



Uranium 1999

Ressources, production et demande



© OCDE, 2000

© Logiciel, 1987-1996, Acrobat, marque déposée d'ADOBE.

Tous droits du producteur et du propriétaire de ce produit sont réservés. L'OCDE autorise la reproduction d'un seul exemplaire de ce programme pour usage personnel et non commercial uniquement. Sauf autorisation, la duplication, la location, le prêt, l'utilisation de ce produit pour exécution publique sont interdits. Ce programme, les données y afférentes et d'autres éléments doivent donc être traités comme toute autre documentation sur laquelle s'exerce la protection par le droit d'auteur.

Les demandes sont à adresser au :

Chef de la division des Publications
Direction des relations publiques et de la communication
2, rue André-Pascal
75775 Paris, Cedex 16, France.

Rapport établi conjointement par
l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire
et l'Agence internationale de l'énergie atomique

Uranium 1999 : Ressources, production et demande

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

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES

En vertu de l'article 1^{er} de la Convention signée le 14 décembre 1960, à Paris, et entrée en vigueur le 30 septembre 1961, l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) a pour objectif de promouvoir des politiques visant :

- à réaliser la plus forte expansion de l'économie et de l'emploi et une progression du niveau de vie dans les pays Membres, tout en maintenant la stabilité financière, et à contribuer ainsi au développement de l'économie mondiale ;
- à contribuer à une saine expansion économique dans les pays Membres, ainsi que les pays non membres, en voie de développement économique ;
- à contribuer à l'expansion du commerce mondial sur une base multilatérale et non discriminatoire conformément aux obligations internationales.

Les pays Membres originaires de l'OCDE sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Belgique, le Canada, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis, la France, la Grèce, l'Irlande, l'Islande, l'Italie, le Luxembourg, la Norvège, les Pays-Bas, le Portugal, le Royaume-Uni, la Suède, la Suisse et la Turquie. Les pays suivants sont ultérieurement devenus Membres par adhésion aux dates indiquées ci-après : le Japon (28 avril 1964), la Finlande (28 janvier 1969), l'Australie (7 juin 1971), la Nouvelle-Zélande (29 mai 1973), le Mexique (18 mai 1994), la République tchèque (21 décembre 1995), la Hongrie (7 mai 1996), la Pologne (22 novembre 1996) et la Corée (12 décembre 1996). La Commission des Communautés européennes participe aux travaux de l'OCDE (article 13 de la Convention de l'OCDE).

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 27 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 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.

Also available in English under the title:

URANIUM 1999
RESOURCES, PRODUCTION AND DEMAND – 2000 EDITION

© OCDE 2000

Les permissions de reproduction partielle à usage non commercial ou destinée à une formation doivent être adressées au Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris, France. Tél. (33-1) 44 07 47 70. Fax (33-1) 46 34 67 19, pour tous les pays à l'exception des États-Unis. Aux États-Unis, l'autorisation doit être obtenue du Copyright Clearance Center, Service Client, (508)750-8400, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923 USA, ou CCC Online : <http://www.copyright.com/>. Toute autre demande d'autorisation ou de traduction totale ou partielle de cette publication doit être adressée aux Éditions de l'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 Paris Cedex 16, France.

Crédit photo: Vue aérienne du centre d'exploitation et de production de Lago Real, Brésil. Avec la permission de Industrias Nucleares do Brasil.

PRÉFACE

Depuis le milieu des années soixante, l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN) et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ont publié conjointement, avec la collaboration de leurs pays et États Membres, des mises à jour périodiques (actuellement tous les deux ans) sur les ressources, la production et la demande dans le domaine de l'uranium, mieux connues sous le nom de « Livre rouge ». La 18^e édition du Livre rouge remplace l'édition de 1997 et repose sur les informations existantes au 1er janvier 1999.

Le Livre rouge présente une analyse approfondie de la situation actuelle de l'offre et de la demande d'uranium, ainsi que des projections jusqu'en 2015. Cette analyse se fonde sur des estimations des ressources en uranium ventilées en plusieurs catégories caractérisées par le degré de certitude de leur existence et leur rentabilité économique, de même que sur des projections relatives à la capacité théorique de production, à la puissance nucléaire installée et aux besoins en combustible des réacteurs. On y trouve également des données statistiques annuelles concernant les dépenses de prospection, la production d'uranium, les effectifs employés dans ce secteur et les niveaux des stocks d'uranium. Outre cette analyse globale, le Livre rouge contient des rapports nationaux détaillés sur les ressources en uranium, les activités de prospection, de production et liées à l'environnement les politiques relatives à l'uranium.

Ce rapport expose la situation de l'offre d'uranium dans l'ensemble du monde à partir de l'évaluation et de la compilation des données sur les ressources en uranium et sur la production passée et présente, ainsi que des projets de production future. Ces données, provenant de 49 pays, sont ensuite comparées aux quantités d'uranium susceptibles d'être requises à l'avenir pour les réacteurs. En outre, ce rapport rend compte des niveaux récents des activités de prospection de l'uranium et les analyse.

