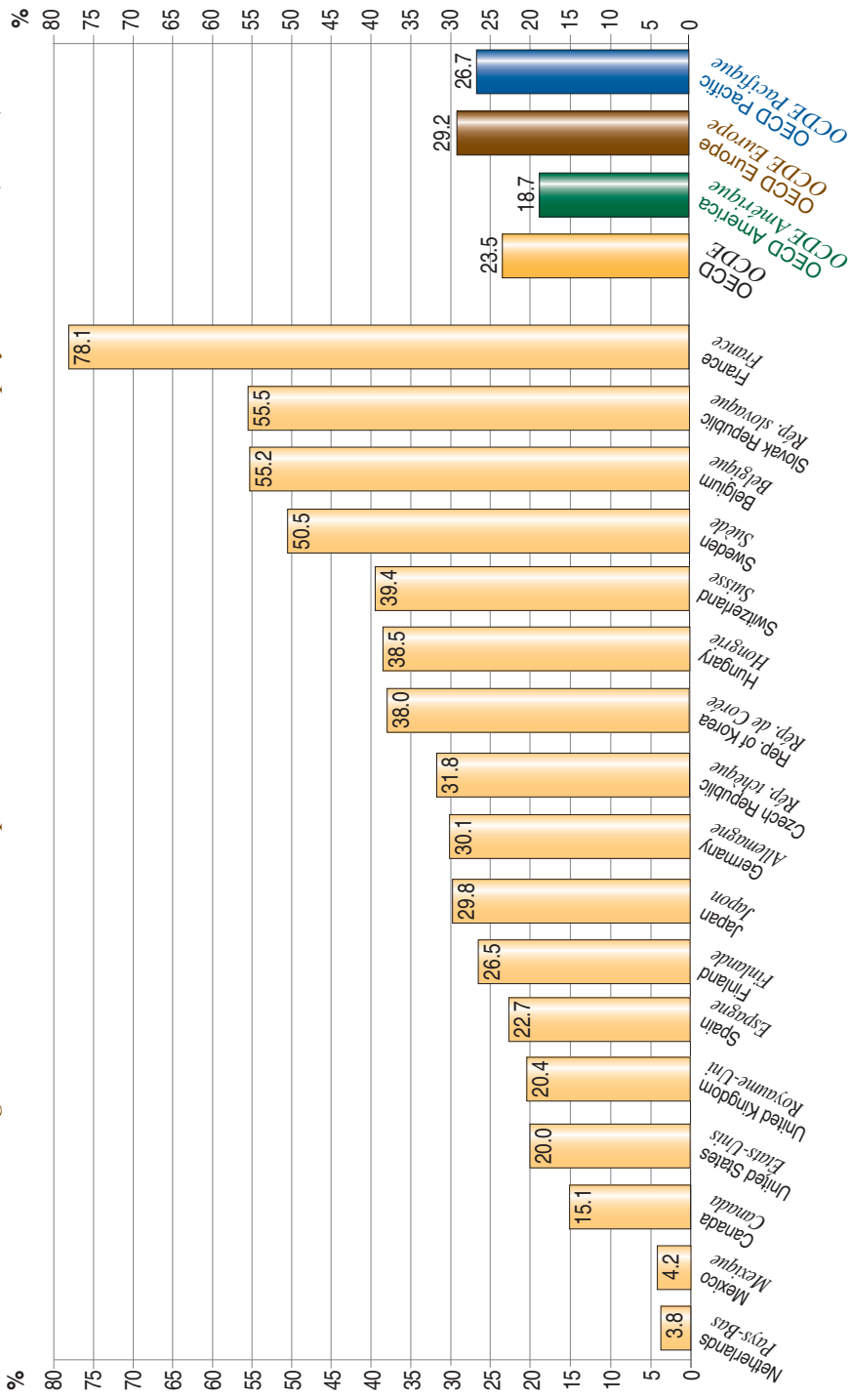


Table 1. Total and Nuclear Electricity Generation (a)

(Net TWh)

COUNTRY	2003 (Actual/Réelles)			2004		
	Total	Nuclear Nucléaire	%	Total	Nuclear Nucléaire	%
OECD America	4 649.5	844.7	18.2	4 721.3	881.9	18.7
Canada	562.9	70.7	12.6	558.4	84.2	15.1
Mexico	203.6	10.0	4.9	209.9	8.7	4.2
United States	3 883.0	764.0	19.7	3 953.0 (b)	789.0 (b)+	20.0
OECD Europe	3 155.2	928.8	29.4	3 221.9	940.4	29.2
Nuclear countries	2 255.8	928.8	41.2	2 303.4	940.4	40.8
Belgium	80.8	44.9	55.6	81.4 (b)	44.9 (b)	55.2
Czech Republic	76.6	24.4 +	31.9	77.9 +	24.8 +	31.8
Finland	80.4	21.7	27.0	81.8	21.7	26.5
France	540.5	419.8	77.7	546.6 (b)+	426.8 (b)+	78.1
Germany	518.0	154.0	29.7	518.0	156.0	30.1
Hungary	31.4	11.0	35.1	30.9	11.9	38.5
Netherlands	93.3	3.6	3.9	94.8	3.6	3.8
Slovak Republic	28.9	16.4	56.7	28.3	15.7	55.5
Spain	252.5 +	59.5	23.6	268.8 (b)+	60.9 (b)	22.7
Sweden	132.3	65.7	49.7	148.4	75.0	50.5
Switzerland	65.3	25.9	39.7	64.4	25.4	39.4
United Kingdom	355.8	81.9	23.0	362.1 (b)	73.7 (b)	20.4
Non nuclear countries	899.4	0.0	0.0	918.5	0.0	0.0
OECD Pacific	1 423.7	351.5	24.7	1 472.2	393.7	26.7
Nuclear countries	1 187.8	351.5	29.6	1 232.6	393.7	31.9
Japan (c,d)	881.9	228.0	25.9	907.7 (b)	270.2 (b)	29.8
Korea (e)	305.9 +	123.5 +	40.4	324.9 +	123.5 +	38.0
Non nuclear countries	235.9	0.0	0.0	239.6	0.0	0.0
TOTAL	9 228.3	2 125.1	23.0	9 415.4	2 216.0	23.5

Notes

- a) Including electricity generated by the user (autoproduction) unless stated otherwise.
b) Provisional data.
c) For fiscal year.
d) Excluding electricity generated by the user (autoproduction).
e) Gross data converted to net by Secretariat.

N/A Not available.

+ Generation record.

Non nuclear countries are:

- In OECD Europe: Austria, Denmark, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Norway, Poland, Portugal and Turkey.
- In OECD Pacific: Australia and New Zealand.

Tableau 1. Production d'électricité totale et d'origine nucléaire (a)

(en TWh nets)

2005			PAYS
Total	Nuclear Nucléaire	%	
4 893.2	881.8	18.0	OCDE Amérique
588.5	85.0	14.4	Canada
219.7	10.8	4.9	Mexique
4 085.0	786.0	19.2	États-Unis
			OCDE Europe
			Pays nucléaires
N/A	N/A	N/A	Belgique
72.0	24.5	34.0	République tchèque
78.6	22.0	28.0	Finlande
550.0	426.0	77.5	France
520.0	154.0	29.6	Allemagne
31.3	13.0	41.5	Hongrie
94.9	3.5	3.7	Pays-Bas
28.7	16.1	56.1	République slovaque
280.0	61.0	21.8	Espagne
N/A	N/A	N/A	Suède
65.0	25.0	38.5	Suisse
361.0	80.0	22.2	Royaume-Uni
N/A	0.0	0.0	Pays non nucléaires
			OCDE Pacifique
			Pays nucléaires
902.8	312.3	34.6	(c,d) Japon
342.0	133.0	38.9	(e) Corée
N/A	0.0	0.0	Pays non nucléaires
			TOTAL

Notes :

- a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.
 - b) Données provisoires.
 - c) Pour l'exercice financier.
 - d) Excluant l'électricité produite par les autoproducteurs.
 - e) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.
- N/A Non disponible.
+ Production record.

Les pays non nucléaires sont :

- Dans la zone OCDE Europe : Autriche, Danemark, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pologne, Portugal et la Turquie.
- Dans la zone OCDE Pacifique : Australie et Nouvelle-Zélande.

Table 1. Total and Nuclear Electricity Generation (a)

(Net TWh)

COUNTRY	2010		
	Total	Nuclear <i>Nucléaire</i>	%
OECD America	5 441.3	918.8 - 929.3	16.9 - 17.1
Canada	623.1	95.3 - 105.8	15.3 - 17.0
Mexico	292.2	10.5	3.6
United States	4 526.0	813.0	18.0
OECD Europe			
Nuclear countries			
Belgium	N/A	N/A	N/A
Czech Republic	75.8 - 77.8	24.5 - 25.8	32.3 - 33.2
Finland	86.5 - 88.5	34.4 - 34.9	39.8 - 39.4
France	560.0 - 580.0	425.0 - 435.0	75.9 - 75.0
Germany	530.0 - 535.0	90.0 - 100.0	17.0 - 18.7
Hungary	35.9 - 39.6	14.1	39.3 - 35.6
Netherlands	95.0 - 105.0	3.7 - 3.8	3.9 - 3.6
Slovak Republic	22.0 - 25.4	11.2	50.9 - 44.1
Spain	324.6 - 332.6	60.9 - 61.1	18.8 - 18.4
Sweden	N/A	N/A	N/A
Switzerland	66.0	26.0	39.4
United Kingdom	352.0	65.0	18.5
Non nuclear countries	N/A		0.0
OECD Pacific	1 612.2 - 1 622.2	497.7	30.9 - 30.7
Nuclear countries	1340.0	497.7	37.1
Japan (c,d)	948.6	359.9	37.9
Korea (e)	391.4	137.8	35.2
Non nuclear countries	272.2 - 282.20	0.0	
TOTAL			

Notes

- a) Including electricity generated by the user (autoproduction) unless stated otherwise.
c) For fiscal year.
d) Excluding electricity generated by the user (autoproduction).
e) Gross data converted to net by Secretariat.

N/A Not available.

Non nuclear countries are:

- In OECD Europe: Austria, Denmark, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Norway, Poland, Portugal and Turkey.
- In OECD Pacific: Australia and New Zealand.

Tableau 1. Production d'électricité totale et d'origine nucléaire (a)

(en TWh nets)

2015			PAYS
Total	Nuclear Nucléaire	%	
	932.3 - 942.8		OCDE Amérique
668.6	95.3 - 105.8	14.3 - 15.8	Canada
N/A	11.0	N/A	Mexique
4 890.0	826.0	16.9	États-Unis
			OCDE Europe
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	N/A	N/A	Belgique
74.4 - 75.6	24.5 - 26.3	32.9 - 34.8	République tchèque
93.0 - 95.0	34.4 - 34.9	37.0 - 36.7	Finlande
590.0 - 610.0	435.0 - 445.0	73.7 - 73.0	France
540.0 - 545.0	60.0 - 80.0	11.1 - 14.7	Allemagne
37.6 - 40.6	14.1	37.5 - 34.7	Hongrie
95.0 - 115.0	0.0	0.0	Pays-Bas
24.8 - 32.2	11.2 - 16.8	45.2 - 52.2	République slovaque
N/A	N/A	N/A	Espagne
N/A	N/A	N/A	Suède
66.0	26.0	39.4	Suisse
359.0	41.0	11.4	Royaume-Uni
N/A	0.0	0.0	<i>Pays non nucléaires</i>
			OCDE Pacifique
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	N/A	N/A	(c,d) Japon
424.7	199.5	47.0	(e) Corée
N/A	0.0		<i>Pays non nucléaires</i>
			TOTAL

Notes :

- a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.
 - c) Pour l'exercice financier.
 - d) Excluant l'électricité produite par des autoproducteurs.
 - e) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.
- N/A Non disponible.

Les pays non nucléaires sont :

- Dans la zone OCDE Europe : Autriche, Danemark, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pologne, Portugal et Turquie.
- Dans la zone OCDE Pacifique : Australie et Nouvelle-Zélande.

Table 1. Total and Nuclear Electricity Generation (a)

(Net TWh)

COUNTRY	2020		
	Total	Nuclear <i>Nucléaire</i>	%
OECD America		935.8 - 993.3	
Canada	707.2	95.3 - 105.8	13.5 - 15.0
Mexico	N/A	10.5	N/A
United States	5 314.0 - 5 318.0	830.0 - 877.0	15.6 - 16.5
OECD Europe			
Nuclear countries			
Belgium	N/A	N/A	N/A
Czech Republic	78.2 - 80.0	24.5 - 27.3	31.3 - 34.1
Finland	99.0 - 101.0	34.4 - 34.9	34.7 - 34.6
France	N/A	N/A	N/A
Germany	550.0 - 560.0	10.0	1.8 - 1.8
Hungary	39.6 - 41.6	14.1	35.6 - 33.9
Netherlands	95.0 - 125.0	0.0	0.0
Slovak Republic	25.1 - 33.5	11.2 - 16.8	44.6 - 50.1
Spain	N/A	N/A	N/A
Sweden	N/A	N/A	N/A
Switzerland	66.0	26.0	39.4
United Kingdom	381.0	27.0	7.1
Non nuclear countries	N/A	0	0
OECD Pacific			
Nuclear countries			
Japan	N/A	N/A	
Korea	N/A	N/A	
Non nuclear countries	328.9 - 355.86	0.0	
TOTAL			

Notes:

a) Including electricity generated by the user (autoproduction) unless stated otherwise.
N/A Not available.

Tableau 1. Production d'électricité totale et d'origine nucléaire (a)

(en TWh nets)

2025			PAYS
Total	Nuclear Nucléaire	%	
N/A	N/A	N/A	OCDE Amérique
N/A	9.7	N/A	Canada
5 770.0 - 5 777.0	830.0 - 1 017.0	14.4 - 17.6	Mexique
			États-Unis
			OCDE Europe
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	N/A	N/A	Belgique
80.5	26.2 - 28.4	32.5 - 35.3	République tchèque
105.0 - 107.0	34.4 - 34.9	32.8 - 32.6	Finlande
N/A	N/A	N/A	France
560.0 - 570.0	0.0	0.0 - 0.0	Allemagne
40.0 - 42.6	14.1	35.3 - 33.1	Hongrie
95.0 - 135.0	0.0	0.0	Pays-Bas
25.4 - 34.8	11.2 - 16.8	44.1 - 48.3	République slovaque
N/A	N/A	N/A	Espagne
N/A	N/A	N/A	Suède
66.0	26.0	39.4	Suisse
N/A	N/A	N/A	Royaume-Uni
N/A	0.0		<i>Pays non nucléaires</i>
			OCDE Pacifique
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	N/A		Japon
N/A	N/A		Corée
N/A	0.0		<i>Pays non nucléaires</i>
			TOTAL

Notes :

- a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.
N/A Non disponible.

Table 2. Total and Nuclear Electricity Capacity (a)

(Net GWe)

COUNTRY	2003 (Actual/Réelles)			2004		
	Total	Nuclear Nucléaire	%	Total	Nuclear Nucléaire	%
OECD America	1 118.5	110.6	9.9	1 140.9	113.0	9.9
Canada	125.5	10.0	8.0	127.3	12.0	9.4
Mexico	44.6	1.4	3.1	46.3	1.4	2.9
United States	948.4	99.2	10.5	967.3 (b)	99.7 (b)	10.3
OECD Europe	722.3	133.3	18.5	737.2	132.8	18.0
Nuclear countries	510.0	133.3	26.1	521.6	132.8	25.5
Belgium	15.6	5.8	37.2	15.7 (b)	5.8	36.9
Czech Republic	16.3	3.5	21.5	16.4	3.5	21.3
Finland	13.5	2.7	19.9	13.6	2.7	19.7
France	116.0	63.4	54.6	117.0 (b)	63.4	54.2
Germany	126.0	21.0	16.7	130.0	20.6	15.8
Hungary	8.0	1.8	22.5	8.3	1.9	22.4
Netherlands	20.8	0.5	2.4	21.6	0.5	2.3
Slovak Republic	7.8	2.5	31.5	7.8	2.5	31.5
Spain	63.2	7.5	11.9	66.8 (b)	7.5 (b)	11.2
Sweden (c)	32.2	9.4	29.2	32.3	9.5	29.3
Switzerland	17.1	3.2	18.7	17.1	3.2	18.7
United Kingdom	73.5	12.1	16.5	75.0	11.9	15.9
Non nuclear countries	212.3	0.0	0.0	215.6	0.0	0.0
OECD Pacific	333.6	58.8	17.6	338.6	59.8	17.7
Nuclear countries	276.3	58.8	21.3	281.3	59.8	21.3
Japan (d,e,f)	223.0	43.9	19.7	224.4 (b)	43.9 (b)	19.6
Korea (e)	53.3	14.9	28.0	56.9	15.9	27.9
Non nuclear countries	57.3	0.0	0.0	57.3	0.0	0.0
TOTAL	2 174.4	302.7	13.9	2 216.7	305.6	13.8

Notes:

- a) Including electricity generated by the user (autoproduction) unless stated otherwise.
b) Provisional data.
c) Secretariat estimate.
d) For fiscal year.
e) Gross data converted to net by Secretariat.
f) Excluding electricity generated by the user (autoproduction).
N/A Not available.

Non nuclear countries are:

- In OECD Europe: Austria, Denmark, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Norway, Poland, Portugal and Turkey.
- In OECD Pacific: Australia and New Zealand.

Tableau 2. Puissance installée totale et nucléaire (a)

(en GWe nets)

2005			PAYS
Total	Nuclear Nucléaire	%	
1 151.6	113.6	9.9	OCDE Amérique
129.1	12.5	9.7	Canada
47.7	1.4	2.9	Mexique
974.8	99.7	10.2	États-Unis
			OCDE Europe
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	5.8	N/A	Belgique
15.6	3.5	22.4	République tchèque
13.7	2.7	19.6	Finlande
118.0	63.4	53.7	France
133.0	20.5	15.4	Allemagne
8.0	1.9	23.3	Hongrie
21.9	0.5	2.3	Pays-Bas
7.8	2.5	31.4	République slovaque
70.0	7.5	10.7	Espagne
N/A	N/A	N/A	(c) Suède
17.1	3.2	18.7	Suisse
75.0	11.9	15.9	Royaume-Uni
			<i>Pays non nucléaires</i>
			OCDE Pacifique
			<i>Pays nucléaires</i>
232.2	48.5	20.9	(d,e,f) Japon
59.3	16.8	28.3	(e) Corée
N/A	0.0		<i>Pays non nucléaires</i>
			TOTAL

Notes :

- a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.
 - b) Données provisoires.
 - c) Estimation du Secrétariat.
 - d) Pour l'exercice financier.
 - e) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.
 - f) Excluant l'électricité produite par des autoproducteurs.
- N/A Non disponible.

Les pays non nucléaires sont :

- Dans la zone OCDE Europe : Autriche, Danemark, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pologne, Portugal et Turquie.
- Dans la zone OCDE Pacifique : Australie et Nouvelle-Zélande.

Table 2. Total and Nuclear Electricity Capacity (a)

(Net GWe)

COUNTRY	2010		
	Total	Nuclear <i>Nucléaire</i>	%
OECD America	1 182.0	115.6 - 117.1	9.8 - 9.9
Canada	139.6	13.6 - 15.1	9.7 - 10.8
Mexico	55.4	1.4	2.5
United States	987.0	100.6	10.2
OECD Europe			
Nuclear countries			
Belgium	N/A	5.8	N/A
Czech Republic	14.6 - 14.8	3.5 - 3.6	24.0 - 24.3
Finland	15.0 - 15.6	4.3	28.6 - 27.4
France	120.0 - 125.0	63.1	52.6 - 50.5
Germany	140.0 - 145.0	12.5 - 14.5	8.9 - 10.0
Hungary	8.0 - 8.6	2.0	25.5 - 23.7
Netherlands	22.0 - 24.0	0.5	2.3 - 2.1
Slovak Republic	6.9 - 7.4	1.6	23.9 - 22.2
Spain	81.1 - 83.1	7.3 - 7.5	9.0 - 9.0
Sweden	N/A	N/A	N/A
Switzerland	17.1	3.2	18.7
United Kingdom	73.9	8.5	11.5
Non nuclear countries	N/A	0.0	N/A
OECD Pacific	373.9	66.0	17.7
Nuclear countries	312.2	66.0	21.1
Japan (d,e,f)	237.5	48.2	20.3
Korea (e)	74.7	17.8	23.8
Non nuclear countries	61.7	0.0	
TOTAL			

Notes:

- a) Including electricity generated by the user (autoproduction) unless stated otherwise.
c) Secretariat estimate.
d) For fiscal year.
e) Gross data converted to net by Secretariat.
f) Excluding electricity generated by the user (autoproduction).
N/A Not available.

Non nuclear countries are:

- In OECD Europe: Austria, Denmark, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Norway, Poland, Portugal and Turkey.
- In OECD Pacific: Australia and New Zealand.

Tableau 2. Puissance installée totale et nucléaire (a)

(en GWe nets)

2015			PAYS
Total	Nuclear Nucléaire	%	
	117.2 - 118.7		OCDE Amérique
146.2	13.6 - 15.1	9.3 - 10.3	Canada
N/A	1.4	N/A	Mexique
1 001.8	102.2	10.2	États-Unis
			OCDE Europe
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	5.8	N/A	Belgique
13.2 - 13.4	3.5 - 3.7	26.5 - 27.6	République tchèque
15.6 - 16.0	4.3	27.4 - 26.8	Finlande
125.0 - 135.0	64.7	51.8 - 47.9	France
145.0 - 150.0	8.0 - 10.0	5.5 - 6.7	Allemagne
8.4 - 8.8	2.0	24.3 - 23.2	Hongrie
22.0 - 26.5	0.0	0.0	Pays-Bas
7.3 - 8.4	1.6 - 2.5	22.6 - 29.3	République slovaque
N/A	N/A	N/A	Espagne
N/A	N/A	N/A	Suède
17.1	3.2	18.7	Suisse
74.6	7.5	10.1	Royaume-Uni
N/A	0.0	N/A	<i>Pays non nucléaires</i>
			OCDE Pacifique
			<i>Pays nucléaires</i>
N/A	N/A	N/A	(d,e,f) Japon
82.0	25.3	30.9	(e) Corée
N/A	0.0		<i>Pays non nucléaires</i>
			TOTAL

Notes :

- a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.
 - c) Estimation du Secrétariat.
 - d) Pour l'exercice financier.
 - e) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.
 - f) Excluant l'électricité produite par des autoproducteurs.
- N/A Non disponible.