Certaines informations sur la demande d'uranium à court terme, jusqu'en 2015, ont été communiquées par les autorités nationales. Les projections sur la demande d'uranium à plus long terme, qui reposent sur l'avis d'experts plutôt que sur les indications fournies par les pays, sont examinées d'un point de vue qualitatif dans le rapport.

Cette publication a été établie à partir des données fournies en réponse aux questionnaires soumis par l'AEN à ses pays Membres et par l'AIEA à ceux de ses États Membres qui n'appartiennent pas à l'OCDE. Bien que certains pays aient établi des rapports nationaux exhaustifs qui sont, pour l'essentiel, présentés sous leur forme originale au Chapitre III, d'autres rapports ont été rédigés par chaque agence suivant les réponses aux questionnaires ou d'autres réponses officielles qui lui étaient parvenues. Les Chapitres I et II sur l'offre et la demande d'uranium ont été rédigés par des groupes de travail distincts, composés de membres du Groupe AEN/AIEA sur l'uranium et présidés par ses vice-présidents (voir annexe 1). Les deux agences se sont partagé la préparation des autres sections du rapport, les travaux étant exécutés sous la supervision générale du Groupe AEN/AIEA sur l'uranium.

Les opinions exprimées dans les Chapitres I et II ne reflètent pas nécessairement le point de vue des pays Membres ou des organisations internationales. Ce rapport est publié sous la responsabilité du Secrétaire général de l'OCDE.

REMERCIEMENTS

L'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire (AEN), Paris, et l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), Vienne, remercient tous les organismes (voir Annexe 2) qui ont collaboré à l'établissement de ce rapport en répondant au questionnaire qui leur a été soumis.

Suite à un accord intervenu entre l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'AIEA, le Groupe sur l'uranium de l'AEN a été reconstitué en tant que Groupe conjoint AEN/AIEA sur l'uranium au cours de 1996. Il offre ainsi aux représentants de tous les pays et États Membres des deux organisations s'intéressant aux activités liées à l'uranium la possibilité d'une pleine participation. Il en est résulté un concours accru de la part de tous les États Membres de l'AIEA à l'établissement de la présente édition du Livre rouge.

TABLE DES MATIÈRES

EXPOSÉ DE SYNTHÈSE.....	9
DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE	17
I. OFFRE D'URANIUM.....	25
A. Ressources en Uranium	25
• Ressources classiques connues	25
• Répartition des ressources classiques connues par catégorie et par tranche de coût	28
• Disponibilité des ressources.....	28
• Autres ressources connues	30
• Ressources classiques non découvertes	30
• Ressources non classiques et autres produits.....	30
• Ressources en uranium et durabilité	32
B. Prospection de l'Uranium.....	32
• Activités en cours et événements récents.....	35
C. Production d'Uranium	37
• État actuel de la production d'uranium.....	38
• Techniques de production.....	43
• Projections relatives à la capacité théorique de production	46
• Évolution des installations de production	49
D. Sûreté radiologique et aspects liés à l'environnement.....	50
II. DEMANDE D'URANIUM.....	57
A. Puissance nucléaire installée et besoins en uranium des réacteurs	57
B. Développement prévu de l'énergie nucléaire et besoins en uranium correspondants	63
C. Relations entre l'offre et la demande d'uranium	66
• Évolution de l'offre et de la demande d'uranium en Asie centrale et en Europe orientale	70
• Structure du marché	71
• Perspectives jusqu'en 2015.....	80
D. Répercussions des évolutions récentes sur les perspectives à long terme	82

III. URANIUM : CONTRIBUTIONS NATIONALES CONCERNANT LA PROSPECTION,
 LES RESSOURCES, LA PRODUCTION, LA DEMANDE ET L'ENVIRONNEMENT 85

Afrique du Sud.....	86
Allemagne.....	94
Argentine.....	101
Arménie.....	108
Australie.....	109
Belgique.....	124
Brésil.....	127
Canada.....	134
Chili.....	147
Chine.....	149
Corée, République de.....	157
Égypte.....	159
Espagne.....	163
États-Unis.....	169
Finlande.....	184
France.....	188
Gabon.....	197
Hongrie.....	200
Inde.....	204
Indonésie.....	211
Iran, République Islamique de.....	214
Italie.....	217
Japon.....	217
Jordanie.....	220
Kazakhstan.....	222
Lituanie.....	232
Malaisie.....	233
Malawi.....	234
Mexique.....	235
Namibie.....	238
Niger.....	246
Ouzbékistan.....	252
Pakistan.....	262
Pays-Bas.....	265
Pérou.....	265
Philippines.....	267
Pologne.....	269
Portugal.....	272
République slovaque.....	277
République tchèque.....	279
Roumanie.....	289
Royaume-Uni.....	295
Russie, Fédération de.....	299
Suède.....	308
Suisse.....	311
Thaïlande.....	313

Turquie	314
Ukraine.....	316
Viêt Nam.....	324

ANNEXES

1. Membres du Groupe conjoint AEN/AIEA sur l'uranium et auteurs de contributions à la publication	329
2. Liste des organismes ayant contribué au présent rapport	335
3. Types géologiques de gisements d'uranium	339
4. Index des rapports nationaux parus dans les éditions du livre rouge de 1965 à 1999	343
5. Équivalents énergétiques de l'uranium et coefficients de conversion de l'énergie	349
6. Taux de change	353
7. Groupements de pays et de zones géographiques utilisés dans le présent rapport	357
8. Termes techniques	359

EXPOSÉ DE SYNTHÈSE

Le présent ouvrage, intitulé *Uranium 1999 – Ressources, Production et Demande*, expose les résultats de l'examen de la situation de l'offre et de la demande d'uranium en 1999 dans le monde et donne les caractéristiques statistiques de l'industrie mondiale de l'uranium au 1er janvier 1999. Il contient des données sur les activités de prospection, les ressources et la production d'uranium de 49 pays, mettant à jour l'édition de 1997 du Livre rouge. Ce rapport renferme des informations émanant de la totalité des 23 pays producteurs d'uranium. Il comporte pour la première fois des rapports officiels émanant de l'Arménie, du Malawi et de la Pologne. On trouvera aussi dans ce rapport des projections de la puissance nucléaire installée et des besoins en uranium des centrales nucléaires jusqu'en 2015.

Le marché mondial de l'uranium

Après s'être redressés d'octobre 1994 au second semestre de 1996, les prix de l'uranium ont eu tendance à décliner. Le prix spot « corrigé », qui avait culminé à 42,90 USD par kg d'U (16,50 USD par livre d' U_3O_8) en juillet 1996, avait chuté à près de la moitié de ce niveau, soit 22,75 USD par kg d'U (8,75 USD par livre d' U_3O_8) en décembre 1998. Alors que ce prix s'était légèrement rétabli en janvier 1999 se situant à 27,30 USD par kg d'U (10,50 USD par livre d' U_3O_8), il était retombé à 26,52 USD par kg d'U (10,20 USD par livre d' U_3O_8) en juillet 1999. Par rapport aux prix notifiés en 1996, les prix « non corrigés » et « corrigés » accusaient en 1998, une baisse respectivement de 35 % et de 32 %.

Bien que le secteur de l'uranium au plan mondial ait présenté des signes d'évolution et de renouvellement au cours de la période 1994-1996, les événements qui caractérisent actuellement le marché de l'uranium sont symptomatiques de l'incertitude persistante à laquelle sont confrontés les producteurs et consommateurs d'uranium. Avec un parc nucléaire mondial en expansion et une production d'uranium ne couvrant que 60 % environ de la demande depuis 1990, les stocks d'uranium ont continué de s'amenuiser à une cadence rapide. L'incertitude quant aux niveaux des stocks mondiaux d'uranium qui subsistent et au volume des excédents de matières militaires qui seront mis sur le marché, rend difficile de déterminer quand l'offre et la demande parviendront à un meilleur équilibre et quel sera le prix qui s'établira alors entre les nouveaux fournisseurs et les acheteurs d'uranium. Cependant, les informations nouvelles présentées dans ce rapport indiquent que la pression à la hausse des prix de l'uranium devrait rester modeste dans la décennie à venir et au delà en raison de la disponibilité d'uranium à prix bas.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Au 1er janvier 1999, les ressources classiques connues (RRA et RSE-I) récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$130/kg d'U s'élevaient à environ 3 954 000 t d'U. Par rapport à l'estimation figurant dans la dernière édition du Livre rouge (1997), ce total a diminué d'environ 345 000 t d'U. Cette diminution s'explique par des révisions en baisse dans plusieurs pays, la production au cours des deux dernières années et l'exclusion des ressources de l'Inde.

Dans les catégories des RRA et des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$80/kg d'U, les ressources mondiales totales ont baissé respectivement d'environ 66 000 t d'U (3 %) et 17 000 t d'U (2 %) par rapport à 1997. En revanche, dans la tranche de coût inférieur ou égal à \$40/kg d'U, on note des augmentations d'environ 38 % dans la catégorie des RRA qui s'établissent à 916 000 t d'U, et de 32 % dans celle des RSE-I qui sont passées à 338 000 t d'U. Ces augmentations sont principalement dues à des ressources canadiennes notifiées pour la première fois dans cette tranche de coût. Les ressources classiques connues entrant dans cette tranche de coût bon marché représentent au total 1,25 million de t d'U, soit l'équivalent des besoins actuels des réacteurs pendant environ 20 ans.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et Ressources spéculatives)

Par rapport à la dernière édition, seules des modifications mineures ont été signalées en ce qui concerne tant les RSE-II que les Ressources spéculatives. Pour la quasi-totalité de ces ressources, il s'agit de volumes in situ. Dans la catégorie des RSE-II, on estime à environ 2,3 millions de t d'U celles récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$130/kg d'U et à environ 1,5 millions de t d'U celles entrant dans la tranche de coût inférieur ou égal à \$80/kg d'U. Ces chiffres sont légèrement inférieurs à ceux indiqués dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

Les informations concernant les Ressources spéculatives sont incomplètes à l'échelle mondiale. Les estimations, pour les pays qui ont fourni des informations, s'élèvent à 3,04 millions de t d'U dans la tranche de coût inférieur ou égal à \$130/kg d'U, auxquelles s'ajoutent environ 6,12 millions de t d'U non affectées à une tranche de coût. Au total, les Ressources spéculatives dont il est fait état représentent environ 9,16 millions de tonnes d'U.