Les pays non nucléaires sont :

- Dans la zone OCDE Europe : Autriche, Danemark, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pologne, Portugal et Turquie.
- Dans la zone OCDE Pacifique : Australie et Nouvelle-Zélande.

Table 2. Total and Nuclear Electricity Capacity (a)

(Net GWe)

COUNTRY	2020		
	Total	Nuclear <i>Nucléaire</i>	%
OECD America		117.7 - 125.4	
Canada	152.8	13.6 - 15.1	8.9 - 9.9
Mexico	N/A	1.4	N/A
United States	1 089.3 - 1 088.7	102.7 - 108.9	9.4 - 10.0
OECD Europe			
Nuclear countries			
Belgium	N/A	4.0 - 5.8	N/A
Czech Republic	13.3 - 13.4	3.5 - 3.7	26.3 - 27.6
Finland	16.0 - 16.4	4.3	26.8 - 26.1
France	N/A	N/A	N/A
Germany	150.0 - 160.0	1.3 - 2.5	0.9 - 1.6
Hungary	8.8 - 9.0	2.0	23.2 - 22.7
Netherlands	22.0 - 29.5	0.0	0.0
Slovak Republic	7.3 - 8.6	1.6 - 2.5	22.5 - 28.6
Spain	N/A	N/A	N/A
Sweden	N/A	N/A	N/A
Switzerland	17.1	3.2	18.7
United Kingdom	77.7	3.7	4.8
Non nuclear countries	N/A	0.0	N/A
OECD Pacific			
Nuclear countries			
Japan	N/A	N/A	
Korea	N/A	N/A	
Non nuclear countries	0.0		
TOTAL			

Notes:

- a) Including electricity generated by the user (autoproduction) unless stated otherwise.
N/A Not available.

Tableau 2. Puissance installée totale et nucléaire (a)

(en GWe nets)

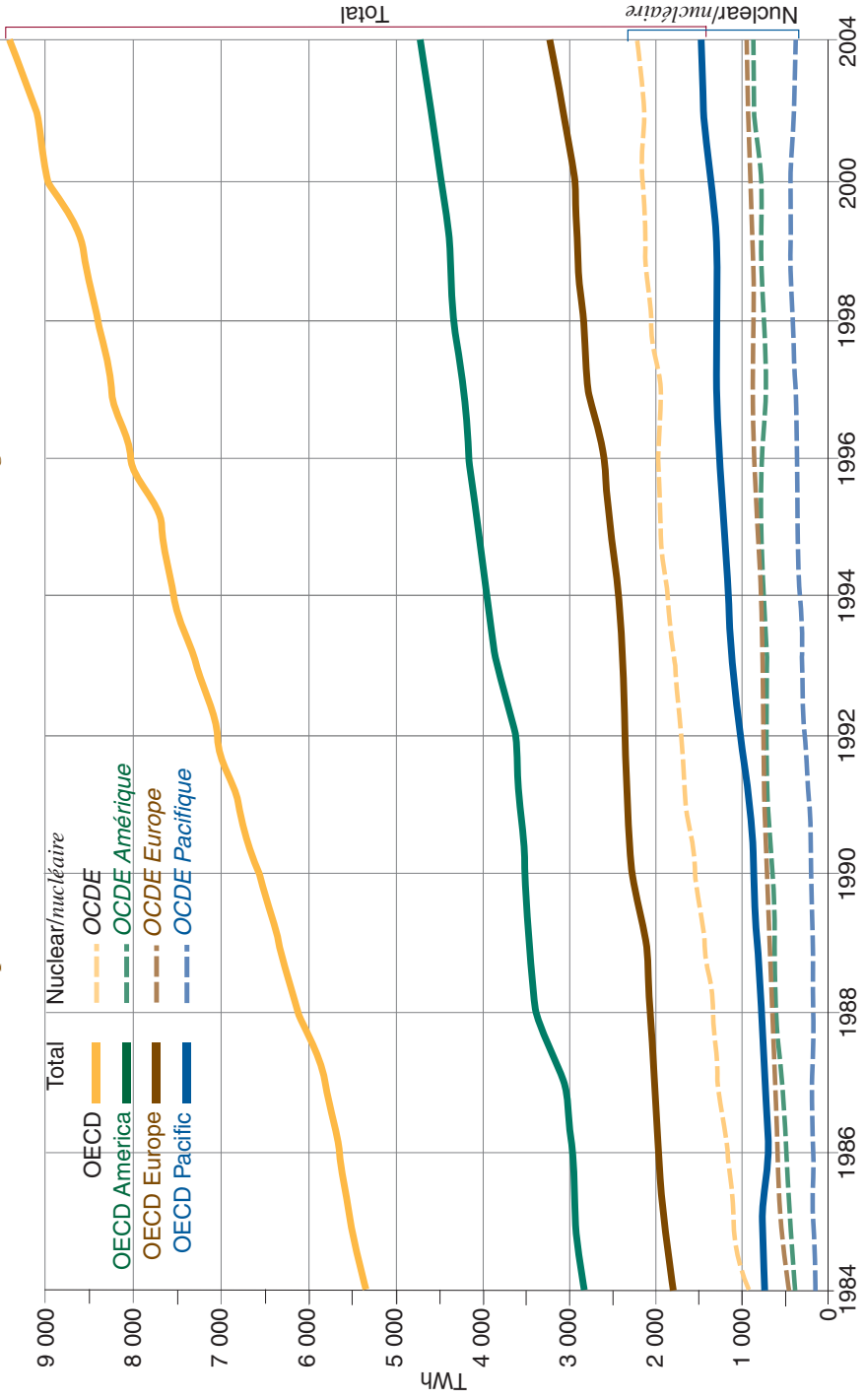
2025			PAYS
Total	Nuclear Nucléaire	%	
N/A	N/A	N/A	OCDE Amérique
N/A	1.4	N/A	Canada
1 189.8 - 1 191.1	102.7 - 127.8	8.6 - 10.7	Mexique
			États-Unis
			OCDE Europe
			Pays nucléaires
N/A	2.0 - 5.8	N/A	Belgique
12.8 - 13.2	3.7 - 4.1	28.9 - 31.1	République tchèque
16.4 - 16.8	4.3	26.1 - 25.5	Finlande
N/A	N/A	N/A	France
150.0 - 160.0	0.0	0.0 - 0.0	Allemagne
8.9 - 9.3	2.0	22.9 - 21.9	Hongrie
22.0 - 32.5	0.0	0.0	Pays-Bas
7.4 - 8.8	1.6 - 2.5	22.3 - 28.0	République slovaque
N/A	N/A	N/A	Espagne
N/A	N/A	N/A	Suède
17.1	3.2	18.7	Suisse
N/A	N/A	N/A	Royaume-Uni
			Pays non nucléaires
			OCDE Pacifique
			Pays nucléaires
N/A	N/A		Japon
N/A	N/A		Corée
N/A	0.0		Pays non nucléaires
			TOTAL

Notes :

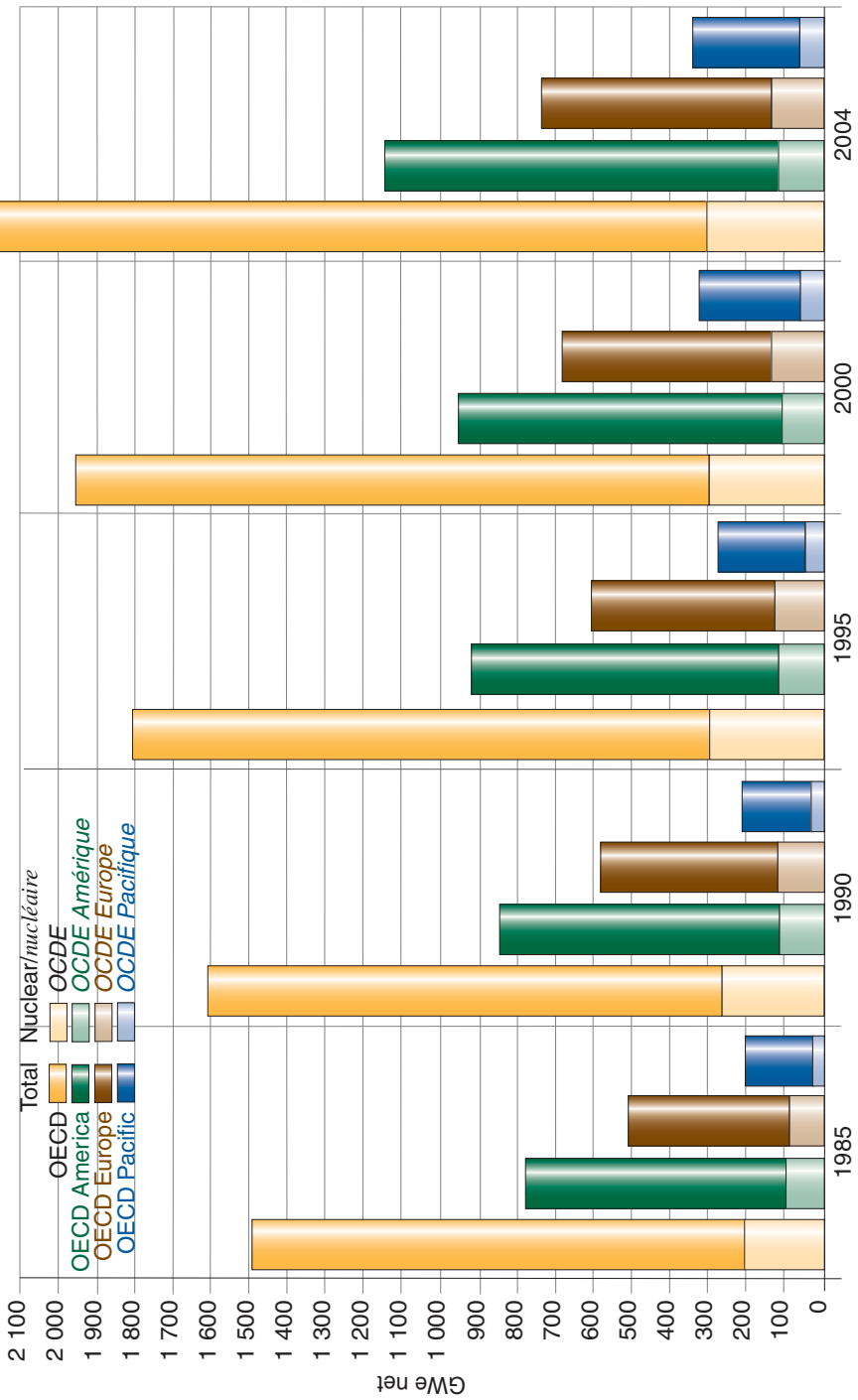
a) Y compris l'électricité produite par les autoproducteurs sauf indication contraire.

N/A Non disponible.

Trends in Total and Nuclear Electricity Generation Évolution de la production d'électricité totale et d'origine nucléaire

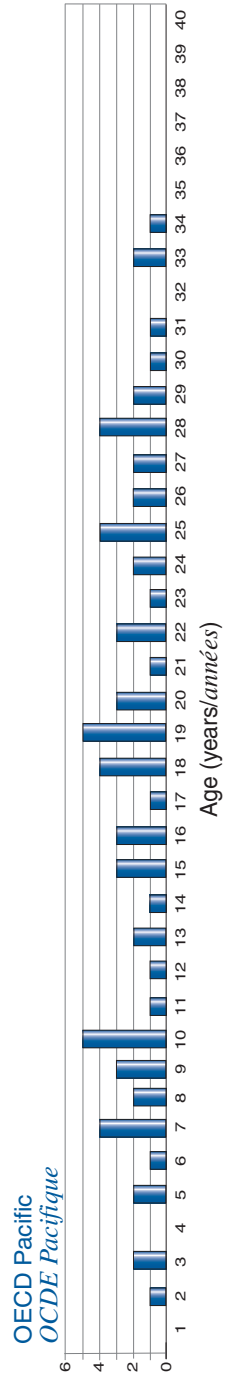
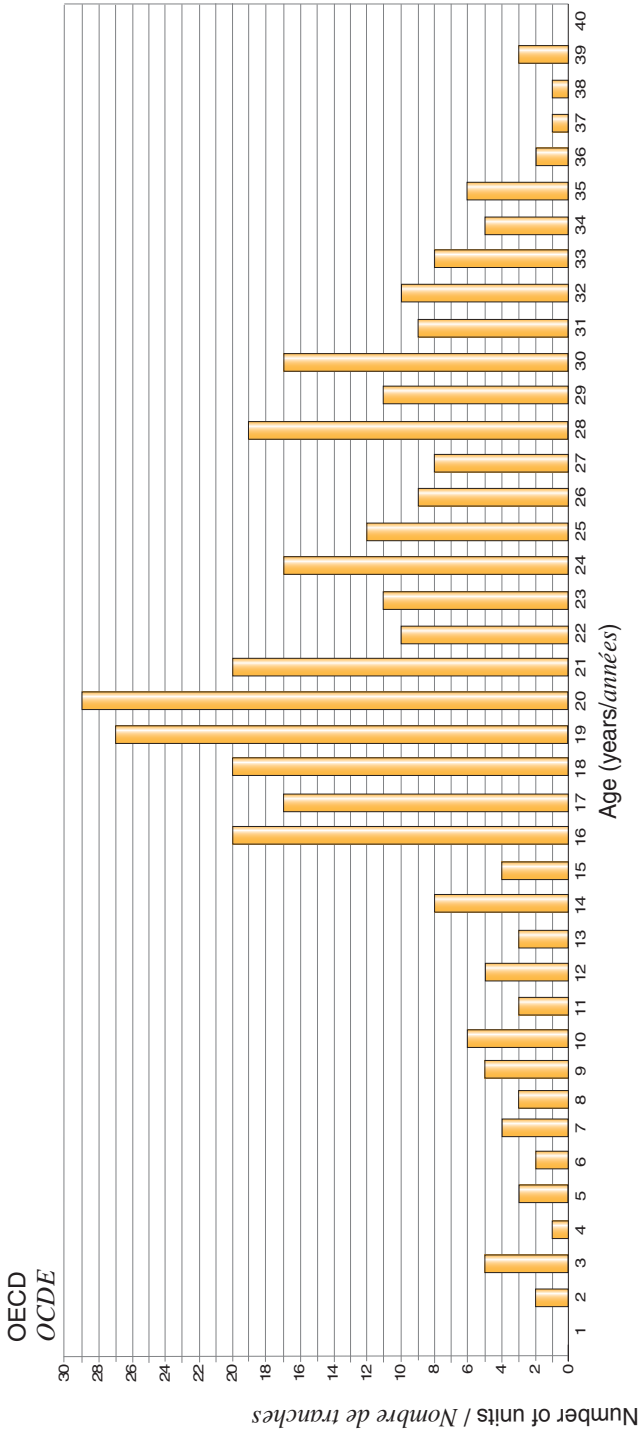


Trends in Total and Nuclear Electricity Capacity
 Évolution de la puissance installée totale et nucléaire



Age Distribution of Nuclear Units by OECD Regions
Répartition des tranches nucléaires par âge et par régions OCDE

(as of 31 December 2004)
 (au 31 décembre 2004)



Age Distribution of Nuclear Units by OECD Regions
Répartition des tranches nucléaires par âge et par régions OCDE

(as of 31 December 2004)
 (au 31 décembre 2004)

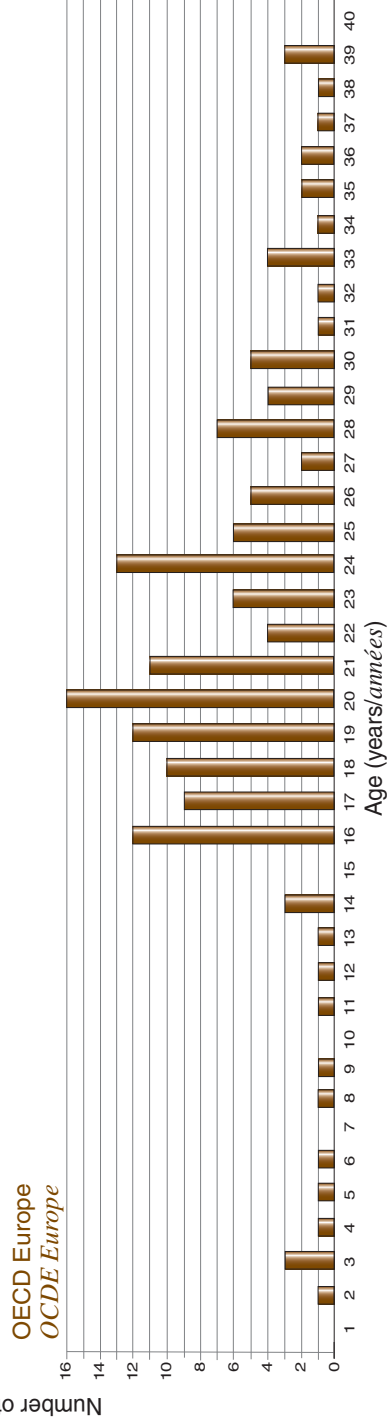
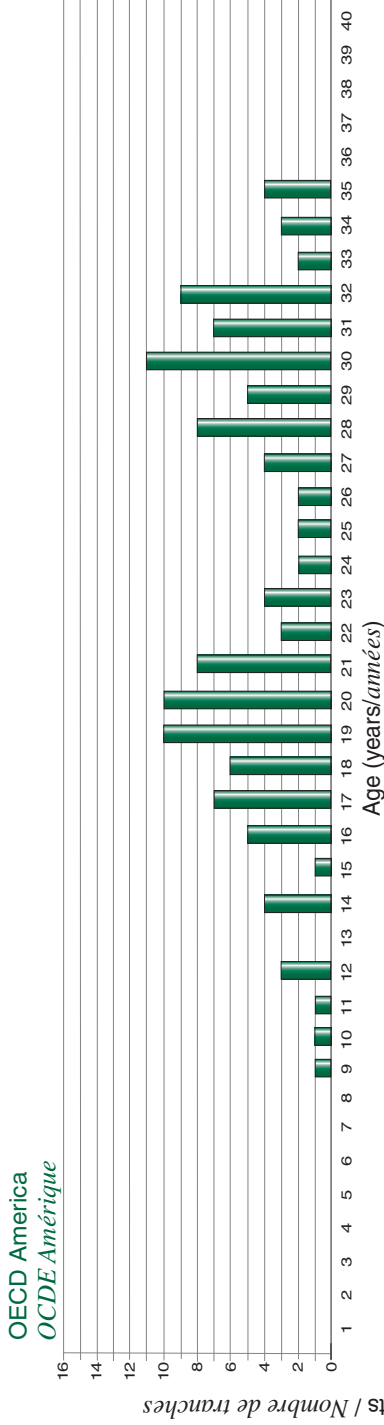


Table 3.1 Nuclear Power Plants by Developing Stage

(Net GWe)

COUNTRY	Connected to the grid <i>Raccordées au réseau</i>		Under construction <i>En construction</i>		Firmly <i>En commande</i>
	Units <i>Tranches</i>	Capacity <i>Puissance</i>	Units <i>Tranches</i>	Capacity <i>Puissance</i>	Units <i>Tranches</i>
OECD America	128	113.1	-	-	-
Canada	22 ***	12.0	-	-	-
Mexico	2	1.4	-	-	-
United States	104	99.7	-	-	-
OECD Europe	153	132.8	2	0.8	1
Belgium	7	5.8	-	-	-
Czech Republic	6	3.5	-	-	-
Finland	4	2.7	-	-	1
France	59	63.3	-	-	-
Germany	18	20.6	-	-	-
Hungary	4	1.9	-	-	-
Netherlands	1	0.5	-	-	-
Slovak Republic	6	2.5	2	0.8	-
Spain	9	7.5	-	-	-
Sweden (a)	11	9.4	-	-	-
Switzerland	5	3.2	-	-	-
United Kingdom	23	11.9	-	-	-
OECD Pacific	71	59.8	6	5.8	18
Japan (b)	52	43.9	5	4.8	12
Korea	19	15.9	1	1.0	6
TOTAL	352	305.7	8	6.6	19

Notes:

(a) Secretariat estimate.

(b) Gross data converted to net by the Secretariat.

* Plants for which sites have been secured and main contracts placed.

** Plants expected to be retired – permanently shutdown – by the end of 2009 (within five years).

*** Five units, shutdown since 1997, remain connected to the grid with possible restarts under evaluation.

Tableau 3.1 Centrales nucléaires selon l'état d'avancement du projet

(en GWe nets)

committed* ferme*	Planned to be retired from service** Projet de mise hors service**		Units using MOX Tranches utilisant MOX		PAYS
	Capacity Puissance	Units Tranches	Capacity Puissance	Units Tranches	
-	-	-	-	-	OCDE Amérique
-	-	-	-	-	Canada
-	-	-	-	-	Mexique
-	-	-	-	-	États-Unis
1.6	11	3.1	34	33.0	OCDE Europe
-	-	-	1	1.0	Belgique
-	-	-	-	-	Rép. tchèque
1.6	-	-	-	-	Finlande
-	1	0.2	20	18.1	France
-	-	-	10	12.2	Allemagne
-	-	-	-	-	Hongrie
-	-	-	-	-	Pays-Bas
-	2	0.8	-	-	Rép. slovaque
-	1	0.2	-	-	Espagne
-	1	0.6	-	-	(a) Suède
-	-	-	3	1.7	Suisse
-	6	1.3	-	-	Royaume-Uni
22.5	-	-	-	-	OCDE Pacifique
15.7	-	-	-	-	(b) Japon
6.8	-	-	-	-	Corée
24.1	11	3.1	34	33.0	TOTAL

Notes :

(a) Estimation du Secrétariat.

(b) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.

* Centrales pour lesquelles des sites ont été retenus et des contrats obtenus.