Prospection de l'uranium

En 1997, 24 pays au total ont notifié des dépenses de prospection s'élevant à environ 153 millions de USD, soit une augmentation de près de 37 % par rapport à 1996. En 1998, seuls 20 pays ont fait état d'activités de prospection représentant des dépenses de 131,8 millions de USD environ.

Les dépenses se sont accrues de 1996 à 1997, suite à la hausse des prix sur le marché entre 1994 et 1996. Ces augmentations ont été imputables aux activités liées à des projets avancés au Canada, en Australie, aux États-Unis, dans la Fédération de Russie et en Inde. Les activités et les dépenses de prospection dans la plupart des pays ayant fourni des informations ont diminué de 1997 à 1998. Certains pays toutefois ont fait état de faibles augmentations. Pour la plupart des pays déclarants, les prévisions de dépenses de prospection pour 1999 accusent une tendance à la baisse. À l'heure actuelle, les activités de prospection sont menées en majeure partie au Canada, aux États-Unis, en Australie, en Inde, dans la Fédération de Russie et en Ouzbékistan, et, dans une moindre mesure, en Égypte, en Ukraine, en France et en Roumanie.

Si une légère reprise des dépenses de prospection à l'étranger a été enregistrée de 1996 à 1997, un net recul est intervenu en 1998.

Production d'uranium

En 1998, on comptait 23 pays producteur d'uranium dont les dix principaux (Afrique du Sud, Australie, Canada, États-Unis, Kazakhstan, Namibie, Niger, Ouzbékistan, Fédération de Russie et Ukraine) ont assuré plus de 90 % production mondiale de minerai d'uranium. L'Allemagne et la Hongrie ont récupéré de l'uranium en liaison avec les activités de remise en état de l'environnement. À titre de comparaison, 32 pays consomment actuellement de l'uranium dans des centrales nucléaires.

La production mondiale d'uranium s'est accrue de 1,6 % passant de 36 149 t d'U en 1996 à 36 724 t d'U en 1997, puis elle a baissé de 4,7 % pour s'établir à 34 986 t d'U en 1998. Dans la zone de l'OCDE, la production a légèrement progressé, passant de 21 184 t d'U en 1996 à 21 391 t d'U en 1997, puis a décliné n'étant plus que de 19 088 t d'U en 1998. Les augmentations de production enregistrées entre 1996 et 1998 dans quelques pays, notamment en Ouzbékistan, au Gabon, en Namibie et au Niger n'ont pas pu compenser les réductions intervenues dans d'autres pays tels que les États-Unis, le Canada, l'Afrique du Sud, la Hongrie et la France. Des fermetures d'installations ont été signalées au Brésil, en France, en Hongrie et en Afrique de Sud en 1997, en Belgique et aux États-Unis en 1998 et au Canada, au Gabon et aux États-Unis en 1999. De nouvelles mines ont été mises en exploitation aux États-Unis en 1998 et en Australie, au Brésil et au Canada en 1999. Les capacités des usines d'Olympic Dam et de Ranger en Australie et de l'usine de Key Lake au Canada ont été accrues respectivement en 1997, 1998 et 1999. La mise en service de nouvelles installations est programmée au cours des prochaines années en Australie, au Canada et dans la Fédération de Russie.

D'après les indications fournies par 18 pays, l'emploi lié à la production d'uranium est tombé de 52 486 personnes en 1996 à 46 213 en 1998, soit une baisse de 11,9 %.

Projections relatives à la capacité théorique de production

On trouvera dans la présente édition du Livre rouge, des projections de la capacité théorique mondiale de production d'uranium jusqu'en 2015, qui ont été établies sur la base des plans de 25 pays producteurs. Deux chiffres sont donnés concernant respectivement les centres de production Existants et Commandés, et les installations Prévues et Envisagées. Ces deux séries de projections sont établies sur la base des ressources entrant dans les catégories des RRA et des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$80/kg d'U et qui sont tributaires de centres de production. Toutefois, pour la première fois, une fraction importante de ces ressources est dans la catégorie récupérable à un coût inférieur ou égal à \$40/kg d'U. Par exemple, sur les 674 000 t d'U représentant la capacité théorique de production cumulée des centres Existants et Commandés jusqu'en 2015, plus de 75 % sont fondés sur des ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$40/kg d'U. En outre, près de 65 % des 974 000 t d'U correspondant à la capacité théorique de production des centres Existants, Commandés, Prévus et Envisagés jusqu'en 2015, sont fondés sur des ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$40/kg d'U.

En 1999, la capacité théorique de production des centres Existants et Commandés s'élève au total à 45 800 t d'U. Par suite de la fermeture prévue de mines existantes en raison de l'épuisement des ressources, la capacité théorique de production des centres Existants et Commandés fléchira à 37 600 t d'U en 2010 et continuera de baisser pour n'être plus que 33 300 t d'U en 2015. D'ici à 2010, elle ne devrait représenter que 50 à 60 % environ des besoins projetés. La poursuite de cette évolution jusqu'en 2015 implique que 40 à 60 % seulement des besoins mondiaux, que l'on estime de l'ordre de 54 500 à 79 800 t d'U/an, seraient satisfaits par la production de centres Existants et Commandés.

La capacité théorique de production des centres Existants, Commandés, Prévus et Envisagés serait au total d'environ 64 800 t d'U en 2010, soit un chiffre supérieur aux projections des besoins en 2010 dans l'hypothèse basse, mais inférieur d'environ 8 400 t d'U aux projections des besoins dans

l'hypothèse haute. D'ici à 2015, la capacité théorique totale devrait tomber à quelque 55 000 t d'U, ce qui correspond à l'hypothèse basse des besoins mondiaux totaux et à seulement 69 % de ces besoins dans l'hypothèse haute.

Des approvisionnements supplémentaires seront nécessaires pour combler l'éventuel déficit de production que révèlent certaines de ces projections. On pourra vraisemblablement tirer un complément de ressources non négligeable notamment de l'obtention d'uranium faiblement enrichi par mélange à partir de l'uranium hautement enrichi provenant des armes nucléaires, des prélèvements sur les stocks excédentaires, du retraitement du combustible et du ré-enrichissement des résidus appauvris issus de l'enrichissement. À long terme cependant, la principale source serait la mise en valeur de nouvelles mines et l'aménagement de nouvelles usines d'uranium.

Stocks d'uranium

Depuis 1990, les prélèvements opérés sur les stocks ont permis de combler la majeure partie du déficit mondial, qui s'est élevé à environ 187 000 t d'U. Il est manifeste que les pressions à la baisse s'exerçant sur les prix de l'uranium sur le marché depuis 1987, étaient imputables à l'offre à bas prix d'importantes quantités d'uranium qui étaient supérieures à la demande.

Les prélèvements sur les stocks accumulés constituent une autre source essentielle d'approvisionnement. Les stocks civils incluent les stocks stratégiques, la charge en œuvre dans les installations du cycle du combustible et les stocks excédentaires disponibles sur le marché. Peu de pays ont fourni des renseignements détaillés sur l'importance des stocks d'uranium détenus par les producteurs, les consommateurs ou les gouvernements. On estime que les compagnies d'électricité possèdent la majeure partie des stocks commerciaux. Bon nombre d'entre elles, en effet, détiennent l'équivalent d'une à quatre années de consommation d'uranium naturel.

Depuis plusieurs années, certains indices donnaient à penser que la quantité d'uranium représentée par les stocks commerciaux était en baisse. Des rapports récents indiquent toutefois que ces stocks étaient plus importants qu'on ne le croyait auparavant et qu'ils ont augmenté tant dans l'Union européenne (UE) qu'aux États-Unis au cours de la période 1996-1999. Les accroissements apparents sont en partie imputables à des expéditions d'uranium en provenance des Nouveaux États Indépendants (NEI) à destination de l'Union européenne (UE), à de l'uranium comptabilisé dans les stocks commerciaux provenant des réserves du Gouvernement des États-Unis, et à de l'uranium faiblement enrichi obtenu par mélange à partir d'uranium hautement enrichi d'origine russe, qui a été livré aux États-Unis mais pas encore vendu. Alors qu'une partie des matières provenant de chacune de ces sources a été livrée aux compagnies d'électricité, une quantité notable n'a pas été vendue et était détenue à la fin de l'exercice 1998 dans divers stocks.

Les informations disponibles montrent que les niveaux des stocks tant dans l'Union européenne qu'aux États-Unis se sont gonflés entre 1996 et 1998. L'Agence d'approvisionnement d'Euratom signale que les exploitants de l'Union européenne ont importé 41 400 t d'U sous forme d'uranium naturel ou de la composante uranium naturel (produit d'alimentation) des produits enrichis (exprimée en t d'U) en provenance des NEI. Compte tenu du niveau de la production en Ouzbékistan, au Kazakhstan et dans les autres NEI au cours de la période considérée, une large part des importations de l'UE devrait avoir été d'origine russe.

Aux États-Unis, il est indiqué que tous les types de stocks commerciaux d'uranium en fin d'exercice se sont accrus passant de 30 786 t d'U en 1996 à 40 864 t d'U en 1997, puis à 52 910 t d'U en 1998. Pour 1997 et 1998, ce chiffre inclut les réserves détenues par la Société d'enrichissement des États-Unis (*United States Enrichment Corporation – USEC*) privatisée en 1998.

Les stocks du secteur militaire constituent une autre source potentielle d'approvisionnements en uranium. Ces matières permettent de satisfaire la demande parallèlement aux stocks excédentaires civils. On devrait d'ailleurs voir apparaître, après l'an 2000, sur le marché de l'uranium civil, d'importantes quantités d'uranium issues de la transformation de l'armement nucléaire par suite de contrats d'achat conclus entre les États-Unis et la Fédération de Russie.