** Unités pouvant éventuellement être mises à l'arrêt, voire mises hors service, d'ici la fin 2009.

*** Cinq unités, mises à l'arrêt depuis 1997, restent connectées au réseau pour un éventuel redémarrage.

Table 3.2 Nuclear Power Plants Connected to the Grid

(Net GWe)

Country	BWR		PWR		GCR (a)	
	Units <i>Tranches</i>	Capacity <i>Puissance</i>	Units <i>Tranches</i>	Capacity <i>Puissance</i>	Units <i>Tranches</i>	Capacity <i>Puissance</i>
OECD America	37	34.6	69	66.5	-	-
Canada *	-	-	-	-	-	-
Mexico	2	1.4	-	-	-	-
United States	35	33.2	69	66.5	-	-
OECD Europe	20	17.7	110	104.2	22	10.7
Belgium	-	-	7	5.8	-	-
Czech Republic	-	-	6	3.5	-	-
Finland	2	1.7	2	1.0	-	-
France	-	-	58	63.1	-	-
Germany	6	6.4	12	14.2	-	-
Hungary	-	-	4	1.9	-	-
Netherlands	-	-	1	0.5	-	-
Slovak Republic	-	-	6	2.5	-	-
Spain	2	1.4	7	6.1	-	-
Sweden	8	6.7	3	2.7	-	-
Switzerland	2	1.5	3	1.7	-	-
United Kingdom	-	-	1	1.2	22	10.7
OECD Pacific	29	25.3	38	31.9	-	-
Japan (b)	29	25.3	23	18.6	-	-
Korea	-	-	15	13.3	-	-
TOTAL	86	77.6	217	202.6	22	10.7

- Notes: (a) Including Magnox reactors and AGRs.
 (b) Gross data converted to net by the Secretariat.
 * Five units, shutdown since 1997, remain connected to the grid with possible restarts under evaluation.

Tableau 3.2 Centrales nucléaires connectées au réseau

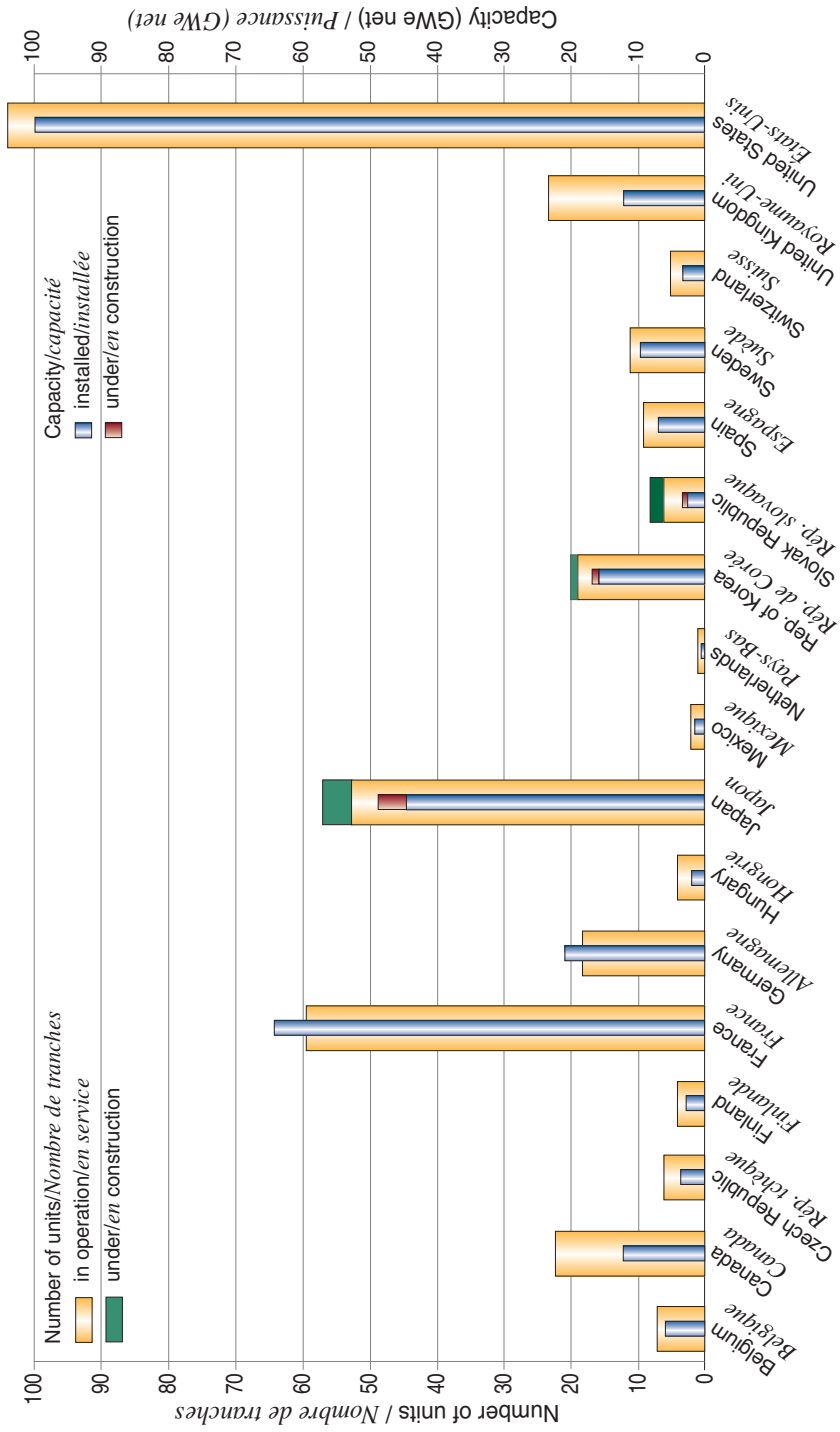
(en GWe nets)

HWR		FBR		Total		Pays
Units Tranches	Capacity Puissance	Units Tranches	Capacity Puissance	Units Tranches	Capacity Puissance	
22	12.0	-	-	128	113.1	OCDE Amérique
22	12.0	-	-	22	12.0	* Canada
-	-	-	-	2	1.4	Mexique
-	-	-	-	104	99.7	États-Unis
-	-	1	0.2	153	132.8	OCDE Europe
-	-	-	-	7	5.8	Belgique
-	-	-	-	6	3.5	Rép. tchèque
-	-	-	-	4	2.7	Finlande
-	-	1	0.2	59	63.3	France
-	-	-	-	18	20.6	Allemagne
-	-	-	-	4	1.9	Hongrie
-	-	-	-	1	0.5	Pays-Bas
-	-	-	-	6	2.5	Rép. slovaque
-	-	-	-	9	7.5	Espagne
-	-	-	-	11	9.4	Suède
-	-	-	-	5	3.2	Suisse
-	-	-	-	23	11.9	Royaume-Uni
4	2.6	-	-	71	59.8	OCDE Pacific
-	-	-	-	52	43.9	(b) Japon
4	2.6	-	-	19	15.9	Corée
26	14.6	1	0.2	352	305.7	TOTAL

- Notes :
- (a) Y compris les réacteurs Magnox et AGR.
 - (b) Données brutes converties en chiffres nets par le Secrétariat.
 - * Cinq unités, mises à l'arrêt depuis 1997, restent connectées au réseau pour un éventuel redémarrage.

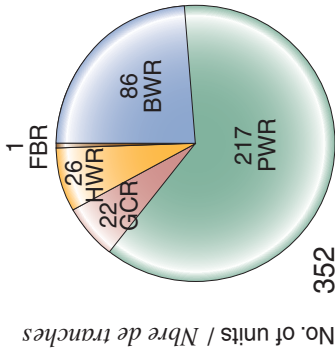
Number of Units and Nuclear Capacity in NEA Countries (2004)

Nombre et puissance des tranches nucléaires par pays de l'AEN (2004)

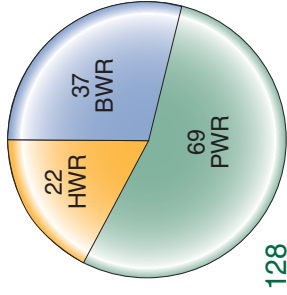


Number and Capacity of NPPs Connected to the Grid per Type of Reactor (2004)
Nombre et puissance des tranches nucléaires en service par type de réacteur (2004)

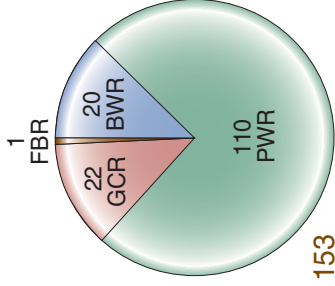
OECD
OCDE



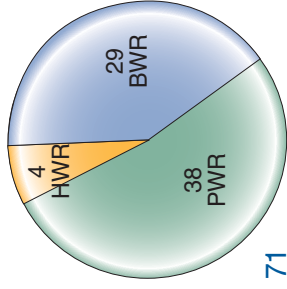
OECD America
OCDE Amérique



OECD Europe
OCDE Europe

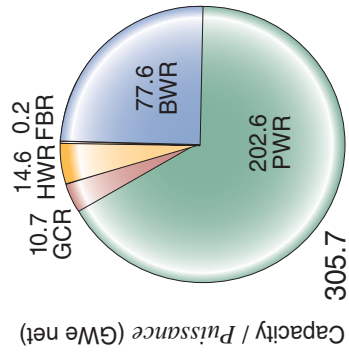


OECD Pacific
OCDE Pacifique

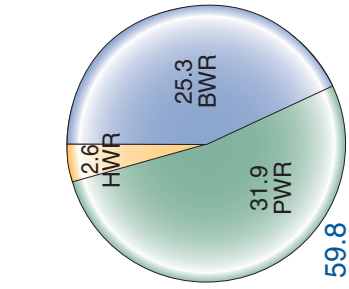
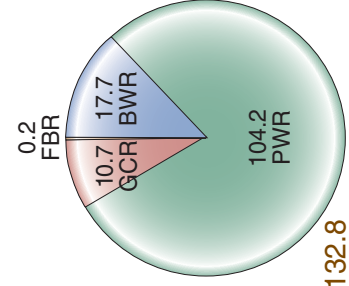
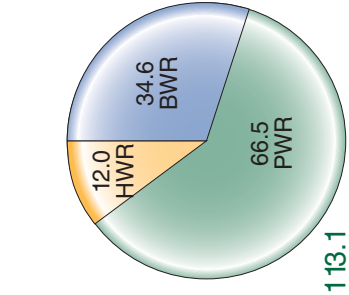


No. of units / Nbre de tranches

14.6
10.7
0.2
0.2



Capacity / Puissance (GWe net)



SCHEMATIC DIAGRAM OF THE NUCLEAR FUEL CYCLE*

The following diagram summarises the main steps of the fuel cycle for a light water reactor. It illustrates the number of activities that constitute the nuclear energy sector. The details of fuel cycle steps and levels vary from reactor type to reactor type but the main elements remain similar for current nuclear power plants. The fuel cycle of a nuclear power plant can be divided into three main stages: the so-called front-end, from mining of uranium ore to the delivery of fabricated fuel assemblies to the reactor; the fuel use in the reactor; and the so-called back-end, from the unloading of fuel assemblies from the reactor to final disposal of spent fuel or radioactive waste from reprocessing.



* PWR, BWR and AGR.

CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLEAIRE*

Le diagramme ci-dessous résume les principales étapes du cycle du combustible d'un réacteur à eau ordinaire. Il représente les diverses activités du secteur nucléaire. Les étapes et les niveaux du cycle du combustible varient d'un réacteur à l'autre, mais les principaux éléments restent identiques pour l'ensemble des centrales nucléaires actuelles. Le cycle du combustible d'une centrale nucléaire peut être subdivisé en trois phases principales : l'amont, de l'extraction du minerai d'uranium à la livraison des assemblages combustibles au réacteur ; l'utilisation du combustible dans le réacteur, et l'aval, depuis le déchargement des assemblages combustibles du réacteur jusqu'au stockage final du combustible utilisé ou des déchets radioactifs issus du retraitement.



* PWR, BWR et AGR.

NUCLEAR FUEL CYCLE REQUIREMENTS

BESOINS DU CYCLE DU COMBUSTIBLE NUCLÉAIRE

Table 4.1
Uranium Resources (a)

(1 000 tonnes U)

Tableau 4.1
Ressources en uranium (a)

(1 000 tonnes d'U)

Region	RAR* RRA	EAR-I** RSE-I	Total	Région
OECD America	680	105	785	OCDE Amérique
OECD Europe	54	61	115	OCDE Europe
OECD Pacific	742	323	1 065	OCDE Pacifique
OECD Total	1 476	489	1 965	OCDE Total
Rest of the World	1 693	930	2 623	Reste du Monde
TOTAL	3 169	1 419	4 588	TOTAL

Notes:

(a) From NEA/IAEA *Uranium 2003: Resources, Production and Demand*.

* Reasonably Assured Resources < USD 130/kgU.

** Estimated Additional Resources-Category I < USD 130/kgU.

Notes :

(a) Données du livre AEN/AIEA *Uranium 2003 : Ressources, production et demande*.

* Ressources Raisonnablement Assurées < USD 130/kgU.

** Ressources Supplémentaires Estimées-Catégorie I < USD 130/kgU.

Table 4.2. Uranium Production (a)

(tU/year)

Country	2003	2005*	2010*
OECD America	10 430	12 875	9 100
Canada	9 700	10 275	7 200
United States	730 (b)	2 600	1 900
OECD Europe	612	250	84
Czech Republic	453	250	84
France (c)	5	0	0
Germany (c)	150	0	0
Hungary (c)	4	0	0
OECD Pacific	7 070	9 900	8 600
Australia	7 070	9 900	8 600
OECD TOTAL	18 112	23 025	17 784
World Total	35 382	45 295	43 059

Notes: (a) From NEA/IAEA *Uranium 2003: Resources, Production and Demand*.

(b) Secretariat estimate.

(c) Recovered from environmental clean-up operations.

* Projected capability of existing and committed production centres supported by RAR and EAR-1 (<USD 80/kgU).

Table 4.3 Uranium Requirements

(tU/year)

COUNTRY	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America	22 767	26 024	24 931	23 209 -
Canada	1 400	1 700	1 700	2 000 -
Mexico	116	181	357	175 -
United States	21 251	24 143 (a)	22 874	21 034 -
OECD Europe	20 592	20 774	20 107	18 333 -
Belgium	845	1 125	1 455	1 075 -
Czech Republic	730	598	700	690 -
Finland	521	536	522	690 -
France	8 568	8 568	8 568	8 168 -
Germany	3 100	3 000	2 900	1 800 -
Hungary	373	512	376	376 -
Netherlands	60	65	65	65 -
Slovak Republic	494	501	448	334 -
Spain	1 512	2 040 (a)	1 140	1 560 -
Sweden	1 600	1 600	1 500	1 500 -
Switzerland (b)	370	317	268	375 -
United Kingdom	2 419	1 912	2 165	1 700 -
OECD Pacific	11 390	10 340	12 070	14 730 -
Japan	8 590	7 140 (a)	8 670	11 130 -
Korea	2 800	3 200	3 400	3 600 -
TOTAL	54 749	57 138	57 108	56 272 -

Notes: (a) Provisional data.

(b) Data from response to questionnaire for *Uranium 2005: Resources, Production and Demand*.

N/A Not available.

Tableau 4.2 Production d'uranium (a)
(en tonnes d'U par an)

2015*	2020*	Pays
8 400	8 200	OCDE Amérique
7 200	7 200	Canada
1 200	1 000	Etats-Unis
87	80	OCDE Europe
87	80	République tchèque
0	0	(c) France
0	0	(c) Allemagne
0	0	(c) Hongrie
8 600	8 600	OCDE Pacifique
8 600	8 600	Australie
17 087	16 880	OCDE TOTAL
43 612	43 005	Total Monde

- Notes : (a) Données du livre AEN/AIEA *Uranium 2003 : Ressources, production et demande*.
 (b) Estimation du Secrétariat.
 (c) Récupéré d'opérations d'assainissement environnementales.
 * Capacité théorique des centres de production existants et commandés pour soutenir les RRA et RSE-I (< USD 80/kgU).

Tableau 4.3 Besoins en uranium
(en tonnes d'U par an)

2010	2015	2020	2025	
23 509	24 393 - 24 693	20 912 - 22 252		OCDE Amérique
2 300	2 000 - 2 300	2 000 - 2 300	N/A	Canada
175	182	357	175	Mexique
21 034	22 211	18 555 - 19 595	22 092 - 27 062	Etats-Unis
19 020	15 889 - 17 561			OCDE Europe
1 075	750 - 1 075	750 - 1 075	375 - 1 075	Belgique
695	690 - 700	690 - 700	690 - 700	République tchèque
760	690 - 760	690 - 760	690 - 760	Finlande
8 168	7 722	N/A	N/A	France
2 000	1 100 - 1 500	200 - 350	0	Allemagne
376	188 - 376	0 - 376	0 - 376	Hongrie
65	0	0	0	Pays-Bas
334	334 - 501	334 - 501	334 - 501	République slovaque
1 560	1 560	1 560	N/A	Espagne
1 700	1 500 - 1 700	1 500 - 1 700	1 500 - 1 700	Suède
387	555 - 567	375 - 567	255 - 567	(b) Suisse
1 900	800 - 1 100	400 - 500	300 - 400	Royaume-Uni
15 430				OCDE Pacifique
11 130	N/A	N/A	N/A	Japon
4 300	5 300 - 6 400	5 300 - 6 400	5 300 - 6 400	Corée
57 959				TOTAL

- Notes : (a) Estimation du Secrétariat.
 (b) Données provenant des réponses au questionnaire pour la publication *Uranium 2005 : Ressources, production et demande*.
 N/A Non disponible.

Table 5.1 Conversion Capacities

(tU/year)

COUNTRY	From U ₃ O ₈ To	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America		29 273	25 481	31 300	
Canada	UF ₆			12 500	12 500
	UO ₂	13 273 (a)	9 481 (a)	2 800	2 800
	Metal U	2 000 (b)	2 000 (b)	2 000	2 000
United States	UF ₆	14 000 (c)	14 000 (c)	14 000 (c)	N/A
OECD Europe		20 200	20 700	21 200	20 500
France	UF ₆	13 500	14 000	14 500	14 500
United Kingdom	UF ₆	6 000	6 000	6 000	6 000
	Metal U	700	700	700	0
TOTAL		49 473	46 181	52 500	

Table 5.2 Conversion Requirements

(tU/year)

COUNTRY		2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America		22 807	25 724	25 381	23 359 -
Canada	UO ₂	1 400	1 400	2 150	2 150 -
Mexico	UO ₂	156	181	357	175 -
United States	UF ₆	21 251	24 143 (d)	22 874	21 034 -
OECD Europe		18 938	19 051	18 558	17 600 -
Belgium	UF ₆	840	1 120	1 445	1 070 -
Czech Republic	UF ₆	726	580	698	690 -
Finland	UF ₆	521	536	527	715 -
France	UF ₆	7 184	7 184	7 184	7 350 -
Germany	UF ₆	3 000	2 900	2 800	1 700 -
Hungary	UO ₂	371	370	370	370 -
Netherlands	UF ₆	382	382	370	370 -
Spain	UF ₆	1 512	2 040 (b)	1 140	1 560 -
Sweden	UF ₆	1 600	1 600	1 500	1 500 -
Switzerland	UO ₂	370	247 (d)	204	375 -
United Kingdom	UF ₆	1 982	1 542	1 820	1 900 -
	Metal	450	550	500	0 -
OECD Pacific		10 870	9 510	12 290	14 280 -
Japan	UF ₆	7 650	5 890 (d)	8 470	10 260 -
Korea	UF ₆	2 800	3 200	3 400	3 600 -
	UO ₂	420	420	420	420 -
TOTAL		52 615	54 285	56 229	55 239 -

Notes:

(a) Actual production.
 (b) Secretariat estimate.
 N/A Not available.

(c) Nameplate capacity.
 (d) Provisional data.

Tableau 5.1 Capacités de conversion
(en tonnes d'U par an)

2015	2020	2025	De U ₃ O ₈ En	PAYS
12 500	12 500	N/A	UF ₆	OCDE Amérique
2 800	2 800	N/A	UO ₂	Canada
2 000	2 000	N/A	U Metal	
N/A	N/A	N/A	UF ₆	États-Unis
20 500				OCDE Europe
14 500	14 500	14 500	UF ₆	France
6 000	N/A	N/A	UF ₆	Royaume-Uni
0	0	0	U Metal	
				TOTAL

Tableau 5.2 Besoins en matière de conversion
(en tonnes d'U par an)

2010	2015	2020	2025	PAYS	
23 359	24 543	21 062			OCDE Amérique
2 150	2 150	2 150	N/A	UO ₂	Canada
175	182	357	175	UO ₂	Mexique
21 034	22 211	18 555	22 092	UF ₆	États-Unis
17 620	15 796 - 16 141	13 996 - 14 341			OCDE Europe
1 070	745 - 1 070	745 - 1 070	370 - 1 070	UF ₆	Belgique
690	700	700	700	UF ₆	République tchèque
735	715 - 735	715 - 735	715 - 735	UF ₆	Finlande
7 350	7 350	7 350	7 350	UF ₆	France
1 700	1 200	0	0	UF ₆	Allemagne
370	370	370	370	UO ₂	Hongrie
370	0	0	0	UF ₆	Pays-Bas
1 560	1 560	1 560	N/A	UF ₆	Espagne
1 500	1 500	1 500	1 500	UF ₆	Suède
375	556	556	556	UO ₂	Suisse
1 900	1 100	500	400	UF ₆	Royaume-Uni
0	0	0	0	Metal	
14 280					OCDE Pacifique
10 260	N/A	N/A	N/A	UF ₆	Japon
3 600	5 300	5 300	5 300	UF ₆	Corée
420	420	420	420	UO ₂	
55 259				TOTAL	

Notes :

(a) Production réelle.

(b) Estimation du Secrétariat.

N/A Non disponible.

(c) Capacité théorique.

(d) Données provisoires.

Table 6.1 Enrichment Capacities

(tSW/year)

COUNTRY	Method	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America		11 300	11 300	11 300	
United States	(a) Diffusion	11 300	11 300	11300	N/A
	(b) Centrifuge	0	0	0	N/A
OECD Europe		17 300	18 100		
France	Diffusion	10 800	10 800	10 800	10 800
	Centrifuge	0	0	0	0
Germany	(c)				
Netherlands	(c) Centrifuge	6 500	7 300	N/A	N/A
United Kingdom	(c)				
OECD Pacific		1 150	1 150	1 150	1 050
Japan	Centrifuge	1 150	1 150 (d)	1 150	1 050
TOTAL		29 750	30 550		

Table 6.2 Enrichment Requirements

(tSW/year)

COUNTRY	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America	12 082	10 322	11 382	12 847 -
Mexico	89	192	101	204 -
United States	11 993	10 130 (d)	11 281	12 643 -
OECD Europe	11 228	11 301	11 319	12 183 -
Belgium	460	660	960	755 -
Czech Republic	420	295	392	396 -
Finland	276	296	320	476 -
France	5 000	5 000	5 000	5 600 -
Germany	2 000	1 950	1 850	1 750 -
Hungary	211	293	215	215 -
Netherlands	54	54	53	53 -
Spain	912	1 225 (d)	700	940 -
Sweden	710	700	680	680 -
Switzerland	211 (d)	120 (d)	150 (d)	278 -
United Kingdom	973	708 (d)	999	1 040 -
OECD Pacific	5 570	5 410	6 910	7 800 -
Japan	4 170	3 810 (d)	5 210	6 000 -
Korea	1 400	1 600	1 700	1 800 -
TOTAL	28 880	27 033	29 610	32 830 -

Notes:

- (a) Nameplate capacity.
(b) Two private sector projects are being undertaken aiming at commercial operation by 2010. The future enrichment capacity is not known with certainty at this time.
(c) Total for URENCO.
(d) Provisional data.
N/A Not available.

Tableau 6.1 Capacités d'enrichissement

(en tonnes d'UTS par an)

2015	2020	2025	Méthode	PAYS
N/A	N/A	N/A	Diffusion	OCDE Amérique
N/A	N/A	N/A	Centrifuge	États-Unis
0	0	0	Diffusion	OCDE Europe
7 500	11 000	11 000	Centrifuge	France
N/A	N/A	N/A	Centrifuge	(c) Allemagne
				(c) Pays-Bas
				(c) Royaume-Uni
1 050	1 050	1 050		OCDE Pacifique
1 050	1 050	1 050	Centrifuge	Japon
				TOTAL

Tableau 6.2 Besoins en matière d'enrichissement

(en tonnes d'UTS par an)

2010	2015	2020	2025	PAYS
12 847	10 633	12 565	11 663	OCDE Amérique
204	204	104	100	Mexique
12 643	10 429	12 461	11 563	États-Unis
12 194	10 672 - 10 913	9 626 - 9 867		OCDE Europe
755	525 - 755	525 - 755	260 - 755	Belgique
396	396	400	400	République tchèque
487	476 - 487	476 - 487	476 - 487	Finlande
5 600	5 600	5 600	5 600	France
1 750	900	100	0	Allemagne
215	215	215	215	Hongrie
53	0	0	0	Pays-Bas
940	940	940	N/A	Espagne
680	680	680	680	Suède
278	390	390	390	Suisse
1040	550	300	240	Royaume-Uni
7 800				OCDE Pacifique
6 000	N/A	N/A	N/A	Japon
1 800	2 800	2 800	2 800	Corée
32 841				TOTAL

Notes :

- (a) Capacité théorique.
- (b) Deux projets du secteur privé sont en cours avec l'objectif d'opération commerciale d'ici 2010. La future capacité d'enrichissement n'est pas encore connue.
- (c) Total pour URENCO.
- (d) Données provisoires.
- N/A Non disponible.

Table 7.1 Fuel Fabrication Capacities

(tonnes HM/year)

COUNTRY	Fuel Type	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America					
Canada	HWR	2 750	2 750	2 950	3 450
United States	BWR	1 200	1 200	1 200	N/A
	PWR	2 250	2 250	2 250	N/A
OECD Europe					
Belgium	PWR	400	400	400	400
	PWR MOX	35	35	35	N/A
France	PWR	1 000	1 000	1 000	1 000
	PWR MOX	145	145	145	195
Germany	LWR	650	650	650	650
Spain	BWR	150	150	150	150
	PWR	250	250	250	250
Sweden	LWR (a)	600	600	600	N/A
United Kingdom	GCR (b)	750	750	750	N/A
	Others	260	260	260	260
	MOX	0	0	120	120
OECD Pacific					
Japan	LWR	1 724	1 724 (c)	1 724	1 724
	MOX	9	9	9	139
	FBR MOX	5	5	5	5
Korea	PWR	400	400	400	600
	HWR	400	400	400	400

Notes:

(a) Secretariat estimate.

(b) Including Magnox and AGR.

(c) Provisional data.

N/A Not available.

Tableau 7.1 Capacités de fabrication du combustible

(en tonnes de ML par an)

2015	2020	2025	Type de combustible	PAYS
				OCDE Amérique
3 450	3 450	N/A	HWR	Canada
N/A	N/A	N/A	BWR	États-Unis
N/A	N/A	N/A	PWR	
				OCDE Europe
N/A	N/A	N/A	PWR	Belgique
N/A	N/A	N/A	PWR MOX	
1 000	1 000	1 000	PWR	France
195	195	195	PWR MOX	
650	650	650	LWR	Allemagne
150	150	150	BWR	Espagne
250	250	250	PWR	
N/A	N/A	N/A	(a) LWR	Suède
N/A	N/A	N/A	(b) GCR	Royaume-Uni
260	260	260	Autres	
120	120	N/A	MOX	
				OCDE Pacifique
1 724	1 724	1 724	LWR	Japon
139	139	139	MOX	
5	5	5	FBR MOX	
600	600	600	PWR	Corée
400	400	400	HWR	

Notes :

- (a) Estimation du Secrétariat.
 - (b) Y compris Magnox et AGR.
 - (c) Données provisoires.
- N/A Non disponible.

Table 7.2 Fuel Fabrication Requirements

(tonnes HM/year)

COUNTRY	Fuel Type	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005	2010
OECD America					
Canada	HWR	1 400	1 400	2 150	2 150
Mexico	BWR	19	41	21	43
United States	LWR	2 417	2 038 (a)	2 378	2 180
OECD Europe					
Belgium	PWR	110	108	155	125
	PWR MOX	4	4	3	N/A
Czech Republic	PWR	82	79	78	78
Finland	BWR	43	39	40	40
	PWR	26	23	25	56
France	PWR	1 000	1 000	1 000	720
	PWR MOX	100	100	100	100
Germany	BWR	150	150	150	60
	PWR	320	310	300	230
Hungary	PWR	50	66	45	45
Netherlands	PWR	12	12	10	10
Spain	BWR	30	25	25	25
	PWR	100	100	100	100
Sweden	BWR	180	180	165	165
	PWR	60	60	60	60
Switzerland	LWR	63	46	66	60
	LWR MOX	N/A	N/A	13	N/A
United Kingdom	PWR	36	0 (b)	36	24
	GCR	669	585 (b)	660	220
	Others	213	196 (b)	215	184
OECD Pacific					
Japan	LWR	810	870 (a)	1 060	1 290
	FBR MOX	0.1	0.6	N/A	N/A
Korea	PWR	250	320	340	360
	HWR	400	400	400	400

Notes:

(a) Secretariat estimate.

(b) Provisional data.

N/A Not available.

Tableau 7.2 Besoins en matière de fabrication du combustible

(en tonnes de ML par an)

2015	2020	2025	Type de combustible	PAYS
2 150	2 150	N/A	HWR	OCDE Amérique
21	22	43	BWR	Canada
2 396	2 343	2 366	LWR	Mexique
				États-Unis
				OCDE Europe
85 - 125	85 - 125	45 - 125	PWR	Belgique
N/A	N/A	N/A	PWR MOX	
78	78	78	PWR	Rép. tchèque
40	40	40	BWR	Finlande
56	56	56	PWR	
720	720	720	PWR	France
100	100	100	PWR MOX	
0	0	0	BWR	Allemagne
210	30	0	PWR	
45	45	45	PWR	Hongrie
0	0	0	PWR	Pays-Bas
15	15	15	BWR	Espagne
100	100	75	PWR	
165	165	165	BWR	Suède
60	60	60	PWR	
58	58	58	LWR	Suisse
N/A	N/A	N/A	LWR MOX	
24	24	24	PWR	Royaume-Uni
70	70	0	GCR	
60	60	0	Autres	
				OCDE Pacifique
N/A	N/A	N/A	LWR	Japon
N/A	N/A	N/A	FBR MOX	
440	440	440	PWR	Corée
400	400	400	HWR	

Notes :

(a) Estimation du Secrétariat.

(b) Données provisoires.

N/A Non disponible.

Table 8.1 Spent Fuel Storage Capacities (a)

(tonnes HM)

COUNTRY	Fuel Type	2003 (Actual/ <i>Réelles</i>)	2004	2005	2010
OECD America		109 823	112 811	114 397	130 309
Canada	HWR	43 631	43 631	43 723	51 323
Mexico	LWR	984	984	984	984
United States	LWR	65 184	68 172 (b)	69 666	77 978
	Others	24	24	24	24
OECD Europe		69 803	71 583	77 519	
Belgium	LWR	3 830	3 830	3 830	N/A
Czech Republic	LWR	600	600	600	1 940
Finland	LWR	1 770	1 770	2 170	2 390
France	LWR	26 000	26 000	26 000	26 000
Germany	LWR	7 900	9 500	12 000	22 000
Hungary	LWR	1 227	1 217	1 217	1 489
Italy	LWR	269	241	237	2 (c)
Netherlands	LWR	73	73	73	73
Slovak Republic	LWR	2 031	2 031	2 031	2 031
Spain	LWR	4 951	4 991	5 031	7 364
Sweden (d)	LWR	5 000	5 000	8 000	N/A
Switzerland	LWR	2 852	2 852 (b)	2 852	3 287
United Kingdom	LWR, GCR	13 300	13 478	13 478	12 198
OECD Pacific		26 838	27 538	30 330	37 051
Japan	LWR	16 800	17 500 (b)	18 500	20 800
	HWR	110	110 (b)	110	110
	Others	125	125 (b)	125	125
Korea	LWR	4 996	4 996	5 848	7 094
	HWR	4 807	4 807	5 747	8 922
TOTAL		206 464	211 932	222 246	

Notes:

- (a) Including at reactor and away-from-reactor storage.
(b) Provisional data.
(c) All spent fuel is planned to be transported to a national repository for temporary storage pending geological disposal.
(d) Secretariat estimate.
N/A Not available.

Tableau 8.1 Capacités de stockage du combustible irradié (a)

(en tonnes de ML)

2015	2020	2025	Type de combustible	PAYS
146 986	157 814			OCDE Amérique
60 000	68 000	N/A	HWR	Canada
984	984	984	LWR	Mexique
85 978	88 806	90 828	LWR	États-Unis
24	24	24	Autres	
				OCDE Europe
N/A	N/A	N/A	LWR	Belgique
3 310	3 310	3 310	LWR	République tchèque
3 180	3 180	3 580	LWR	Finlande
26 000	N/A	N/A	LWR	France
22 000	22 000	22 000	LWR	Allemagne
1 543	1 768	1 993	LWR	Hongrie
2 (c)	- (c)	- (c)	LWR	Italie
73	0	0	LWR	Pays-Bas
2 739	2 739	2 739	LWR	République slovaque
6 871	9 176	11 471	LWR	Espagne
N/A	N/A	N/A	LWR	(d) Suède
3 287	3 287	3 287	LWR	Suisse
N/A	N/A	N/A	LWR, GCR	Royaume-Uni
43 647	48 125	52 125		OCDE Pacifique
25 600	26 000	26 000	LWR	Japon
0	0	0	HWR	
125	125	125	Autres	
9 000	12 000	15 000	LWR	Corée
8 922	10 000	11 000	HWR	
				TOTAL

Notes :

- (a) Y compris le stockage sur et en dehors du site.
 - (b) Données provisoires.
 - (c) Tout le combustible irradié est supposé être transporté vers un site de stockage pour entreposage en vue d'un stockage définitif.
 - (d) Estimation du Secrétariat.
- N/A Non disponible.

Table 8.2 Spent Fuel Arisings (a)

(tonnes HM/year)

COUNTRY	2003		2004		2005	
	Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**	Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**	Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**
OECD America	3 484	82 089	3 459	85 818	3 799	89 629
Canada	1 049	32 356	1 383	33 739	1 400	35 139
Mexico	18	293	38	331	21	364
United States	2 417 (b)	49 440 (c)	2 038 (b)	51 748 (c)	2 378	54 126 (c)
OECD Europe	3 310		3 006		3 381	
Belgium	113	2 109	112	2 221	120	2 341
Czech Republic	62	807	79	886	78	964
Finland	70	1 313	65	1 378	67	1 445
France	1 100	9 340	1 100	9 630	1 100	9 920
Germany	470	3 500	460	3 750	500	4 000
Hungary	48	991	65	1 048	45	1 093
Netherlands	12	461	12	473	10	483
Slovak Republic	58	969	58	1 027	57	1 084
Spain	203	3 088	107	3 195	175	3 370
Sweden	196	4 030	112	4 141	215	N/A
Switzerland	57	1 030	58	1 052	63	1 094
United Kingdom (d)	922	N/A	778	N/A	951	N/A
OECD Pacific	1 440	17 807	1 498	18 895	1 610	19 889
Japan	834	11 219	800 (b)	11 609 (b)	950	11 943
Korea (e)	606	6 588	698	7 286	660	7 946

Notes:

- (a) Including at reactor and away-from-reactor storage.
(b) Provisional data.
(c) Including 24 tonnes HM of HTGR fuel.
(d) Secretariat estimate.
(e) Including LWR fuel and HWR fuel.

* tHM/a.

** tHM cumulative.

Tableau 8.2 Quantités de combustible irradié produites (a)

(en tonnes de ML par an)

2010		2015		2020		PAYS
Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**	Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**	Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**	
3 723	108 224	3 917	127 900	3 865	147 331	OCDE Amérique
1 500	42 639	1 500	50 139	1 500	57 639	Canada
43	559	21	753	22	968	Mexique
2 180	65 026 (c)	2 396	77 008 (c)	2 343	88 724 (c)	États-Unis
2 625						OCDE Europe
120	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Belgique
78	1 354	78	1 744	78	2 134	Rép. tchèque
93	1 840	93	2 305	93	2 770	Finlande
1 100	10 670	1 100	10 410	820	8 190	France
300	7 500	200	9 250	30	10 000	Allemagne
45	1 318	45	1 543	45	1 768	Hongrie
10	533	0	563	0	563	Pays-Bas
35	1 355	51	1 586	52	1 846	Rép. slovaque
147	4 105	162	4 915	129	5 560	Espagne
215	N/A	215	N/A	N/A	N/A	Suède
60	1 387	60	1 670	60	1 951	Suisse
423	N/A	379	N/A	154	N/A	(d) Royaume-Uni
1 650	24 046	2 050	29 696	2 010	35 746	OCDE Pacifique
950	12 600	1 250	14 250	1 250	16 500	Japon
700	11 446	800	15 446	760	19 246	(e) Corée

Notes :

- (a) Y compris le stockage sur et en dehors du site.
- (b) Données provisoires.
- (c) Y compris 24 tHM de combustible de HTGR.
- (d) Estimation du Secrétariat.
- (e) Y compris les combustibles de LWR et HWR.
- * tHM/an.
- ** tHM cumulées.

Table 8.2
Spent Fuel Arisings (a)

Tableau 8.2
Quantités de combustible irradié produites (a)

(tonnes HM/year)

(en tonnes de ML par an)

COUNTRY	2025		PAYS
	Arisings/ Quantité déchargée*	In Storage/ Quantité stockée**	
OECD America			OCDE Amérique
Canada	N/A	N/A	Canada
Mexico	43	1 161	Mexique
United States	2 366	100 552 (c)	États-Unis
OECD Europe			OCDE Europe
Belgium	N/A	N/A	Belgique
Czech Republic	78	2 524	Rép. tchèque
Finland	93	3 135	Finlande
France	820	6 790	France
Germany	0	10 000	Allemagne
Hungary	45	1 993	Hongrie
Netherlands	0	563	Pays-Bas
Slovak Republic	52	2 106	Rép. slovaque
Spain	166	6 390	Espagne
Sweden	N/A	N/A	Suède
Switzerland	60	2 235	Suisse
United Kingdom (d)	24	N/A	(d) Royaume-Uni
OECD Pacific			OCDE Pacifique
Japan	1 250	18 750	Japon
Korea (e)	745	22 971	(e) Corée

Notes:

- (a) Including at reactor and away-from-reactor storage.
- (c) Including 24 tonnes HM of HTGR fuel.
- (d) Secretariat estimate.
- (e) Including LWR fuel and HWR fuel.
- * tHM/a.
- ** tHM cumulative.

Notes :

- (a) Y compris le stockage sur et en dehors du site.
- (c) Y compris 24 tHM de combustible de HTGR.
- (d) Estimation du Secrétariat.
- (e) Y compris les combustibles de LWR et HWR.
- * tHM/an.
- ** tHM cumulées.

Conversion and Enrichment Capacities and Requirements (2004)

Capacités et besoins en conversion et enrichissement (2004)

Capacity/capacité	Requirements/besoins
OECD Pacific	OCDE Pacifique
OECD Europe	OCDE Europe
OECD America	OCDE Amérique

Conversion

Conversion

Enrichment

Enrichissement

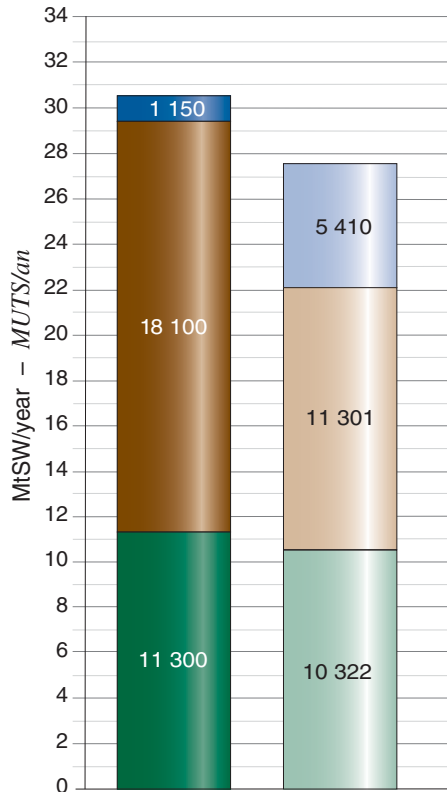
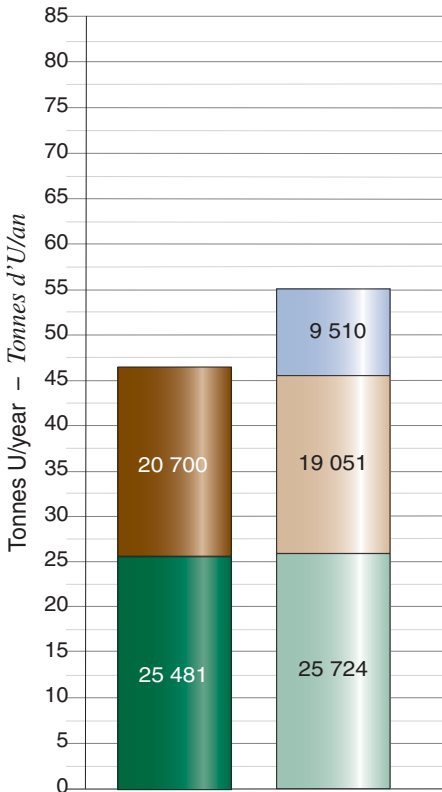


Table 9. Reprocessing Capacities

(tonnes HM/year)

COUNTRY	Fuel Type	2003 (Actual/Réelles)	2004	2005
OECD Europe		4 100	4 100	4 100
France	LWR	1 700	1 700	1 700
United Kingdom	LWR	900	900	900
	Magnox	1 500	1 500	1 500
OECD Pacific		14	39	40
Japan	LWR + Others	14	39	40
TOTAL		4 114	4 139	4 140

Tableau 9. Capacités de retraitement

(en tonnes de ML par an)

2010	2015	2020	2025	Type de combustible	PAYS
4 100	2 600	1 700	1 700		OCDE Europe
1 700	1 700	1 700	1 700	LWR	France
900	900	0	0	LWR	Royaume-Uni
1 500	0	0	0	Magnox	
830	800	800	800		OCDE Pacifique
830	800	800	800	LWR et Autres	Japon
4 930	3 400	2 500	2 500		TOTAL

Annex 1. Plutonium Use

(tonnes of total Pu)

COUNTRY		2003 (Actual/Réelles)	2004	2005
OECD America				
United States	LWR	0.0	0.0 (a)	0.1
OECD Europe				
Belgium	LWR	N/A	N/A	N/A
France	LWR	8.0	8.0	8.0
Germany	LWR	N/A	N/A	N/A
Switzerland	LWR	N/A	N/A	0.9
OECD Pacific				
Japan	FBR	0.1	0.1 (a)	N/A

Note: a) Provisional data.

Annex 2. Re-enriched Tails Use

(tonnes natural U equivalent)

COUNTRY	Total to end of 2003 Total à la fin de l'année 2003	2004
OECD Europe		
Belgium	345 (a)	0

Note: (a) Purchased for subsequent re-enrichment.

Annex 3. Production of Uranium from Reprocessed Spent Fuel

(tonnes natural U equivalent)

COUNTRY	Total to end of 2003 Total à la fin de l'année 2003	2004
OECD Europe		
France	N/A	N/A
United Kingdom	N/A	N/A
OECD Pacific		
Japan	565	67

Note: (a) Purchased for subsequent re-enrichment.

Annex 4. Reprocessed Uranium Use

(tonnes natural U equivalent)

COUNTRY	Total to end of 2003 Total à la fin de l'année 2003	2004
OECD Europe		
Belgium	508 (a)	0
Switzerland	423	202
OECD Pacific		
Japan	60	6

Notes: (a) From 1993 to 2002.
N/A Not available.

Annexe 1. Utilisation du plutonium
(en tonnes de Pu total)

2010	2015	2020	2025	PAYS	
0.0	2.0	3.5	3.5	LWR	OCDE Amérique Etats-Unis
N/A	N/A	N/A	N/A	LWR	OCDE Europe Belgique
8.0	8.0	8.0	8.0	LWR	France
N/A	N/A	N/A	N/A	LWR	Allemagne
N/A	N/A	N/A	N/A	LWR	Suisse
N/A	N/A	N/A	N/A	FBR	OCDE Pacifique Japon

Note : a) Données provisoires.