Sûreté radiologique et aspects liés à l'environnement

La sûreté radiologique et les aspects liés à l'environnement de l'extraction et de la production d'uranium revêtent une importance de plus en plus grande par suite de deux faits nouveaux : en premier lieu, le nombre croissant d'installations de production qui ont récemment été mises hors service, et en second lieu, l'obligation de plus en plus répandue, pour de nouveaux projets, d'obtenir des autorisations préalables du point de vue des incidences sur l'environnement. En outre, les aspects liés à l'environnement doivent être pris en considération dans le cas des sites de production qui ont été abandonnés à une époque où il n'existait pas de dispositions juridiques garantissant leur démantèlement et leur remise en état de façon adéquate. Nombre de ces sites ont été abandonnés sans qu'aucune mesure de sûreté ou de remise en état et de restauration ne soit envisagée. D'importantes activités dans le domaine de l'environnement ont été signalées par plusieurs pays, notamment, l'Australie, le Canada, les États-Unis, la France, la Hongrie, le Kazakhstan, la République tchèque et l'Ukraine.

Demande d'uranium

Les besoins annuels mondiaux en uranium étaient estimés en 1998 à environ 59 600 t d'U. Un accroissement d'environ 2 000 t d'U est escompté pour 1999. Au début de cette année, on comptait 434 tranches nucléaires en exploitation dans le monde, représentant une puissance installée nette totale de 351 GWe (gigawatts électriques nets) couplée au réseau. Au total, 36 nouveaux réacteurs sont en construction, qui représentent une puissance installée d'environ 28 GWe. Ces dernières années cependant, l'expansion du parc nucléaire s'est considérablement ralentie.

Des améliorations et des modifications apportées à la technologie des réacteurs nucléaires peuvent aussi influencer sur les besoins ; cependant il est peu probable que ces facteurs aient une incidence notable avant 2015. Il existe plusieurs moyens d'améliorer l'utilisation du combustible dans les réacteurs thermiques : optimiser la gestion du cœur, diminuer la teneur de rejet des usines d'enrichissement et recycler le plutonium. En outre, le facteur de disponibilité, les niveaux de puissance des réacteurs et les taux de combustion peuvent infléchir les besoins.

Projections relatives à la demande d'uranium

D'ici à 2015, la puissance nucléaire installée mondiale devrait s'accroître, dans l'hypothèse haute, pour atteindre 457 GWe, et baisser, dans l'hypothèse basse, pour tomber à 333 GWe. La différence d'évolution mise en lumière dans ces deux hypothèses reflète les incertitudes qui entachent la durée de vie probable des tranches nucléaires en exploitation et les adjonctions potentielles de puissance nucléaire installée. Dans l'hypothèse haute, l'accroissement représente une augmentation de 31 % de la puissance actuelle, soit un taux de croissance annuel de 1,6 % sur la période considérée. Les projections basses accusent une réduction nette de 18 GWe d'ici à 2015. Plusieurs facteurs, notamment l'importance accordée à l'avenir au débat sur le réchauffement de la planète, peuvent avoir une incidence sur ces projections.

Les besoins en uranium mondiaux des centrales nucléaires devraient s'accroître, dans l'hypothèse haute pour atteindre environ 79 800 t d'U ou diminuer, dans l'hypothèse basse, pour s'établir à 54 500 t d'U. L'augmentation dans l'hypothèse haute correspond à un taux de croissance annuel de 1,7 %. Les besoins cumulés en uranium pour la période allant de 1999 à 2015 se situeront dans une fourchette comprise entre 1 066 000 t d'U et 1 267 000 t d'U.

Les incertitudes entachant ces projections viennent des différentes hypothèses retenues pour les calendriers de construction des centrales nucléaires, les annulations, les nouvelles commandes et les possibilités d'allonger la durée de vie des réacteurs. En outre, les modifications apportées aux politiques économiques et réglementaires nationales et à la structure du secteur de l'électricité peuvent aussi avoir une incidence croissante sur la durée de vie des centrales nucléaires et, partant, sur les besoins en uranium.

Relations entre l'offre et la demande

Le marché mondial de l'uranium continue de connaître de profonds bouleversements qui sont dues aux évolutions majeures de la production électronucléaire et aux transformations économiques et politiques intervenues dans les régions productrices et consommatrices d'uranium du monde. Plusieurs événements survenus depuis la publication de l'édition de 1997 du Livre rouge pourraient fort bien préfigurer l'évolution de la situation au cours des prochaines décennies.

Les modifications de l'offre d'uranium, qui étaient en cours, se sont accélérées en 1997 et 1998 et devraient se poursuivre au cours des quelques prochaines années. Il s'agit notamment de l'introduction relativement rapide sur le marché de nouveaux approvisionnements provenant de sources autres que la production, de même que de transformations profondes au sein du secteur de la production d'uranium. La disponibilité des informations sur la quantité d'uranium détenue sous forme de stocks par les compagnies d'électricité, les producteurs et les gouvernements s'est accrue, ce qui a eu pour effet d'atténuer les incertitudes sur le marché concernant ces stocks. Il subsiste toutefois encore des incertitudes quant à l'importance des stocks dans la Fédération de Russie et à la disponibilité des approvisionnements secondaires provenant d'autres sources.