Annexe 2. Utilisation d'uranium appauvri
(en équivalent de tonnes d'uranium naturel)

2005	Total to end of 2005 Total à la fin de l'année 2005	2006	PAYS
0	345 (a)	0	OCDE Europe Belgique

Note : (a) Acheté pour ré-enrichissement ultérieur.

Annexe 3. Production d'uranium de retraitement
(en équivalent de tonnes d'uranium naturel)

2005	Total to end of 2005 Total à la fin de l'année 2005	2006	PAYS
N/A	N/A	N/A	OCDE Europe France
N/A	N/A	N/A	Royaume-Uni
64	696	0	OCDE Pacifique Japon

Note : (a) Acheté pour ré-enrichissement ultérieur.

Annexe 4. Utilisation d'uranium de retraitement
(en équivalent de tonnes d'uranium naturel)

2005	Total to end of 2005 Total à la fin de l'année	2006	PAYS
0	508 (a)	0	OCDE Europe Belgique
0	625	177	Suisse
28	94	22	OCDE Pacifique Japon

Notes : (a) De 1993 à 2002.

N/A Non disponible.

COUNTRY REPORTS

▶ CANADA

Nuclear Fuel Waste Act

The *NFW Act* entered into force on 15 November 2002. It requires that nuclear utilities establish a Nuclear Waste Management Organization (NWMO) to propose to the Government approaches for the long-term management of nuclear fuel waste, implement the chosen approach, and set aside funds to finance implementation.

The NWMO was established by the nuclear utilities in the fall of 2002. Since then, the NWMO has been carrying out country-wide public consultations on approaches for the long-term management of nuclear fuel waste that is in the best interest of Canadians and future generations.

The *NFW Act* requires that, by 15 November 2005, the NWMO submit to the Government a study setting out its proposed approaches for the long-term management of nuclear fuel waste.

Nuclear Liability Act

The *Nuclear Liability Act* (NLA) sets out a comprehensive scheme of liability for third-party injury and damage arising from nuclear accidents, and a compensation system for victims. It embodies the principles of absolute and exclusive liability of the operator, mandatory insurance, and limitations on the operator's liability in both time and amount. Under the *Act*, operators of nuclear installations are absolutely liable for third-party liabilities to a limit of \$75 million. All other contractors or suppliers are thereby indemnified. The NLA is out of date and a review of the legislation is nearing completion. Proposed revisions will overhaul the current legislation and replace it with a modern regime that better addresses public interests and reflects international norms. Key among the proposed amendments will be to increase the operator liability limit.

Ontario developments

The two nuclear operators in Ontario, Ontario Power Generation (OPG) and Bruce Power Inc., are still pursuing their respective recovery plan to restart the five laid-up units at the Pickering A (3) and Bruce A (2) stations. One of them is expected to be in service by the end of 2005, i.e., Pickering 4 Unit 1. The remaining four units are expected to be brought back to service over the next few years.

New Brunswick developments

The Point Lepreau nuclear station is approaching the point where a decision needs to be made as to whether it should be refurbished or begin to

prepare for decommissioning. New Brunswick Power and the New Brunswick Government are currently examining, if they should proceed with the refurbishment of the Point Lepreau nuclear station. A decision is expected sometime in the first half of 2005. If the refurbishment programme goes ahead, the reactor's life will be extended for an additional 25 years. Current plans are for the refurbishment project to commence in 2008.

Quebec developments

The Gentilly 2 nuclear station is also approaching the point in time where a decision needs to be taken on refurbishment. Hydro-Quebec is currently conducting some studies, as well as some public consultations. A decision by the Board of Directors of Hydro-Quebec is expected in 2006. If approved, the refurbishment of Gentilly 2 is expected to take place in 2009 and 2010.

CANDU reactors abroad

There are eight CANDU reactors currently in operation internationally and one is under construction in Romania. As of October 2004, the second CANDU reactor project, at the Cernavoda site, was 75% completed. Over the next two years, the construction and commissioning work will be completed and the in-service target is expected for early 2007.

Atomic Energy of Canada Ltd. (AECL)

AECL is pursuing, with the government's support, the development of its next generation CANDU reactor, known as the Advanced CANDU Reactor. Safety enhancements and evolutionary design are expected to make it 40% cheaper to build than existing CANDU technology. Improvements include a smaller core, a 75% reduction in the quantity of heavy water, and the use of slightly enriched uranium fuel. Its modular design promises a faster assembly time than existing reactors. The new design is undergoing pre-licensing assessment in the United States and Canada.

Generation IV Initiative

Canada is an active member of the Generation IV International Forum, an international collaborative R&D initiative comprising 10 countries and the EU to deploy the next generation of nuclear power reactors by 2025. Canada leads in developing the Supercritical Water-Cooled Reactor, an evolution of the CANDU technology.

On 28 February 2005, the Government of Canada signed the framework agreement, supported by Canada, the United States, the United Kingdom, Japan, France and six other countries to advance long-term multilateral research and development on nuclear energy systems for use beyond the year 2025.

► MEXICO

Mexico has been following the Government's energy policy set out in "*Programa Sectorial de Energia 2001-2006*", which was issued in 2001.

An Extended Power Uprate (EPU) feasibility study has been performed to increase by 20% the original thermal power of the nuclear power plant. Among other conclusions it identifies restrictions, requirements and specific analyses that must be considered to achieve the EPU power level. In the reload fuel design there are limitations for enrichment that require reassessment. The major restriction is on the core loading pattern. The core size is imposing limitations on the number of new fuel assemblies and in the size of the reload batch, unless the utility considers changing the "control cell core" concept. Due to the energy requirements there are limitations on the potential use of two-year fuel cycles. The energy requirements may demand a more advanced fuel design than GE12 to achieve higher burnup. Extended coastdown periods may be required, impacting the capacity factors, if the above limitations are not properly reassessed.

CFE is the operator of the nuclear power plant. In 2004 and until 2006, a contract between CFE and Nukem provides for Nukem to deliver uranium and enrichment services from Russia.

The CFE energy utilisation plan is increasing the capacity factor for operation in a start-to-stop cycle to 95% (without shutdown for reload) and decreasing the total period of coastdown to 14 days. Future core design shall include this energy increase, beginning with the reload in 2005. An adjustment in reload fuel enrichment has been considered to fulfill batch size restrictions due to the size of the core.

However, in 2004 both reloads outages were extended due to a main turbine overhaul. The spring outage was 72 days and the fall outage was 42 days.

Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, the Mexican regulatory body, granted the authorisation, on 25 January 2005, to modify the license of both units to accommodate the new MELLLA (Maximum Extended Load Line Limit Analysis) flow window (ranging from 81% up to 107% total core flow), which allows operation in a harder neutron spectrum with a potential benefit to the fuel cycle economy due to plutonium utilisation.

CFE completed a new core simulator design in 2004. This will allow operator training in 3-D reactor dynamics for normal operations, transients and accidents. It also will allow training in severe core damage management. Plans are being considered to start the instructor education programme and the first operational crew training programme in 2005.

CFE is performing an economic feasibility study for the electricity development programme, which includes comparison of scenarios with new nuclear units.

In the winter of 2004 CFE underwent a WANO peer review. The report will be delivered in 2005.

Unfortunately, the student population in the nuclear area has been decreasing in the Polytechnic National Institute, having only one new student for the Winter term. Personnel of the nuclear programme department are afraid that authorities will consider closing this educational option. CFE will face a serious challenge because many nuclear engineers will reach retirement age in the next five years.

► UNITED STATES

The United States Congress is expected to resume work on developing energy legislation during 2005. Nuclear-related issues that continue to be discussed include the renewal of the Price-Anderson Act on nuclear power plant liability, financial support for developing new nuclear power plants, and research on advanced next generation nuclear energy systems. Congress did not pass earlier versions of a comprehensive energy bill. Energy related interests other than nuclear power would primarily determine the fate of the bill.

The US Department of Energy (DOE) anticipates sending an application to the Nuclear Regulatory Commission (NRC) to operate the nation's high-level waste repository at Yucca Mountain by the end of 2005. The submission would initiate NRC review of the application. While the DOE nominally anticipates opening the repository in 2010, recent public discussion indicates that a later opening is now more likely.

The DOE continues to promote the development of nuclear power in the United States through its Nuclear Power 2010 (NP2010) programme. The programme seeks to initiate commercial power reactor construction prior to 2010. Three utilities (Exelon, Entergy, and Dominion) applied to the NRC during September-October 2003 for Early Site Permits (ESPs). Sites selected include Clinton (Exelon, Illinois), Grand Gulf (Entergy, Mississippi), and North Anna (Dominion, Virginia). Toward the end of 2004, two other utilities, Southern and Constellation, applied to the DOE for co-financing of ESP applications. ESPs are approvals by the NRC to build new nuclear reactors at specific sites, though they are not construction permits. The ESP process is designed to permit utilities to "bank" site clearances for particular sites for as long as several decades. ESPs are not required for federally owned sites such as the Tennessee Valley Authority's (TVA) Bellefonte site. No utility has committed to build commercial reactors at the named ESP sites.

Construction and operation of a nuclear power plant requires a combined Construction and Operating License (COL) issued by the NRC. The DOE in November 2003 issued a solicitation for industry proposals to obtain a COL. Three proposals were submitted during 2004 that may lead to an eventual COL

submission. These include Dominion, a utility-lead consortium for its North Anna site in Virginia, NuStart (a consortium of nine utilities and additional parties with no site yet determined), and the TVA for Bellefonte. A COL is not an immediate commitment to build. Decisions can be delayed a decade or more. If the NRC issues a COL, most federal regulatory requirements that might delay plant construction will have been met.

OECD Europe

▶ BELGIUM

Energy policy

In mid-2004, a new Federal Minister for Energy was appointed. He announced an energy policy study for Belgium to 2030. The study is to be conducted in the light of the country's plans to phase out nuclear power.

Fuel cycle developments

In 2004, a further shipment of vitrified high-level waste was sent from La Hague to the interim storage facility at the Belgoprocess site in Dessel. By the end of December 2004, 196 canisters of vitrified high-level wastes were in storage at this site.

The 2004-2008 R&D programme on the deep geological disposal (in Boom Clay) of irradiated fuel and long-lived high-level and intermediate-level packaged wastes is under way. It comprises a general research programme and a spent fuel research programme.

The general programme comprises:

- Research and development, which is carried out under several headings including: waste accounting for geological formations; hydro-geological and geological studies (and other long-term conditions); operating and long-term safety assessment.
- Facilities design and the PRACLAY programme, covering:
 - The design of repository facilities: development of integrated disposal architecture, ensuring water-tightness during the heat-emitting phase of vitrified waste, etc.
 - The PRACLAY programme:
 - ✓ Design, testing and validation of engineered barrier system components (“supercontainer” construction feasibility tests, etc.).
 - ✓ The PRACLAY *in-situ* experiment (demonstration and/or validation), which involves:
 - ▶ Excavation of a connecting gallery and construction of a crossing between it and the main gallery where wastes will be deposited.

- A heater test to demonstrate that the behaviour of the clay is as predicted under thermal load.
- A plug test to demonstrate the feasibility of hydraulically sealing the disposal galleries.
- ✓ Studies on the disturbances caused by deep disposal in Boom Clay and on the conditions and retention capabilities of the engineered barrier system.

The spent fuel research programme supplements the general programme. It studies specific aspects of irradiated fuel: leach resistance of irradiated fuel, operating and long-term safety evaluation, criticality, repository design, containment integrity during the heat-emitting phase (longer than for vitrified wastes), studies on engineered barrier system conditions and retention.

This is a huge programme that is set to continue well beyond the period 2004-2008 and that will lead, in the long term, to the selection of a site and the presentation of a preliminary safety report. Social dialogue is also a very important part of the programme.

As regards the disposal of short-lived low-level wastes, the Mol, Dessel and Fleurus-Farciennes local partnerships have made substantial progress on their integrated projects to incorporate the facility into a broader regional development framework. In early November 2004, the Dessel local partnership submitted its integrated project to the Commune. By the end of 2004, the Mol local partnership was almost ready to submit its project.

Once a decision is taken on the integrated projects, they will be submitted to the Government through Ondraf. The Fleurus-Farciennes partnership will probably have its integrated project ready by mid-2005.

Research

A new shipment of fuel was sent to La Hague under the contract between CEN•SCK (the National Nuclear Research Centre) and COGEMA for the reprocessing of irradiated fuel from the BR2 reactor.

CEN•SCK continued with its preliminary design work and R&D for Myrrha, the multi-purpose accelerator-driven nuclear source, which will also be suitable for transmuting long-lived radioactive wastes into shorter-lived wastes. It will take another few years of these activities before a decision on construction can be taken. CEN•SCK is also involved in research on nuclear power plant ageing and on performance and safety improvements. As well as being the key player in the geological disposal field it also does important work on radiological protection, non-proliferation and dismantling.

► CZECH REPUBLIC

In March 2004, the Government approved the new Energy Policy Concept, which defines the priorities and aims of the Czech Republic in the energy sector up to 2030 (Government Resolution No. 211/2004 Coll.). Nuclear energy is considered as one of possible resources for the coverage of future energy needs.

The share of nuclear energy has reached about 31% of the total electric energy generation in the year 2004. The NPP Dukovany generated 13.63 TWh and the NPP Temelin 12.69 TWh of electricity.

In the Dukovany NPP the upgrading programme MORAVA (**M**odernisation – **R**econstruction – **A**nalysis – **V**alidation) of NPP equipment is proceeding. A part of the upgrading programme is IAEA and EC AQG safety issues implementation. After completion of the upgrading programme in 2010, NPP Dukovany will have good capability for safe operation till the year 2025. In 2001, the Dukovany NPP implemented and certified an Environmental Management System (EMS) according to ISO 14001. The ability of this system was confirmed in 2004 by a periodic audit. A new certification of the EMS shall follow in 2007.

Construction of a new dry spent fuel storage facility with a capacity of 1 340 tHM at the plant site started in 2004. The building will be finished in 2005 and is scheduled for trial operation in 2006. The shallow underground radioactive waste repository at the plant site is in operation for final disposal of low and intermediate-level operational radioactive waste from both nuclear power plants Dukovany and Temelin.

The Temelin NPP has finished the trial operation of both units. The State Office for Nuclear Safety issued the operating licence for both units in October 2004 for a 10-year period. The acceptance certificate for the NPP buildings issued by the Construction Office is expected in the end of 2005.

In November 2004, the Temelin NPP implemented and certified an Environmental Management System according to EN ISO 14001. The ability of this system will be confirmed by periodical audits and new certification of EMS shall follow in 2007. At the end of November, the first WANO peer review in Temelin NPP started. The expert team from nine countries did not find any deficiencies in safety procedures. Sequential WANO missions shall take place after 18-24 months. (The 1st WANO peer review in NPP Dukovany was in 1997).

A dry spent fuel storage facility with a capacity of 1 370 tHM at the plant site is under preparation. The international EIA process started in July 2003 and continued in 2004; the operation of the storage facility is expected in 2013.

In 2004, the deep geological repository development programme was restricted on the evaluation of the data from previous geological survey of candidate sites. In 2003, due to the negative attitudes of communities

concerned, the survey programme was suspended for approximately five years. The Czech Republic is also involved in research and development activities on transmutation technologies.

▶ **FINLAND**

In October 2003 the Finnish private utility Teollisuuden Voima Oy (TVO) selected Olkiluoto as the location of the new unit and the consortium Framatome ANP – Siemens was selected as the main supplier in December.

The construction licence application for Olkiluoto 3 pressurized water reactor (type EPR, European Pressurized Water Reactor) was submitted to the Council of State on 8 January 2004. The reactor's thermal output is 4 300 MW and electric output about 1 600 MW.

The granting of the construction licence is planned to take place in the beginning of 2005. The construction of the plant unit will probably take approximately four years. The new unit is planned to start commercial operation in the first half of 2009.

Posiva Oy started the construction of the underground laboratory named Onkalo for final disposal of spent fuel in 2004. Construction of the repository is expected to commence in 2013 and the disposal operations are planned to start in 2020.

▶ **FRANCE**

As of 31 December 2004, the installed nuclear capacity of France consisted in 58 pressurised water reactors (34 x 900 MW, 20 x 1 300 MW and 4 x 1 450 MW) and one fast breeder reactor (PHENIX, 250 MW) used for research.

Nuclear industry

Since its inception in 2002, the nuclear industry group AREVA has expanded its business to the Transmission and Distribution (T&D) sectors with its purchase of Alstom's T&D sector in September 2003.

Nuclear power and electricity generation

Total power output rose to 546.6 TWh (+1.1%) in 2004. Domestic consumption of electricity rose to 477.2 TWh (+2.2%). Despite a decline of 6.5%, the export balance totalled 62.1 TWh.

The share of nuclear power generation amounted to 426.8 TWh, or 78.1% of total output. By the end of 2004, 20 reactors were operating with MOX fuel (30% core).

Fossil-fuel generation accounted for 55.3 TWh, a decline of 2.1% compared with 2003. Hydro-power generation totalled 64.5 TWh, an increase of 0.4%.

Nuclear reactors

Research reactors

The PHENIX reactor has been in use since 2003 for research into the transmutation of actinides by exposure to a fast neutron spectrum and for the study of new materials for fast spectrum designs for Generation IV reactors. The studies have been programmed to 2008.

The design studies for the Jules Horowitz Reactor (RJH, 100 MWth), which is to be sited in Cadarache to replace the current Osiris reactor, are to be carried out by Technicatome working in partnership with EDF and Framatome-ANP. The safety authority has given the green light on the preliminary safety options file. The reactor is to go critical in 2013.

Generation IV

France has given priority to the development of two technologies:

- Gas-cooled technology for both the thermal spectrum (Very High Temperature Reactors, VHTR, designed mainly for the production of hydrogen) and the fast spectrum (gas-cooled fast breeder reactors, GFR);
- Sodium-cooled reactor technology, with which a great deal of experience and know-how has already been gained.

Studies on a smaller scale are also to be conducted on supercritical technology and on lead-cooled fast breeder reactors and molten salt technology.

EPR

EDF chose Flamanville as the site for its future EPR demonstration reactor. Construction was scheduled under France's Energy Planning Act of June 2004. On 1 December 2004, the Commission for National Public Debate decided that a debate on the siting of this reactor at Flamanville should be held in the near future.

Fuel cycle

Uranium enrichment

On 24 November 2003 AREVA signed an agreement with URENCO to acquire a 50% share in ETC (Enrichment Technology Company). This agreement will give AREVA access to know-how as well as the capability to build and install ultracentrifuge technology, provided that the European Competition authorities give their approval. The Commission for National Public Debate arranged for debates to be held on this issue from September to October 2004.

If the agreement goes ahead, AREVA would be in a position to begin construction of its future enrichment plant Georges Besse II, which is to replace the current Eurodif plant, at the Tricastin site. Production should start in 2007 and reach full output in 2016.

MOX fuel

In September 2004, COGEMA filed an application with the French authorities to increase production at its Marcoule site from 145 tHM to 195 tHM. As part of the MOX for Peace operation, 140 kg of plutonium of military origin from the United States arrived in Cadarache on 8 October 2004 for shipment to the Melox plant at Marcoule to be recycled for the fabrication of MOX fuel for civilian reactors.

Waste management

The Morvilliers (Aube) site for the storage of very low-level (VLL) waste, which opened in the summer of 2003 with sufficient capacity to accommodate 650 000 t of waste over the next 30 years, is now fully operational. In 2004, the centre started up its processing shops and received 18 000 m³ of waste. In 2005, its operations will be stepped up to take a further 36 000 m³.

The low and intermediate-level (L&IL) waste storage centre in the Aube received the first of the 55 reactor vessel heads that EDF will have to replace at its plants.

At the Bure underground laboratory which conducts research into geological disposal of long-lived high-level (LLHL) wastes an experimental gallery has been operational since November 2004.

▶ HUNGARY

In 2004 the Paks Nuclear Power Plant produced 11 914.75 GWh electricity. It was a significant contribution to the total electric energy production of Hungary, securing electricity supply of the country. Beyond the standard campaign of Units 1, 3 and 4, Unit 2 also took a share in this production after being restarted in August 2004 following its incident on 10 April 2003.

The restart operations were performed in a planned way, within the framework of a restart programme elaborated and controlled by the Hungarian Atomic Energy Authority and supported by international scientific and research institutes. The Unit completed its scheduled campaign without any problem.

The technical solution for the removal of the damaged fuel assemblies and the safety assessment for the implementation of the removal activity have been developed and the procedure for obtaining the basic regulatory permits has also been launched. All corrective actions to address the proposals and recommendations of the expert teams of the IAEA, WANO, HAEA and the Paks Nuclear Power Plant Ltd. have been taken.

A three-year programme for the improvement of the organisation and operation of the plant was accepted by the Board of Directors of the Paks NPP. It aims at creating the necessary conditions for complying with operational requirements dictated by the deregulated electric power market.

The power plant proceeded with the technical preparation of its operational lifetime extension programme. The Final Safety Assessment Report was prepared in accordance with the principles formulated in NRC Regulatory Guide 1.70. As part of the environmental licensing procedure the Preliminary Environmental Impact Study Report has also been developed. Both reports are important steps in the preparatory work for the operational lifetime extension programme. The implementation of the project aimed at power upgrading of the units by 8-10% has reached its licensing phase. Moreover significant investment work was also performed in the field of liquid radioactive waste management.

► THE NETHERLANDS

Nuclear electricity generation

The only nuclear power plant in the Netherlands is in Borssele (PWR, 450 MWe net). Commercial operation started in 1973. The plant was refurbished in the year 1996. The Government (coalition of liberals and christian-democrats) decided that the Borssele power plant may operate until the end of 2013. Recently the owner got the licences to increase the enrichment of the fuel by which a higher burn-up can be reached. Also, improvement to the turbo-generator system will facilitate an increase in power level of 30 MWe. A discussion between the Government and Parliament has also been started whether Borssele would be allowed to extend its operational life after the year 2013.