Entre 1990 et 1994, l'activité de nombreux secteurs de l'industrie mondiale de l'uranium a nettement régressé, notamment la prospection, la production et la capacité théorique de production, malgré la croissance continue des besoins mondiaux en uranium. Sous l'effet conjugué de cette baisse de l'offre, et d'une demande croissante visant de nouveaux achats d'uranium, les prix de l'uranium se sont redressés entre octobre 1994 et le second semestre de 1996. Cette tendance s'est toutefois inversée et les prix de l'uranium ont brutalement chuté jusqu'au milieu de 1999.

Des prix plus bas sont certes avantageux pour les compagnies d'électricité, mais ont tari l'optimisme suscité chez les producteurs par le redressement des prix enregistrés au milieu de 1996. Depuis lors, certains plans d'agrandissement d'installations et projets récemment annoncés ont été annulés ou différés. En outre, certaines installations en exploitation ont réduit leur production.

En 1998, la production mondiale d'uranium ne couvrait que 59 % environ des besoins mondiaux des réacteurs. Dans les pays Membres de l'OCDE, la production de 1998 a permis de satisfaire 39 % seulement de la demande. Le reste des besoins est couvert grâce à des sources secondaires, notamment aux stocks civils et militaires, au retraitement de l'uranium et au ré-enrichissement de l'uranium appauvri.

La différence entre la production et la demande d'uranium a une incidence cumulée notable. Le déficit de la production d'uranium a été pour une large part comblé par des déstockages au plan

mondial. Rien ne semble indiquer actuellement que cet état de chose se soit modifié de façon appréciable.

Depuis près d'une vingtaine d'années, d'importantes quantités d'uranium sous forme d'excédents de stocks ont été mises sur le marché. S'il subsiste encore certaines incertitudes, il est manifeste que les stocks continueront de jouer un rôle important en tant que source secondaire au cours des prochaines années. L'introduction récente sur le marché d'uranium faiblement enrichi obtenu par mélange à partir de l'uranium hautement enrichi provenant d'armes nucléaires russe, constitue une autre source nouvelle importante d'approvisionnement qui devient disponible. Viennent s'ajouter à ces sources, le recours croissant, encore que limité, au combustible MOX et à l'uranium retraité, de même que le ré-enrichissement des résidus appauvris des installations d'enrichissement.

Il est donc probable que la plupart des ces autres sources d'approvisionnements viendront encore compléter la production d'uranium au cours des dix à quinze prochaines années, voire au-delà. La production d'uranium continuera cependant à satisfaire la majeure partie des besoins. Cette offre proviendra avant tout des producteurs plus efficaces et à meilleur coût qui se sont adaptés à des prix en baisse sur le marché. Bon nombre d'installations moins performantes, généralement de petite taille, produisant de l'uranium à partir de ressources plus coûteuses, ont suspendu leur production. Elles ont été remplacées par des installations plus importantes qui font jouer les économies d'échelle et ont recours à des technologies améliorées pour produire de l'uranium à partir de ressources récupérables à des coûts moins élevés. La disponibilité d'autres sources d'approvisionnement et l'accès à de l'uranium produit à bon marché devraient maintenir à un niveau modeste les pressions à la hausse s'exerçant sur les prix de marché de l'uranium au cours de la prochaine décennie ou plus longtemps. Il convient de noter cependant, qu'une interruption au niveau de l'une quelconque des principales sources d'approvisionnement pourrait entraîner un déséquilibre du marché et une hausse des prix jusqu'à ce que, sous l'effet des forces du marché, un nouvel équilibre s'établisse.

La demande d'uranium à court terme est déterminée par la puissance nucléaire installée. Malgré les incertitudes quant à l'évolution possible de cette puissance, les besoins à court terme sont assez prévisibles. La plupart des centrales nucléaires sont déjà en service, et les délais de construction et de réalisation de nouvelles tranches dans certains pays sont assez bien établis. La fermeture précoce de réacteurs nucléaires est également une source d'incertitude. Une diminution de la puissance nucléaire installée est envisageable essentiellement dans les pays qui possèdent des tranches nucléaires anciennes et où la restructuration du secteur de l'électricité pourrait avoir un impact sur la durée de vie des centrales nucléaires.

Les préoccupations que suscite la sécurité à long terme des approvisionnements en combustibles fossiles, et la prise de conscience de l'intérêt écologique des centrales nucléaires qui ne contribuent ni aux pluies acides, ni au réchauffement de la planète pas plus qu'à l'appauvrissement de la couche d'ozone, peuvent provoquer, à long terme, un accroissement plus fort que prévu de la demande d'uranium. En particulier, l'importance croissante que revêt le débat sur les gaz à effet de serre et le réchauffement de la planète laisse entrevoir une attitude plus favorable à l'égard de l'énergie nucléaire en tant que solution satisfaisante dans le cadre d'un développement durable à long terme.

DÉFINITIONS ET TERMINOLOGIE

Seuls des changements mineurs ont été apportés à la terminologie et aux définitions AEN/AIEA en matière de ressources depuis les modifications qui ont été introduites dans l'édition de décembre 1983 du Livre rouge. La seule exception notable a été l'introduction, dans l'édition de 1993 du Livre rouge, d'une nouvelle tranche de coût, à savoir celle des ressources récupérables à un coût inférieur ou égal à 40 \$ par kg d'U. Cette tranche de coût a été introduite afin de disposer d'une tranche correspondant davantage aux prix en vigueur sur le marché de l'uranium.