Uranium enrichment

Uranium enrichment is the most important part of the fuel cycle for the Netherlands and it is very successful. Urenco Nederland BV has a licence for a capacity of 2 800 tSW/y. An extension to 3 500 tSW/y has been applied for. The share of the Urenco Group in the Western world market is about 20%. Urenco has concluded contracts with 16 countries, including many European Union countries, Switzerland, Brazil, South Africa, the United States, as well as in the Far East (Korea, Taiwan and Japan).

The success of Urenco is based on its advanced gas ultra centrifuge technology. Improvements are still being made in this technology as a result of an extensive R&D programme. Ultra-Centrifuge availability was better than 99.9% in 2004. Construction of a new plant – SP5, the fifth plant – was started in 1999. In the first and second halls, the ultra centrifuges ran smoothly in 2004. The third hall is in operation and will reach its full capacity in 2005. Construction of a fourth hall was started in 2004. The licence for construction of a new Urenco enrichment plant in New Mexico/USA has been filed. Urenco concluded an agreement with Areva to establish a new joint-venture, ETC (Enrichment Technology Company), whose goal is the construction of George Besse II at the Tricastin site. This co-operation is subject to Governmental approval.

RD&D and nuclear technology

NRG (Nuclear Research and consultancy Group) is performing most nuclear R&D in the Netherlands. NRG is committed to international projects in and outside of the European Union and performs a number of commercial activities. Its commercial services have been divided into six product groups, viz. Materials, Monitoring and Inspection; Fuels, Actinides and Isotopes; Risk Management and Decision Analysis; Radiation and Environment; Irradiation Services; Plant Performance and Technology. NRG makes use of the complete nuclear infrastructure in the Petten region for performing nuclear Research and Development, e.g. 1) HFR for material irradiation, testing and medical radioisotope production; 2) hot laboratories for manipulation of radioactive specimens and radioisotope separation as well as 3) computer models for risk analysis and computational fluid dynamics.

► SLOVAK REPUBLIC

Energy policy

The Slovak electricity market has gone through significant changes over the past decade. The Slovak Government has been focusing on privatising the electricity sector and liberalising the industry by introducing an appropriate legislative framework.

The National Council of the Slovak Republic adopted on 9 September 2004, new amendments and alterations to the Act on Peaceful Use of Nuclear Energy – Act 541/2004 Coll (“Atomic Act”). The revised act came into force on 1 December 2004. The Act is fully in compliance with the EU legislation.

Fuel cycle developments

Procurement of new nuclear fuel

At the end of 2003, Slovenské Elektrárne (SE,a.s.) signed a contract with a Russian supplier for supplies of fresh nuclear fuel for NPP Bohunice units 3 and 4 and NPP Mochovce units 1 and 2. The fuel will be of a new generation (new mechanical and nuclear design with burnable Gd absorber) and should result in better efficiency.

Spent fuel

A project for a spent fuel storage facility at the Mochovce site is currently in the first stage of investment implementation. The facility will probably be based on dry storage technology.

Final disposal of the spent fuel is expected to be in a deep underground geological repository.

► SPAIN

The energy policy of Spain is based on the progressive liberalisation of the market whilst ensuring the security and quality of supply at the lowest cost, and promoting energy savings and the protection of the environment. In relation to nuclear energy, the present policy of the Government is its reduction and phase out in an orderly and progressive way, without compromising the security of the electricity supply.

The Additional Protocol to the Safeguards Agreement, pursuant to Article III.1 of the Treaty on Non-Proliferation of Nuclear Weapons, entered into force on 30 April 2004 in the European Union and therefore also in Spain.

In 2004, the capacity of the Spanish nuclear power plants increased by 6.69 MWe, resulting from the increased thermal power of the Cofrentes NPP. The Ministry of Industry, Tourism and Commerce granted an authorisation on 16 November 2004, for operation of the Trillo NPP for a further ten years. In March 2004, the vessel head of Ascó unit 2 was changed.

With respect to front-end of the nuclear fuel cycle, on 2 August 2004, the Ministry of Industry, Tourism and Commerce passed on Order delaying the decommissioning of the restored site of Lobo-G Plant, uranium mine and mill in La Haba (Badajoz). In September 2004, the mining Authority approved the definitive restoration project for Saelices el Chico (Salamanca), a mine that had been working until 2000. The Juzbado nuclear fuel fabrication facility manufactured 836 fuel bundles containing 275.7 tU during 2004.

For the back-end of the nuclear fuel cycle, at the end of 2004, the El Cabril low- and intermediate-level radioactive waste storage facility was slightly over 50%. The decommissioning project for the Vandellós I NPP should receive approval for its safe store period in the first few months of 2005. At this point, an important area of the site can be released. The safe store period is intended to last 25-30 years, after which the total dismantling of the facility will be undertaken. Elsewhere, at the ARBI nuclear experimental reactor in Bilbao, dismantling activities were undertaken in the second half of the year. At the end of 2004, authorisation was received for an increase in the acceptable burn-up of the fuel for storage and transportation in ENSA-DPT used in the Trillo NPP temporary dry storage facility.

► SWEDEN

Total electricity generation and consumption

The total electricity generation for the year 2004 was 148 TWh (preliminary estimate) and the consumption 146 TWh including losses. The consumption was almost the same as for the year before.

Electricity prices stayed at a high level in 2004 mainly due to uncertainties about the amount water in the Swedish and the Norwegian reservoirs. 2004 was

an average year with an electricity production of approximately 148.4 TWh, which is higher than the year before (132 TWh). The nuclear share was high, 75 TWh, which is the highest ever in Sweden. Sweden had an electricity import of 10%, 15.6 TWh, and the export was 17.8 TWh. The hydro power generation was 59.5 TWh, which is lower than the average hydro power generation of 65 TWh with normal hydrological conditions.

Production figures by source in 2004

(compared to the year 2003)

	2004 (TWh)	2003 (TWh)
Hydro power	59.5	53
Wind power	0.8	0.6
Nuclear power	75.0	65.7
Other thermal power	13.1	13

Nuclear electricity generation

Sweden has 11 nuclear power reactors at 4 different sites; Ringhals, Barsebäck, Oskarshamn and Forsmark. The total production from nuclear was the highest ever in Sweden.

Generation and availability in 2004

Station	Output (MW)	Production (TWh)	Availability (%)
Ringhals 1	835	5.1	70.3
Ringhals 2	872	6.8	92.4
Ringhals 3	920	6.7	85.1
Ringhals 4	920	7.0	89.0
Barsebäck 2	600	2.3	63.5
Forsmark 1	961	7.5	92.1
Forsmark 2	969	7.3	89.2
Forsmark 3	1 155	9.1	96.9
Oskarshamn 1	467	3.5	87.6
Oskarshamn 2	602	4.6	89.1
Oskarshamn 3	1 160	9.3	93.0

Nuclear policy

The 1997 Parliament decision on energy policy stated that two reactors would be closed down in 1998 and 2001, and removed the 2010 deadline for complete phase-out. The 1998 “Act on Phasing-out Nuclear Power” allows the government to decide on closing down a nuclear power plant at a certain point in time, irrespective of safety issues, provided losses incurred by the owner are compensated by the state. After a series of decisions and negotiations with the owner, Barsebäck 1 was shut down on 30 November 1999 according to the 1998 Act. In 2000, it was decided that the conditions for closure of Barsebäck 2

will not be fulfilled before 2003. In 2002, a “Negotiator” was appointed with a mandate to discuss with the industry and other stakeholders the conditions of a gradual phase-out of nuclear power, including the closure of Barsebäck 2, and other issues needed for securing long-term cost-effective and sustainable energy supply for Sweden. It has been decided that Barsebäck 2 is to be taken out of operation by the end of May 2005.

Nuclear fuel cycle developments

OKG Aktiebolag has permission from the state to use MOX fuel based on the plutonium coming from reprocessing of OKG spent fuel sent to BNFL in the 1970s and the 1980s. The work is ongoing to design this fuel and also to make the necessary preparation for the transport. The MOX fuel is planned to be inserted after 2006.

▶ SWITZERLAND

The implementing ordinance (implementing decree) for the new Nuclear Energy Act was approved by the Federal Council (executive) in the course of December 2004. This means that the new Nuclear Energy Act could be in force by 1 February 2005.

The new Act provides a sound basis for the reliable, economic operation of existing nuclear power plants. It does not provide for any pre-determined limit on their operating life and reserves the possibility of reprocessing spent fuel. In contrast, it suspends any new contracts in this field for 10 years although this restriction does not apply to the research and development field. Lastly, and subject to public approval on a case-by-case basis, there is to be no future limit on the construction of new nuclear plants and facilities.

For long-lived high-level and intermediate-level wastes, the authorities are assessing supporting documentation submitted to demonstrate the feasibility of storing this type of waste in total safety and that a suitable site for the storage of this type of waste exists. No decision is expected until 2006.

▶ UNITED KINGDOM

The conclusions of the Joint UK Government/BNFL Strategy Review of BNFL were published in December 2003. The Government and BNFL have been working throughout 2004 to affect the restructuring of the company in line with these conclusions.

As announced in the review conclusions, a new parent company has been established to hold those parts of BNFL that are not to become the Nuclear Decommissioning Authority’s (NDA) responsibility, the principal focus of which would be clean-up at UK sites. Concurrently with this, a new group of subsidiary companies have been set up with initial responsibility for managing

clean-up operations at sites under arrangements to be agreed by the NDA. Fuel manufacture is to continue at the Springfield's site. In addition, a new Nuclear Science and Technology Company (NEXIA) has been formed as a subsidiary, and will provide research and technology services on a commercial basis. Other businesses will be managed to deliver value and in a way that limits and controls risk to the UK taxpayer.

The Committee on Radioactive Waste Management (CoRWM) held its first open meeting in London on 9 February 2004. Many more open meetings took place throughout 2004 and more are planned for 2005. CoRWM has been asked to provide a recommendation on the best option, or combination of options, for the long-term management of the UK's higher activity waste. CoRWM are expected to deliver the Committee's recommendations to Government by July 2006.

The Government continued to support the proposed restructuring of British Energy in accordance with its overriding priorities of nuclear safety and the security of electricity supplies, and on the terms it had set out in November 2002. A key milestone was passed on 22 September 2004 when the European Commission approved the Government's Restructuring Aid to BE. The company expects to complete its restructuring in early 2005. In the light of a European Court of Justice judgment in May 2003, the Government announced on 5 May 2004 that it planned to retain its "special shares" in BE but with modified powers. Only two provisions of the existing special shares in BE will remain after restructuring. These are the requirements of Ministerial consent for anyone to purchase more than 15% of BE's issued shares and for the disposal of a nuclear power station by BE. Both of these provisions have been amended to ensure that Government consent can only be refused on grounds of national security.

The BNFL nuclear power station at Chapelcross in Scotland ceased generation on 29 June 2004. Chapelcross began electricity production in February 1959. When fully operational its four magnox reactors produced 194 megawatts of electricity.

The United Kingdom and the Republic of Ireland signed an agreement on 10 December 2004. It exists to ensure the timely exchange of information between the two countries in the event of a major nuclear accident or other radiological emergency occurring in either country.

OECD Pacific

▶ JAPAN

Nuclear power generation began in Japan in 1963. Since then, LWRs have been constructed consecutively by ten electricity companies. The advanced thermal reactor (ATR), which is a heavy water moderated, light water cooled

reactor (HWLWR), and the fast breeder reactor (FBR) have been developed by the Japan Nuclear Cycle Development Institute (JNC). The operation of the ATR ended in March 2003. As of the end of 2004, 23 PWRs and 30 BWRs were in operation; their total generating capacity is about 47 GW(e). Nuclear electricity generation accounted for about a third of the total electricity generated in 2004 FY. The research and development of nuclear fuel cycle technology has been mainly performed by JNC, although some commercial facilities are operated or have been constructed by the private sector.

Domestic uranium exploration ended in 1988. Since then, JNC has concentrated its efforts on overseas exploration in thirteen countries (Canada, Australia, USA, Niger, Zimbabwe, etc.). However, following the government reform of JNC, JNC withdrew from exploration activities in June 2002. It has transferred most of the rights and interests to private companies as well as to foreign companies. The annual requirement for natural uranium for LWRs amounted to about 7 100 tU in fiscal year 2004.

There is no conversion facility in Japan, but a commercial reconversion facility, which has a capacity of 475 tU/y, is being operated by a private company. Japan depends on foreign countries to meet all its conversion requirements.

The domestic development of uranium enrichment technology using the centrifuge method started in 1959. Until recently there were two enrichment facilities. One was a demonstration plant with a capacity of 100 tSWU/y (200 tSWU/y until November 1999), located at Ningyo-toge and operated by JNC from 1988. Its operation ended in March 2001. The other is a commercial plant with a capacity of 1 050 tSWU/y, located at Rokkasho-mura and operated by Japan Nuclear Fuel Ltd. (JNFL) since 1992. The capacity of this commercial plant is planned to be expanded to 1 500 tSWU/y. The requirement for enrichment amounted to about 3 800 tSWU in fiscal year 2004.

Most of the nuclear fuel fabrication for LWRs is accomplished in Japan. There are four facilities for LWR fuel fabrication having a total capacity of 1 724 tU/y and these are operated by private companies. In addition, JNC has two MOX fuel fabrication facilities: a 10 tMOX/y line for the HWLWR and a 5 tMOX/y line for the FBR. Cumulative MOX fuel production reached about 170 t as of the end of 2004. JNFL has a plan to construct a commercial MOX fuel fabrication facility with a capacity of 130 tHM/ y, located at Rokkasho-mura.

Regarding reprocessing, JNC's Tokai reprocessing plant has been in operation and its cumulative reprocessed spent fuel had reached about 1 062 tU as of the end of January 2005. There are also contracts for reprocessing with the UK and France. Under these contracts, about 5 600 t U of spent fuel from LWRs has been shipped to both countries, with the transportation ending in September 1998. About 5 300 tU of this spent fuel has been reprocessed through May 2004.

Besides the Tokai reprocessing plant, a domestic commercial reprocessing plant with a capacity of 800 tU/y is under construction by JNFL at Rokkasho-mura. Uranium testing of the plant started in December 2004, with the intention of plant operation in July 2006. As for radioactive waste storage and disposal, there is a low-level waste disposal centre with a current capacity of 80 000 m³, and a high-level vitrified waste storage centre with a current capacity of 1 440 canisters at Rokkasho-mura as of the end of 2004.

▶ **REPUBLIC OF KOREA**

The Standing Committee of the Korean National Security Council pronounced the special statement on four principles on the peaceful use of nuclear energy, on 18 September 2004. First, the Government of the Republic of Korea reaffirms that it does not have any intention to develop or possess nuclear weapons. Second, the Government of the Republic of Korea will firmly maintain its principle of nuclear transparency and will strengthen its cooperation with the international community to this end. Third, the Government of the Republic of Korea will faithfully abide by international norms on nuclear non-proliferation, including the Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons (NPT), as well as the Joint Declaration of the Denuclearization of the Korean Peninsula of 1992. Fourth, with the confidence of the international community, the Government of the Republic of Korea will expand the peaceful use of nuclear energy.

The Republic of Korea currently has a total of nineteen nuclear power plants in operation. The 1 000 MW electric Ulchin Unit 5 started its commercial operation in June 2003. The first unit of the APR1400, an advanced pressurised water reactor of 1 400 MW electric, is soon to be built at Shin-Kori, and it will enter into commercial operation around 2011. It will boost Korea's competitiveness in the development of nuclear technology as the plant is confidently expected to operate safely as well as economically.

RAPPORTS PAR PAYS

► CANADA

Loi sur les déchets de combustible nucléaire

Cette Loi est entrée en vigueur le 15 novembre 2002. Elle fait obligation aux compagnies d'électricité nucléaire de créer une Société de gestion des déchets nucléaires (SGDN) chargée de proposer au gouvernement des stratégies pour la gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire, de mettre en œuvre la stratégie retenue et d'instituer des fonds en fiducie pour financer la mise en œuvre.

La Société de gestion des déchets nucléaires a été créée par les exploitants de centrales nucléaires à l'automne 2002. Depuis cette date, la SGDN mène des consultations publiques à l'échelle du pays sur les stratégies relatives à la gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire qui répondent au mieux aux intérêts des canadiens et des générations futures.

En application de la Loi sur les déchets de combustible nucléaire, la Société de gestion nucléaire doit soumettre au gouvernement, d'ici au 15 novembre 2005 au plus tard, une étude exposant ses projets de stratégie pour la gestion à long terme des déchets de combustible nucléaire.

Loi sur la responsabilité nucléaire

La *Loi sur la responsabilité nucléaire* (LRN) prévoit un régime général de responsabilité civile pour les dommages corporels et matériels subis à la suite d'un accident nucléaire, ainsi qu'un système d'indemnisation des victimes. Elle s'inspire des principes de responsabilité objective et exclusive de l'exploitant, d'assurance obligatoire et de plafonnement de la responsabilité civile de l'exploitant en ce qui concerne aussi bien la durée que les montants. En vertu de la *Loi*, les exploitants d'installations nucléaires sont objectivement tenus responsables jusqu'à concurrence d'un montant de 75 millions de dollars canadiens. En conséquence, tous les autres sous-traitants et fournisseurs sont dégagés de leur responsabilité. La Loi sur la responsabilité nucléaire est obsolète et le réexamen de la législation est prêt de s'achever. Les modifications proposées permettront de refondre la législation en vigueur et de la remplacer par un régime moderne de nature à prendre davantage en compte les intérêts du public et à mieux refléter les normes internationales. Parmi les amendements les plus notables proposés figure l'augmentation du montant de la responsabilité civile de l'exploitant.

Évolution intervenue dans l'Ontario

Les deux exploitants nucléaires de la Province de l'Ontario, Ontario Power Generation (OPG) et Bruce Power Inc., poursuivent leurs plans respectifs de rénovation pour redémarrer cinq des huit tranches actuellement à l'arrêt dans les

centrales de Pickering A (3) et Bruce A (2). L'une d'entre elles devrait être remise en service avant la fin de 2005, à savoir la tranche 1 de Pickering 4. Le redémarrage des quatre tranches restantes devrait intervenir dans les toutes prochaines années.

Évolution intervenue dans le Nouveau Brunswick

La centrale nucléaire de Point Lepreau atteindra bientôt le stade où il faudra décider s'il convient de la rénover ou d'entreprendre les préparatifs en vue de son démantèlement. La société New Brunswick Power et le gouvernement du Nouveau Brunswick étudient actuellement la possibilité de rénover la centrale nucléaire de Point Lepreau. Une décision est attendue dans le courant du premier semestre de 2005. Si le programme de rénovation est lancé, la durée de vie du réacteur sera prolongée de 25 ans. Selon les plans actuels le plan de rénovation débiterait en 2008.

Évolution intervenue au Québec

La centrale nucléaire Gentilly 2 parviendra également bientôt au stade où il faudra prendre une décision quant à sa rénovation. Hydro-Québec procède actuellement à des études, ainsi qu'à des consultations du public. Le conseil d'administration d'Hydro-Québec devrait prendre une décision en 2006. Si la rénovation de Gentilly 2 était approuvée, elle serait vraisemblablement réalisée en 2009 et 2010.

Réacteurs CANDU à l'étranger

Il y a actuellement huit réacteurs CANDU en exploitation à l'étranger et un autre est en construction en Roumanie. En octobre 2004, le second projet de réacteur CANDU au site de Cervanoda, était achevé à 75 %. Les travaux de construction et de mise en route seront achevés dans les deux ans à venir et le début de l'année 2007 a été retenu comme date cible pour la mise en service.

Énergie atomique du Canada, Limitée (EACL)

L'EACL poursuit, avec l'aide du gouvernement, la mise au point de son réacteur CANDU de la prochaine génération, couramment appelé réacteur CANDU avancé. Grâce aux améliorations de la sûreté et à la conception évolutive de ce réacteur, sa construction devrait coûter 40 % de moins qu'avec la technologie CANDU existante. Au nombre de ces améliorations il convient de noter un cœur de plus petite dimension, une réduction de 75 % de la quantité d'eau lourde et l'utilisation de combustible à uranium faiblement enrichi. Sa conception modulaire laisse prévoir un temps d'assemblage plus court que dans le cas des réacteurs actuels. Cette nouvelle conception fait actuellement l'objet d'une évaluation préalable à la délivrance d'une autorisation aux États-Unis et au Canada.

Initiative Génération IV

Le Canada participe activement à l'Initiative Génération IV qui porte sur des activités de R&D en collaboration internationale associant dix pays et l'UE, l'objectif étant de déployer la prochaine génération de réacteurs de puissance d'ici à 2025. Le Canada pilote la mise au point du réacteur surcritique refroidi par eau, dont la technologie s'inspire de celle des réacteurs CANDU.

Le 28 février 2005, le gouvernement du Canada a signé l'accord cadre, appuyé par le Canada, les États-Unis, le Royaume-Uni, le Japon, la France et six autres pays, pour promouvoir la recherche multilatérale à long terme et la mise au point de nouveaux systèmes d'énergie nucléaire en vue de leur utilisation au-delà de l'horizon 2025.

▶ ÉTATS-UNIS

Le Congrès des États-Unis devrait reprendre ses travaux sur l'élaboration de la législation relative à l'énergie pendant l'année 2005. Les questions se rapportant à l'énergie nucléaire qui continuent de faire débat comprennent la reconduction de la loi Price-Anderson sur le régime de responsabilité applicable aux centrales nucléaires, l'octroi d'une aide financière pour la réalisation de nouvelles centrales nucléaires et pour la recherche dans le domaine de systèmes de production d'énergie nucléaire de nouvelle génération. Le Congrès n'a pas voté les versions antérieures d'un projet de loi de portée générale sur l'énergie. L'avenir d'un tel texte sera principalement tributaire d'intérêts relatifs à l'énergie autre que l'énergie nucléaire.

Le Ministère de l'Énergie des États-Unis (DOE) prévoit de soumettre à la Commission de la réglementation nucléaire (NRC) d'ici à la fin de 2005, une demande d'autorisation d'exploitation visant le dépôt national de déchets de haute activité situé à Yucca Mountain (Nevada). Cette démarche amorcerait l'examen par la NRC de la demande d'autorisation. Alors que le DOE entendait au départ ouvrir ce dépôt en 2010, les récents débats publics laissent à penser qu'une ouverture plus tardive est désormais plus probable.

Le DOE continue de promouvoir le développement de l'énergie nucléaire aux États-Unis par l'intermédiaire de son programme intitulé Nuclear Power 2010 (NP2010). Ce programme vise à lancer la construction d'un réacteur nucléaire commercial avant 2010. Au cours de la période septembre-octobre 2003, trois compagnies d'électricité (Exelon, Entergy et Dominion) ont demandé à la NRC des permis préalables d'implantation (ESP). Les sites retenus sont Clinton (Exelon, Illinois), Grand Gulf (Entergy, Mississippi), et North Anna (Dominion, Virginie). Vers la fin de l'année 2004, deux compagnies d'électricité supplémentaires, Southern et Constellation, ont sollicité auprès du DOE un cofinancement de demandes d'ESP. Par permis préalable d'implantation (ESP), on entend une autorisation délivrée par la RNC

de construire de nouveaux réacteurs nucléaires sur des sites spécifiques, bien qu'il ne s'agisse pas d'un permis de construire. Ce processus est conçu pour permettre aux compagnies d'électricité de « miser » sur des autorisations d'implantation applicables à des sites particuliers pendant une période pouvant atteindre plusieurs décennies. Il n'y a pas besoin d'ESP pour les sites appartenant au gouvernement fédéral tels que le site Bellefonte de la Tennessee Valley Authority (TVA). Aucune compagnie d'électricité ne s'est engagée à construire de réacteur commercial sur les sites visés par ces permis préalables.

La construction et l'exploitation d'une centrale nucléaire supposent la délivrance par la NRC d'une autorisation conjointe de construction et d'exploitation (COL). En novembre 2003, le DOE a diffusé à l'industrie une invitation à présenter des propositions en vue d'obtenir une COL. Trois propositions ont été soumises en 2004 qui pourraient éventuellement aboutir à une demande de COL. Il s'agit de Dominion, un consortium dirigé par une compagnie pour son site North Anna en Virginie, NuStart (consortium de neuf compagnies d'électricité et de parties supplémentaires, sans précision de site à ce jour), et la TVA pour le site de Bellefonte. Une COL n'est pas davantage un engagement immédiat à construire. Les décisions peuvent être différées d'une décennie ou davantage. La délivrance d'une COL par la NRC suppose que la plupart des prescriptions réglementaires fédérales qui pourraient retarder la construction d'une centrale auront été respectées.

► MEXIQUE

Pendant la période 2001-2006 le gouvernement s'est conformé au plan défini dans le *Programa Sectorial de Energia 2001-2006* promulgué en 2001.

Une étude de faisabilité d'une augmentation de la puissance de la centrale nucléaire en vue de la porter à 120 % de la puissance thermique prévue à l'origine. Entre autres conclusions, cette étude détermine les contraintes, les conditions et les analyses spécifiques qui doivent être prises en compte pour obtenir une telle augmentation de la puissance. Il y a dans la conception du rechargement et du combustible des limitations à l'enrichissement qu'il convient de réévaluer. La principale contrainte réside dans le schéma de rechargement du cœur. La taille du cœur impose des limites au nombre d'assemblages de combustible frais et à la taille des lots de rechargement, à moins que la compagnie d'électricité n'envisage de modifier le mode de réglage de la réactivité (« control cell core »). Compte tenu des besoins en énergie, il existe des limitations à l'utilisation éventuelle de cycles du combustible biennaux. Les besoins en énergie peuvent requérir une conception du combustible plus avancée que le GE12 pour obtenir un taux d'irradiation plus élevé. Faute d'une réévaluation appropriée des limitations ci-dessus, des périodes de fonctionnement à puissance réduite plus longues pourraient être nécessaires, d'où des conséquences sur les facteurs de charge.

En 2004 et jusqu'en 2006, en application du contrat entre la compagnie d'électricité (CFE) et Nukem, Nukem fournira les deux prestations : uranium et enrichissement via la Russie.

Le plan d'utilisation de l'énergie de la CFE consiste à porter à 95 % le facteur de charge pendant la durée complète d'un cycle d'exploitation (sans mise à l'arrêt pour rechargement) et d'abaisser à 14 jours la durée totale de la période de fonctionnement à puissance réduite. La prochaine conception du cœur devra prendre en compte cette augmentation de puissance dès le rechargement prévu en 2005. Un ajustement dans l'enrichissement du combustible de rechargement a été envisagé pour respecter les restrictions relatives à la taille des lots découlant de la diminution de la taille du cœur.

Pendant, en 2004, les arrêts pour rechargement ont été prolongés en raison d'une révision complète des turbines. La mise à l'arrêt du printemps a duré 72 jours et celle de l'automne 42 jours.

Le 25 janvier 2005, la *Comision Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias*, l'Autorité de sûreté mexicaine, a octroyé l'autorisation de modifier deux tranches pour prendre en compte la nouvelle fourchette de débit (81 % à 107 % de la circulation nominale dans le cœur) qui permet une exploitation dans un spectre neutronique durci et donc une meilleure utilisation des matières fissiles, en particulier du plutonium.

La CFE a achevé en 2004 le nouveau modèle de simulateur du cœur qui permettra de former des opérateurs dans une dynamique de réacteur tridimensionnelle en situation d'exploitation normale, de transitoire et d'accident. Il permettra également une formation à la gestion de dommages graves au cœur. On envisage de lancer le programme de formation des formateurs et le premier programme de formation d'une équipe opérationnelle en 2005.

La CFE réalise une étude de faisabilité économique concernant le programme de développement de l'électricité, qui prévoit une comparaison de différents scénarios avec des tranches nucléaires supplémentaires.

Pendant l'hiver de l'année 2004, la CFE a fait l'objet d'un examen par les pairs sous l'égide de l'Association mondiale des exploitants de centrales nucléaires (WANO). Le rapport sera remis en 2005.

Malheureusement, le nombre des étudiants choisissant la filière nucléaire diminue à l'Institut polytechnique national, où un seul nouvel étudiant s'est inscrit pour la session d'hiver. Le personnel du Département du programme nucléaire craint que les autorités n'envisagent de supprimer cet enseignement. La CFE sera confrontée à de sérieuses difficultés car de nombreux ingénieurs nucléaires atteindront l'âge de la retraite dans les cinq prochaines années.

► BELGIQUE

Politique énergétique

Mi-2004, un nouveau ministre fédéral est devenu responsable pour l'énergie. Il a annoncé une étude sur la politique énergétique de la Belgique à l'horizon 2030. Cette étude doit être faite dans la lumière de la sortie du nucléaire.

Évolution dans le domaine du cycle du combustible

Au cours de 2004, un nouveau lot de déchets de haute activité vitrifiés a été expédié de La Hague à l'installation de stockage provisoire du site de Belgoprocess à Dessel. À la fin du mois de décembre 2004, 196 conteneurs de déchets de haute activité vitrifiés étaient entreposés sur ce site.

En ce qui concerne l'évacuation en formations géologiques (en Belgique, l'argile de Boom) du combustible irradié et des déchets de haute et moyenne activités à vie longue conditionnés, le programme de R&D pour la période 2004-2008 a commencé. Il y a un programme général et un programme spécifique aux combustibles usés. Le programme général consiste en :

- Une partie de recherche et développement. Cette partie comprend plusieurs rubriques, dont entre autres : la comptabilité des déchets avec les formations géologiques ; des études hydrogéologiques et géologiques (entre autres évolutions à long terme) ; évaluation de sûreté opérationnelle et à long terme.
- Une partie de conception des installations d'évacuation et le programme PRACLAY. Cette partie comprend :
 - La conception des installations d'évacuation : développement d'une architecture d'évacuation intégrée, réalisation de la fonction d'étanchéité à l'eau pendant la phase thermique des déchets vitrifiés, etc.
 - Le programme PRACLAY, comprenant :
 - ✓ Étude, test et confirmation des composantes des barrières ouvragées (tests de faisabilité de construction du superconteneur, etc.)
 - ✓ L'expérience PRACLAY *in situ* (expérience de démonstration et/ou de confirmation) comprenant :
 - Creusement d'une galerie d'évacuation et réalisation d'un croisement entre cette galerie et la galerie principale dans laquelle les déchets sont amenés.
 - Un test de chauffage pour démontrer que l'argile se comporte comme prédit sous une charge thermique.
 - Un test de colmatage pour démontrer la possibilité d'isoler hydrauliquement les galeries d'évacuation.
 - ✓ Des études relatives aux perturbations causées par l'évacuation dans l'argile de Boom et à l'évolution et la rétention des barrières ouvragées.

Le programme spécifique est complémentaire au programme général. Il étudie des aspects particuliers du combustible irradié, à savoir : la résistance à la lixiviation du combustible irradié, évaluation de la sûreté opérationnelle et à long terme, la criticité, la conception de l'installation d'évacuation, l'assurance du confinement pendant la phase thermique (plus longue que pour les déchets vitrifiés), études d'évolution et de rétention des barrières ouvragées.

C'est un vaste programme qui s'étend au-delà de la période 2004-2008 et qui doit à terme conduire au choix d'un site et à la présentation d'un rapport préliminaire de sûreté. Le dialogue sociétal forme également un élément très important du programme.

S'agissant de l'évacuation des déchets de faible activité à vie courte, les partenariats locaux à Mol, à Dessel et à Fleurus-Farciennes, ont considérablement progressé dans l'élaboration de leurs projets intégrés faisant entrer l'installation d'évacuation dans le cadre d'un plus vaste développement de la région. Début novembre 2004, le partenariat à Dessel a transmis son projet intégré à la commune. Fin 2004, le partenariat à Mol était pratiquement prêt à présenter son projet intégré à la commune. Après avoir statué sur les projets intégrés, ceux-ci seront envoyés, par le biais de l'Ondraf, au Gouvernement. Le partenariat Fleurus-Farciennes sera probablement prêt avec son projet intégré vers mi-2005.

Recherche

Dans le cadre du contrat entre le CEN•SCK et la Cogéma pour le traitement du combustible irradié provenant du réacteur BR2, un nouveau lot de combustible a été expédié à La Hague.

Le CEN•SCK a poursuivi ses activités d'avant-projet et de R-D relatives à Myrrha, dispositif d'irradiation polyvalent revêtant la forme d'un système couplé à un accélérateur, qui sera également apte à transmuter les déchets radioactifs à vie longue en des déchets à plus courte vie. Ces activités prendront encore quelques années avant qu'une décision de construction ne soit prise. Le CEN•SCK est également impliqué dans les recherches relatives au vieillissement des centrales nucléaires, à l'amélioration de leur performance et de leur sûreté. Il est également le plus important acteur dans le domaine de la recherche relative à l'évacuation géologique. Le CEN•SCK fait également des travaux importants sur la protection radiologique, la non-prolifération et le démantèlement.

► ESPAGNE

La politique énergétique de l'Espagne vise à libéraliser progressivement les marchés afin de garantir l'approvisionnement et la qualité, le tout au meilleur coût, tout en s'efforçant d'améliorer le rendement, de promouvoir les économies d'énergie et de protéger l'environnement. En ce qui concerne

l'énergie nucléaire, la politique actuelle du gouvernement consiste à réduire la part de cette filière et à s'en dégager de façon méthodiquement et progressivement, sans compromettre à aucun moment la sécurité de l'approvisionnement en électricité.

S'agissant du cadre juridique, le Protocole additionnel à l'Accord de garantie en application de l'article III.1 du Traité de non prolifération des armes nucléaires est entré en vigueur le 30 avril 2004, dans l'Union européenne, et partant, en Espagne.

S'agissant du parc nucléaire, la puissance électrique installée a été augmentée de 6,69 MWe en 2004 du fait d'un accroissement de la puissance thermique de la centrale de Cofrentes. Une autorisation d'exploitation de 10 ans a été octroyée à la centrale de Trillo en application d'un arrêté du Ministère de l'Industrie, du Tourisme et du Commerce en date du 16 novembre 2004. Le couvercle de la cuve de la tranche 2 de la centrale Ascó a été changé en mars 2004.

Concernant la partie initiale du cycle du combustible nucléaire, un arrêté du Ministère de l'Industrie, du Tourisme et du Commerce en date du 2 août 2004 a prononcé le déclassement du site restauré de l'Installation Lobo-G (mine et usine de traitement d'uranium), à La Haba (Badajoz). En septembre 2004, l'Autorité minière a approuvé le projet de remise en état définitive de la mine de Saelices el Chico (Salamanca), qui avait été exploitée jusqu'en 2000. L'installation de fabrication de combustible nucléaire de Juzbado a produit en 2004, 836 grappes de combustibles contenant 275,7t d'U.

S'agissant de la partie terminale du cycle du combustible nucléaire, l'installation d'entreposage de déchets radioactifs de moyenne activité avait, à la fin de 2004, un taux de remplissage légèrement supérieur à 50 %. En ce qui concerne le projet de déconstruction de la tranche 1 de la centrale nucléaire de Vandellós, après l'achèvement des activités autorisées, en principe dans les premiers mois de 2005, une période d'attente devrait être approuvée. Il sera alors possible de libérer une superficie importante du site. Une fois l'approbation accordée, on prévoit que l'installation restera en l'état pendant environ 25 à 30 ans, période à l'issue de laquelle seront autorisés les travaux de déconstruction totale de l'installation. Des activités de déconstruction ont été menées sur le réacteur nucléaire expérimental ARBI, implanté à Bilbao, au cours du deuxième semestre de l'année. Concernant le réservoir d'entreposage et de transport du combustible usé ENSA-DPT, utilisé comme installation temporaire de stockage à sec à la centrale de Trillo, une augmentation du niveau d'irradiation spécifique du combustible entreposé et transporté a été autorisée à la fin de 2004.

► FINLANDE

En octobre 2003, la compagnie d'électricité privée finlandaise Teollisuuden Voima Oy (TVO) a choisi Olkiluoto comme emplacement de la prochaine tranche et le consortium Framatome ANP – Siemens a été retenu comme principal fournisseur en décembre.

La demande d'autorisation de construction pour le réacteur à eau sous pression Olkiluoto 3 (type EPR, réacteur à eau sous pression européen) a été soumise au Conseil d'État le 8 janvier 2004. La puissance thermique du réacteur est de 4 300 MW et sa puissance électrique d'environ 1 600 MW.

L'octroi de l'autorisation de construction devrait intervenir au début de 2005. La construction de la tranche prendra vraisemblablement quatre ans. Le démarrage de l'exploitation commerciale de cette nouvelle tranche est prévu pour le premier semestre de 2009.

Posiva Oy a démarré en 2004 la construction du laboratoire souterrain appelé Onkalo destiné à l'étude du stockage final du combustible usé. La construction du dépôt lui-même devrait commencer en 2013 et les opérations de stockage en 2020.

► FRANCE

Au 31 décembre 2004, le parc électronucléaire français comprenait 58 réacteurs à eau pressurisée (34 de 900 MWe, 20 de 1 300 MWe et 4 de 1 450 MWe) et un réacteur à neutrons rapides (Phénix, 250 MWe) consacré à la recherche.

Industrie nucléaire

Après sa mise en place en 2002, le groupe industriel nucléaire AREVA a élargi ses activités au secteur Transmission et Distribution (T&D) électriques lors du rachat de la branche T&D d'Alstom en septembre 2003.

Nucléaire et production d'électricité

La production électrique totale s'est élevée en 2004 à 546,6 TWh (+1,1 %). La consommation intérieure d'électricité s'est élevée à 477,2 TWh (+2,2 %). Le solde exportateur, bien qu'en baisse de 6,5 %, s'est porté à 62,1 TWh.

La contribution du nucléaire s'est élevée à 426,8 TWh, soit 78,1 % du total. À la fin de l'année 2004, 20 réacteurs fonctionnaient avec du combustible MOX (à 30 % du cœur).

La production thermique fossile s'est élevée à 55,3 TWh, en baisse de 2,1 % par rapport à 2003.

La production hydraulique s'est établie à 64,5 TWh, en hausse de 0,4 %.

Réacteurs nucléaires

Réacteurs de recherche

Le réacteur PHENIX est utilisé depuis 2003 pour les recherches relatives à la transmutation des actinides en spectre rapide, ainsi que pour l'étude de nouveaux matériaux pour les concepts de réacteurs à spectre rapide, dans le cadre de Génération IV. Ces études sont programmées jusqu'en 2008.

Quant au réacteur de recherche Jules Horowitz (RJH, 100 MWth) qui doit être implanté à Cadarache afin de remplacer l'actuel réacteur Osiris, ses études de définition ont été confiées à Technicatome en partenariat avec EDF et Framatome-ANP. L'autorité de sûreté a donné son feu vert sur le dossier d'options de sûreté (DOS). Sa criticité est prévue pour 2013.

Génération IV

La France a donné la priorité à deux technologies :

- La technologie du refroidissement au gaz, tant en spectre thermique (réacteurs à très haute température – VHTR – destiné notamment à la production d'hydrogène) qu'en spectre rapide (réacteurs rapides refroidis au gaz – GFR),
- La technologie des réacteurs refroidis au sodium, sur lesquels il existe déjà de l'expérience et un savoir-faire important.

Un effort plus modeste sera consacré à l'étude de la filière supercritique ainsi qu'aux réacteurs rapides refroidis au plomb et à la technologie des sels fondus.

EPR

EDF a choisi le site de Flamanville pour accueillir le futur démonstrateur EPR dont la construction est planifiée dans le projet de loi d'orientation énergétique de juin 2004. Le 1^{er} décembre 2004, la Commission nationale du débat public a décidé d'organiser prochainement un débat sur l'implantation de ce réacteur à Flamanville.

Cycle du combustible

Enrichissement de l'uranium

Le 24 novembre 2003 AREVA a signé un accord avec URENCO pour acquérir une part de 50 % dans la compagnie ETC (Enrichment Technology Company). Cet accord permet à AREVA d'accéder au savoir faire et à la capacité de construction et d'installation de la technologie d'ultra-centrifugation, sous réserve d'approbation gouvernementale et des autorités européennes de la concurrence. La Commission nationale du débat public a organisé un débat de septembre à octobre 2004 sur le sujet.

AREVA sera ainsi en capacité de lancer sur le site du Tricastin la construction de la future usine d'enrichissement Georges Besse II destinée à

remplacer l'actuelle usine Eurodif. La production devrait être à partir de 2007 pour atteindre sa pleine puissance en 2016.

Combustible MOX

En septembre 2004, COGEMA a déposé une demande auprès des autorités françaises afin de pouvoir porter sa production de 145 tML à 195 tML sur le site de Marcoule. Dans le cadre de l'opération MOX for Peace, 140 kg de plutonium d'origine militaire en provenance des États-Unis sont arrivés le 8 octobre 2004 à Cadarache afin d'être acheminés à l'usine Melox de Marcoule pour fabriquer du combustible MOX pour réacteurs civils.

Gestion des déchets

Le site de stockage des déchets de très faible activité (TFA) de Morvilliers (Aube), dimensionné pour accueillir 650 000 t de déchets sur les 30 prochaines années, et qui a été ouvert durant l'été 2003, est désormais en pleine exploitation. En 2004, le centre a démarré les activités des ateliers de traitement et a accueilli 18 000 m³ de déchets. En 2005, l'activité montera en puissance pour accueillir 36 000 m³ supplémentaires.

Le centre de stockage de déchets de faible et moyenne activité (FMA) de l'Aube a notamment accueilli en 2004 les premiers des 55 couvercles de cuves qui doivent être remplacés dans le parc EDF.

Au laboratoire souterrain de Bure, dédié à la recherche sur le stockage géologique des déchets de haute activité à vie longue (HAVL), une galerie expérimentale est opérationnelle depuis novembre 2004.

► HONGRIE

En 2004, la centrale nucléaire de Paks a produit 11 914,75 GWh d'électricité. Cela a constitué une part non négligeable de la production totale d'énergie électrique de la Hongrie et a contribué à la sécurité de l'approvisionnement en électricité du pays. Outre la production attendue des tranches 1, 3 et 4, la tranche 2 a également participé à cette production à la suite de son redémarrage en août 2004 alors qu'elle était à l'arrêt depuis l'incident intervenu le 10 avril 2003.

Les opérations de redémarrage ont été réalisées de façon planifiée, dans le cadre d'un programme de redémarrage élaboré et contrôlé par l'Autorité de l'énergie atomique hongroise et soutenu par des instituts scientifiques et de recherche internationaux. La série d'opérations prévues sur la tranche s'est déroulée sans le moindre problème.

La solution technique concernant le retrait des assemblages combustibles endommagés et l'évaluation de la sûreté des opérations d'enlèvement sont désormais disponibles et la procédure en vue d'obtenir les autorisations réglementaires fondamentales a également été engagée. Toutes les actions

correctives ont été prises pour donner suite aux propositions et aux recommandations des équipes d'experts de l'AIEA, la WANO, l'Autorité de l'énergie atomique de Hongrie et Paks Nuclear Power Plant Ltd.

Le Conseil d'administration de la centrale de Paks a approuvé un programme triennal d'amélioration de l'organisation et de l'exploitation de la centrale. Il vise à créer les conditions indispensables pour satisfaire aux impératifs d'exploitation posés par la déréglementation du marché de l'énergie électrique.

La centrale s'est engagée dans la préparation technique de son programme de prolongation de sa vie utile. Le Rapport final d'évaluation de la sûreté a été établi en conformité avec les principes formulés dans le Regulatory Guide 1.70 de la NRC. Le Rapport préliminaire sur l'étude d'impact sur l'environnement a également été élaboré dans le cadre de la procédure d'autorisation environnementale. Ces deux rapports constituent des étapes importantes dans le travail préparatoire concernant le programme de prolongation de la vie utile de la centrale. La mise en œuvre du projet visant à augmenter la puissance des tranches de 8 à 10 % a atteint la phase d'autorisation. Par ailleurs, d'importants travaux d'investissement ont été réalisés dans le domaine de la gestion des déchets radioactifs liquides.

► PAYS-BAS

Production d'électricité nucléaire

La seule centrale nucléaire exploitée aux Pays-Bas est la centrale de Borssele (REP, 450 MWe nets). L'exploitation commerciale a commencé en 1973. La centrale a été rénovée en 1996. Le gouvernement (coalition de libéraux et de démocrates chrétiens) a décidé que la centrale de Borssele pourrait être exploitée jusqu'à la fin de 2013. Récemment, le propriétaire a obtenu les autorisations nécessaires pour augmenter l'enrichissement du combustible en vue d'obtenir un taux de combustion plus élevé. En outre, une amélioration dans le système turbogénérateur facilitera une augmentation du niveau de puissance de 30 MWe. Enfin, une discussion a commencé entre le gouvernement et le parlement sur la possibilité d'autoriser une prolongation de la durée de vie utile au-delà de l'année 2013.

Enrichissement de l'uranium

L'enrichissement de l'uranium, qui est l'activité la plus importante du cycle du combustible aux Pays-Bas, est florissant. Urenco Nederland BV est autorisée à produire 2 800 UTS/an. Une augmentation allant à 3 500 tSW/an a été demandée. Cette entreprise détient 20 % de l'ensemble du marché l'enrichissement dans les pays occidentaux. Urenco a passé des contrats avec 16 pays dont de nombreux pays de l'Union européenne, la Suisse, le Brésil, l'Afrique du Sud, les États-Unis et en Extrême Orient (Corée, Taiwan et Japon).

La réussite d'Urenco repose sur sa technologie avancée d'ultra-centrifugation gazeuse qu'elle continue d'améliorer grâce à un vaste programme de R-D. En 2004, la disponibilité des usines Ultra-Centrifuge Netherlands dépassait 99,9 %. La construction d'une nouvelle usine, la cinquième, du nom de SP5, a démarré en 1999. Dans les premier et deuxième halls, les premières ultracentrifugeuses ont fonctionné de manière satisfaisante en 2004. Le troisième hall est en opération et atteindra sa capacité totale en 2005. La construction d'un quatrième a déjà commencé. La licence pour la construction d'une usine d'enrichissement d'Urenco au Nouveau Mexique (États-Unis) a été remplie. Urenco a conclu avec AREVA un accord pour créer une nouvelle joint venture ETC (Enrichment Technology Company) dont l'objectif sera la construction de George Besse II sur le site de Tricastin. Cette coopération reste soumise à l'accord du Gouvernement.

RD-D et technologie nucléaire

Le NRG (Nuclear Research and consultancy Group – Bureau d'étude et de recherche sur l'énergie nucléaire) réalise l'essentiel de la R-D nucléaire aux Pays-Bas. Le NRG est engagé dans des projets internationaux, à l'intérieur et à l'extérieur de l'Union européenne et se livre à un certain nombre d'activités commerciales. Ses services commerciaux ont été divisés en six départements, à savoir : matériaux, contrôle et inspection ; combustibles, actinides et isotopes ; gestion du risque et analyse des décisions ; radioactivité et environnement ; services d'irradiation ; performance et technologie des installations. Le NRG utilise l'ensemble de l'infrastructure nucléaire dans la région de Petten qui est nécessaire pour réaliser des activités de recherche et développement nucléaires, par exemple 1) réacteur à haut flux (HFR) pour l'irradiation de matériaux, la réalisation d'essais et la production de radio-isotopes à usage médical, 2) laboratoires chauds pour la manipulation de spécimens radioactifs et la séparation de radio-isotopes, ainsi que 3) modèles informatiques pour l'analyse des risques et la dynamique computationnelle des fluides.

► REPUBLIQUE SLOVAQUE

Politique énergétique

Le marché slovaque de l'électricité a subi des changements importants au cours de la dernière décennie. Le gouvernement slovaque a mis l'accent sur la privatisation du secteur de l'électricité et la libéralisation de l'industrie en introduisant un cadre législatif approprié.

Le Conseil national de la République slovaque a approuvé le 9 septembre 2004 de nouvelles modifications et retouches à la Loi sur l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire – loi 541/2004 Coll (« Loi atomique ») qui sont entrées en vigueur le 1^{er} décembre 2004. La loi est pleinement conforme à la législation de l'UE.

Innovations dans le cycle du combustible

Achat de combustible nucléaire frais

À la fin de l'année 2003, *Slovenské elektrárne* (SE, a.s.) a signé un contrat avec un fournisseur russe portant sur la livraison de combustible nucléaire frais aux tranches 3 et 4 de la centrale nucléaire de Bohunice et des tranches 1 et 2 de la centrale de Mochovce. Il s'agira de combustible de nouvelle génération (nouvelle conception mécanique et nucléaire avec absorbeur consommable (gadolinium)) qui devrait donner un rendement accru.

Combustible usé

Un projet d'installation d'entreposage de combustible usé se trouve actuellement aux premières étapes de la mise en œuvre des investissements. Selon les intentions actuelles, l'installation utiliserait la technologie de l'entreposage à sec.

Le stockage final du combustible usé devrait s'effectuer dans un dépôt géologique profond.

▶ REPUBLIQUE TCHEQUE

En mars 2004, le gouvernement a approuvé la nouvelle Stratégie énergétique qui définit les priorités et les objectifs de la République tchèque dans le secteur de l'énergie jusqu'à l'horizon 2030 (Résolution gouvernementale No. 211/2004 Coll.). L'énergie nucléaire est considérée comme l'une des ressources possibles pour répondre aux besoins futurs en énergie.

La part de l'énergie nucléaire a atteint environ 31 % du total de la production d'énergie électrique pendant l'année 2004. Les centrales nucléaires de Dukovany et de Temelin ont produit, respectivement, 13,63 TWh et 12,69 TWh d'électricité.

Le programme de rénovation MORAVA (Modernisation – Reconstruction – Analyse – Validation) visant l'équipement de la centrale de Dukovany se poursuit. Ce programme de rénovation prend notamment en compte les problèmes de sûreté soulevés par l'AIEA et le Groupe des questions atomiques de l'Union européenne. En 2010, une fois le programme de rénovation terminé, la centrale nucléaire de Dukovany devrait pouvoir fonctionner dans de bonnes conditions de sûreté jusqu'en 2025. En 2001, la centrale de Dukovany a mis en œuvre et homologué un système de management environnemental conforme à la norme EN ISO 14 001. L'adéquation de ce système a été confirmée en 2004 par un audit programmé. Une nouvelle homologation du système de management environnemental sera effectuée en 2007.

La construction d'une nouvelle installation d'entreposage à sec de combustible usé d'une capacité de 1 340 tonnes de métal lourd a débuté sur le site de la centrale en 2004. Le bâtiment sera terminé en 2005 et sa mise en

exploitation expérimentale est prévue en 2006. Le dépôt souterrain à faible profondeur de déchets radioactifs au site de la centrale est opérationnel pour le stockage final des déchets radioactifs d'exploitation de faible et moyenne activité générés par les centrales nucléaires de Dukovany et Temelin.

Dans la centrale de Temelin, la phase d'exploitation expérimentale des deux tranches est terminée. L'Office d'État pour la sûreté nucléaire a délivré l'autorisation d'exploitation des deux tranches en octobre 2004 pour une période de 10 ans. L'Office de construction devrait délivrer d'ici à la fin de 2005 le certificat de réception des travaux concernant les bâtiments de la centrale.

En novembre, la centrale de Temelin a mis en œuvre et homologué un Système de management environnemental (SME) conforme à la norme EN ISO 14 001. L'aptitude de ce système sera confirmée par des audits périodiques et une nouvelle homologation du SME sera effectuée en 2007. Le premier examen par des pairs réalisé sous l'égide de la WANO a commencé à la fin du mois de novembre à la centrale de Temelin. L'équipe d'experts venant de neuf pays n'a trouvé aucune faille dans les procédures de sûreté de la centrale. La WANO effectuera une nouvelle mission périodique dans un délai de 18 à 24 mois. (Le premier examen par les pairs de la WANO dans la centrale de Dukovany remonte à 1997.)

L'installation d'entreposage à sec de combustible usé d'une capacité de 1 370 tonnes de ML sur le site de la centrale est en cours d'aménagement. Le processus international d'analyse d'impact sur l'environnement a commencé en juillet 2003 et se poursuivra en 2004. L'exploitation de l'installation d'entreposage devrait commencer en 2013.

Le programme de développement d'un dépôt en formation géologique profonde s'est cantonné en 2004 à l'évaluation des données provenant d'une étude géologique antérieure des sites envisageables. Compte tenu de l'attitude négative des collectivités concernées, le programme d'étude a été suspendu en 2003 pour une durée d'environ cinq ans. La République tchèque participe également à des activités de recherche et de développement sur les technologies de la transmutation.

► ROYAUME-UNI

Les conclusions de l'Examen de la stratégie de la BNFL – examen établi conjointement par le Gouvernement du Royaume-Uni et la BNFL – ont été publiées en décembre 2003. Le gouvernement et la BNFL ont travaillé tout au long de l'année 2004 pour mettre en œuvre la restructuration de l'entreprise dans le sens indiqué par ces conclusions.

Comme cela avait été annoncé dans les conclusions de l'examen, une nouvelle société mère a été créée pour détenir les parts de la BNFL qui ne seront pas placées sous la responsabilité de l'Autorité chargée du

démantèlement nucléaire (*Nuclear Decommissioning Authority – NDA*), dont la tâche principale sera le nettoyage des sites au Royaume-Uni. Parallèlement, un nouveau groupe de filiales a été mis sur pied avec pour première responsabilité de gérer les opérations de nettoyage sur les sites en application de dispositions qui devront être approuvées par la NDA. La fabrication de combustible se poursuivra au site de Springfield. Par ailleurs, une nouvelle Entreprise de science et de technologie (NEXIA) a été constituée avec le statut de filiale ; elle proposera, sur une base commerciale, des services dans les domaines de la recherche et de la technologie. Les autres activités seront gérées dans une optique de rentabilité et de façon à limiter et à maîtriser les risques pour le contribuable britannique.

Le Comité chargé de la gestion des déchets radioactifs (CoRWM) a tenu sa première réunion publique à Londres le 9 février 2004. De nombreuses réunions publiques se sont tenues tout au long de l'année 2004 et d'autres sont prévues en 2005. Ce Comité a été invité à soumettre un avis concernant la meilleure option, ou combinaison d'options, pour la gestion à long terme des déchets de haute activité au Royaume-Uni. Il devrait présenter ses recommandations au gouvernement d'ici à juillet 2006.

Le gouvernement continue d'appuyer le projet de restructuration de British Energy (BE) en conformité avec ses priorités primordiales, à savoir la sûreté nucléaire et la sécurité des approvisionnements en électricité, selon les termes qu'il avait fixés en novembre 2002. Une étape décisive a été franchie le 22 septembre 2004, lorsque la Commission européenne a approuvé l'aide apportée par le gouvernement à la restructuration de BE. La compagnie devrait achever sa restructuration au début de 2005. À la lumière d'un jugement de la Cour européenne de justice de mai 2003, le gouvernement a annoncé le 5 mai 2004 qu'il comptait conserver ses « actions spécifiques » dans la BE, mais avec des pouvoirs modifiés. Seules deux dispositions des actions spécifiques existant dans la BE demeureront une fois la restructuration terminée. Il s'agit de l'obligation d'obtenir l'assentiment ministériel pour l'achat par un particulier de plus de 15 % des actions émises de la BE et pour la cession d'une centrale nucléaire par la BE. Ces deux dispositions ont été amendées pour faire en sorte que l'assentiment du gouvernement ne puisse être refusé que pour des raisons de sécurité nationale.

La centrale nucléaire de la BNFL à Chapelcross en Ecosse a cessé de produire de l'électricité le 29 juin 2004. La centrale de Chapelcross est entrée en service en février 1959. À l'époque où elle marchait à plein régime ses quatre réacteurs magnox produisaient 194 mégawatts d'électricité.

Le 10 décembre 2004, le Royaume-Uni et la République d'Irlande ont signé un accord qui vise à assurer un échange d'informations rapide et efficace entre les deux pays en cas d'accident nucléaire grave ou d'autres situations d'urgence radiologiques se produisant dans l'un des deux pays.

► SUEDE

Production et consommation totales d'électricité

En 2004, la production totale d'électricité en Suède s'est élevée, selon des estimations préliminaires, à 148 TWh et la consommation d'électricité, à 146 TWh. La consommation est restée stable par rapport à l'année dernière.

Le niveau élevé de prix de l'électricité s'est maintenu en 2004 ; cela s'explique principalement par l'incertitude des niveaux d'eau dans les réservoirs suédois et norvégiens. La part du nucléaire dans la production fut importante soit 75 TWh, niveau record pour le pays. Les importations d'électricité ont atteint 15,6 TWh alors que les exportations ont représenté 17,8 TWh. La production d'hydro-électricité a atteint 59,5 TWh, ce qui est un niveau faible lorsque l'on sait que la production d'hydro-électricité s'élève en moyenne à 65 TWh avec des conditions hydrologiques normales.

Ventilation par source de la production en 2004

(par rapport à 2003)

	2004 (TWh)	2003 (TWh)
Énergie hydraulique	59,5	53
Énergie éolienne	0,8	0,6
Énergie nucléaire	75,0	65,7
Autres énergies thermiques	13,1	13

Production d'électricité d'origine nucléaire

La Suède possède onze réacteurs nucléaires installés sur quatre sites distincts : Ringhals, Barsebäck, Oskarshamn and Forsmark. La production totale d'électricité d'origine nucléaire a atteint un niveau record en 2004.

Production et taux de disponibilité en 2004

Centrale	Puissance (MW)	Production (TWh)	Disponibilité (%)
Ringhals 1	835	5,1	70,3
Ringhals 2	872	6,8	92,4
Ringhals 3	920	6,7	85,1
Ringhals 4	920	7,0	89,0
Barsebäck 2	600	2,3	63,5
Forsmark 1	961	7,5	92,1
Forsmark 2	969	7,3	89,2
Forsmark 3	1 155	9,1	96,9
Oskarshamn 1	467	3,5	87,6
Oskarshamn 2	602	4,6	89,1
Oskarshamn 3	1 160	9,3	93,0

Politique nucléaire

La décision sur la politique énergétique adoptée par le Parlement en 1997 stipulait que deux réacteurs seraient arrêtés en 1998 et 2001 et annulait la date limite de 2010 qui avait été fixée pour la sortie du nucléaire. La Loi de 1998 sur l'abandon progressif de l'électronucléaire permet au Gouvernement de décider de la mise à l'arrêt d'une centrale nucléaire à un certain moment, quels que soient les problèmes de sûreté, à condition que l'État dédommage le propriétaire des pertes qu'il aura encourues. À la suite d'une série de décisions et de négociations avec le propriétaire, la tranche 1 de Barsebäck a été arrêtée le 30 novembre 1999 en vertu de la Loi de 1998. En 2000, il a été convenu que les conditions prévues pour la fermeture de la tranche 2 de Barsebäck ne seraient pas remplies avant 2003. En 2002, un « négociateur » a été nommé pour débattre avec l'industrie et les autres parties prenantes des conditions d'un abandon progressif de l'électronucléaire, y compris la fermeture de la tranche 2 de Barsebäck, et des autres facteurs requis pour assurer à la Suède un approvisionnement énergétique à long terme à la fois rentable et durable. Barsebäck 2 sera mise hors service en mai 2005.

Évolution dans le domaine du cycle du combustible nucléaire

OKG Aktiebolag a été autorisé par l'État à utiliser le combustible MOX fabriqué à partir du plutonium provenant du retraitement du combustible d'OKG qui avait été envoyé à BNFL dans les années 70 et 80. Des travaux sont en cours afin de déterminer la conception de ce combustible et de prendre les dispositions nécessaires en vue du transport. Il est prévu de charger le combustible MOX après 2006.

► SUISSE

L'ordonnance d'application (décret d'application) de la nouvelle loi sur l'énergie nucléaire a été acceptée par le Conseil fédéral (exécutif) dans le courant du mois de décembre 2004. La nouvelle loi sur l'énergie nucléaire pourra ainsi entrer en vigueur le 1^{er} février 2005.

Cette nouvelle loi constitue une base solide pour l'exploitation fiable et économique des centrales nucléaires existantes. Elle ne prévoit aucune limitation a priori de leur durée de vie et maintient la possibilité de retraiter les combustibles usés. En revanche, la conclusion de nouveaux contrats dans ce dernier domaine est suspendue pendant 10 ans, mais cette limitation ne concerne pas le domaine de la recherche et du développement. Enfin, et dans la mesure où le peuple au cas par cas l'approuvera, la construction de nouvelles centrales ou installations nucléaires ne sera pas limitée à l'avenir.

Dans le domaine des déchets hautement et moyennement radioactifs de longue durée de vie, les autorités évaluent les documents sensés démontrer que le stockage de ces déchets en toute sûreté est réalisable et qu'un site pouvant accueillir ce type de déchets existe. Une décision n'est pas attendue avant 2006.

► JAPON

La production d'électricité d'origine nucléaire a débuté au Japon en 1963. Depuis lors, 10 compagnies d'électricité se sont succédées dans la construction de réacteurs à eau ordinaire (REO). L'Institut japonais de développement du cycle du combustible nucléaire (JNC) a mis au point un réacteur thermique avancé (RTA), qui est un réacteur à eau ordinaire modéré par eau lourde, et un surgénérateur rapide. L'exploitation de l'ATR a pris fin en mars 2003. À la fin de l'année 2004, 23 réacteurs à eau sous pression (REP) et 30 réacteurs à eau bouillante (REB) étaient en service, représentant une puissance installée d'environ 46 GW(e) au total. En 2004, la production d'électricité d'origine nucléaire a représenté approximativement un tiers de la production totale d'électricité. Les travaux de recherche et de développement concernant la technologie du cycle du combustible nucléaire ont été essentiellement le fait du JNC, encore que quelques installations commerciales soient exploitées ou aient été construites par le secteur privé.

Les activités de prospection de l'uranium sur le territoire national ont été abandonnées en 1988. Depuis lors, le JNC privilégie la prospection à l'étranger dans 13 pays (Australie, Canada, États-Unis, Niger, Zimbabwe, etc.). Toutefois, à la suite de la réforme du JNC par le gouvernement, le JNC s'est désengagé des activités d'exploration en juin 2002. Le JNC a transféré la plupart de ses droits et intérêts à des entreprises privées nationales et étrangères. Les besoins annuels en uranium des REO se sont élevés à environ 7 100 t d'U naturel pendant l'exercice budgétaire 2004.

Il n'existe pas d'usine de conversion au Japon, mais une usine de reconversion commerciale d'une capacité de 475 t d'U/an est exploitée par une entreprise privée. Le Japon est totalement tributaire de l'étranger pour répondre à ses besoins en matière de conversion.

Le Japon a cherché, dès 1959, à perfectionner la technologie d'enrichissement de l'uranium par centrifugation. Jusqu'à une date récente, il y avait deux usines d'enrichissement au Japon. La première, située à Ningyo-toge et exploitée par le JNC depuis 1988, était une installation de démonstration d'une capacité de production de 100 t d'UTS/an (200 t d'UTS/an jusqu'en novembre 1999). Son exploitation a été arrêtée en mars 2000. La deuxième, implantée à Rokkasho-mura, est une installation commerciale d'une capacité de 1 050 t d'UTS/an, qui est exploitée par la Société des combustibles nucléaires du Japon (JNFL) depuis 1992. On prévoit de porter la capacité de cette installation commerciale à 1 500 t d'UTS/an. Les besoins en matière d'enrichissement se sont élevés à environ 3 800 t d'UTS au cours de l'exercice budgétaire 2004.

Le combustible nucléaire destiné aux REO est pour l'essentiel fabriqué au Japon. Les quatre installations de fabrication de combustible destiné aux REO sont exploitées par des entreprises privées et ont une capacité totale de 1 724 t d'UTS/an. En outre, le JNC possède deux installations de fabrication de combustible MOX : une chaîne de fabrication produisant 10 t de MOX/an destinée à alimenter le RTA et une chaîne produisant 5 t de MOX/an destinée à alimenter le surgénérateur. La production cumulée de combustible MOX avoisinait les 170 t à la fin de 2004. La JNFL se propose de construire, à Rokkasyo-mura, une installation de fabrication de combustible MOX d'une capacité de 130 t de ML/an.

En ce qui concerne le retraitement, l'usine du JNC de Tokai avait atteint une production cumulée de combustible irradié d'environ 1 062 t d'U à la fin de janvier 2005. Des contrats de retraitement ont également été conclus avec le Royaume-Uni et la France. Au terme de ces contrats, quelque 5 600 t d'U de combustible usé provenant des REO ont été expédiés dans ces deux pays jusqu'en septembre 1998. Ensuite, environ 5 300 t d'U de combustible usé ont été retraités jusqu'en mai 2004. Outre l'usine de retraitement de Tokai, une usine de retraitement commercial nationale d'une capacité de 800 t d'U/an est en cours de construction par la JNFL à Rokkasho-mura. La JNFL a commencé les essais en décembre 2004 et le démarrage des opérations est prévu en juillet 2006. Quant à l'entreposage et au stockage des déchets radioactifs, il existe un centre de stockage de déchets de faible activité d'une capacité actuelle de 80 000m³, ainsi qu'un centre d'entreposage de déchets de haute activité vitrifiés situé à Rokkasho-mura d'une capacité de 1 440 conteneurs à la fin de l'année 2004.

► **REPUBLIQUE DE COREE**

Le 18 septembre 2004, le Comité permanent du Conseil de sécurité nationale de Corée a fait une déclaration spéciale énonçant quatre principes visant l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Premièrement, le gouvernement de la République de Corée réaffirme qu'il n'a aucune intention de mettre au point ou de posséder des armes nucléaires. Deuxièmement, le gouvernement de la République de Corée s'en tiendra résolument à son principe de transparence nucléaire et renforcera sa coopération avec la communauté internationale à cette fin. Troisièmement, le gouvernement de la République de Corée respectera scrupuleusement les normes internationales relatives à la non-prolifération, notamment le Traité sur la non-prolifération des armes nucléaires (TPN), ainsi que la Déclaration conjointe sur la dénucléarisation de la péninsule coréenne de 1992. Quatrièmement, fort de la confiance de la communauté internationale, le gouvernement de la République de Corée élargira l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire.

La République de Corée possède actuellement dix-neuf centrales nucléaires en exploitation. La tranche 5 de la centrale d'Ulchin, d'une puissance de 1 000 MW électriques, est entrée en service commercial en juin 2003. La construction de la première tranche de l'APR1400, réacteur à eau sous pression avancé d'une puissance de 1 400 MW électriques devrait démarrer sous peu à Shin-Kori et sa mise en exploitation commerciale est prévue aux alentours de 2011. Cette centrale, très prometteuse en termes de sûreté et de rentabilité, renforcera la compétitivité de la Corée dans le domaine de la technologie nucléaire.