ESTIMATIONS RELATIVES AUX RESSOURCES

Les estimations des ressources sont divisées en catégories distinctes correspondant à des degrés différents de certitude quant aux quantités indiquées. Les ressources sont en outre subdivisées en tranches sur la base du coût de production. *Toutes les estimations de ressources sont exprimées en tonnes métriques (t) d'uranium (U) récupérable, plutôt qu'en oxyde d'uranium (U_3O_8)*. Les estimations se rapportent aux quantités d'uranium récupérables à partir du minerai exploitable, sauf indication contraire (voir d).

a) Définition des catégories de ressources

Les ressources sont classées en ressources soit classiques, soit non classiques. Les ressources classiques sont celles qui ont, de longue date, fait l'objet d'une production, l'uranium étant alors obtenu comme produit primaire, co-produit ou sous-produit important (par exemple de l'extraction de l'or). Les ressources à très faible teneur ou à partir desquelles l'uranium est uniquement récupérable en tant que sous-produit d'importance secondaire, sont considérées comme des ressources non classiques. Les ressources classiques sont en outre ventilées, en fonction du degré différent de certitude de leur existence, selon les catégories définies comme suit :

Par **Ressources Raisonnablement Assurées (RRA)**, on entend l'uranium qui se trouve dans des gisements de minerais connus, dont l'étendue, la teneur et la configuration, qui ont été déterminées, permettent de spécifier les quantités susceptibles d'être récupérées, dans les limites de coûts à la production données, grâce aux techniques d'extraction et de traitement actuellement éprouvées. Les estimations de tonnage et de teneur sont fondées sur des données résultant d'échantillonnages spécifiques et sur une délimitation précise des dimensions des gisements, ainsi que sur la connaissance des caractéristiques de ces derniers. L'existence des Ressources Raisonnablement Assurées présente un haut degré de certitude.

Par **Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I (RSE-I)**, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RRA, dont on présume la présence en se fondant surtout sur des données géologiques directes, dans des prolongements de gisements bien explorés ou des gisements dans lesquels la continuité géologique a été établie, mais pour lesquels certaines données, notamment les

Figure 1. **Corrélations approximatives entre les expressions utilisées dans les principaux systèmes de classification de ressources**

	← RESSOURCES CONNUES →		← RESSOURCES NON DÉCOUVERTES →			
AEN/AIEA	RAISONNABLEMENT ASSURÉES		SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES I	SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES II	SPÉCULATIVES	
Australie	RAISONNABLEMENT ASSURÉES		SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES I	NON DÉCOUVERTES		
Ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources du Canada	MÉSUREES	INDIQUÉES	PRÉSUMÉES	PRONOSTIQUÉES	SPÉCULATIVES	
France	RÉSERVES I	RÉSERVES II	PERSPECTIVE I	PERSPECTIVE II		
Allemagne	PROUVÉES	PROBABLE	POSSIBLE	PRONOSTIQUÉES	SPÉCULATIVES	
Ministère de l'Énergie des États-Unis	RAISONNABLEMENT ASSURÉES		SUPPLÉMENTAIRES ESTIMÉES		SPÉCULATIVES	
Fédération de Russie, Kazakhstan, Ouzbékistan, Ukraine	A + B	C 1	C 2	P1	P2	P3

Les termes indiqués sur la figure ne sont pas strictement comparables car les critères utilisés dans les différents systèmes ne sont pas identiques. Des zones de recoupement dans les corrélations sont inévitables, en particulier à mesure que les ressources deviennent moins assurées. Néanmoins, le schéma présente une approximation raisonnable du caractère comparable de ces expressions.

mesures de ces gisements, ainsi que la connaissance des caractéristiques de ces derniers, sont considérées comme ne permettant pas de classer ces ressources en tant que RRA. Les estimations du tonnage, de la teneur et du coût de la poursuite de la délimitation ainsi que de la récupération se fondent sur l'échantillonnage disponible, de même que sur la connaissance que l'on a des caractéristiques du gisement telles qu'elles ont été déterminées dans les parties les mieux connues de ce dernier ou dans des gisements analogues. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles concernant les RRA.

Par *Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie II (RSE-II)*, on entend les quantités d'uranium s'ajoutant aux RSE-I, dont on suppose la présence dans des gisements pour lesquels on dispose d'indications surtout indirectes et que l'on estime exister dans des formations ayant des caractéristiques géologiques bien définies ou dans des zones de minéralisation comportant des gisements connus. Les estimations de tonnage, de teneur et de coût de localisation, de délimitation et de récupération se fondent principalement sur la connaissance que l'on a des caractéristiques des gisements connus existant dans les formations géologiques ou zones de minéralisation où ces ressources sont situées, ainsi que sur l'échantillonnage ou les données géologiques, géophysiques ou géochimiques disponibles. Les estimations relatives à cette catégorie sont moins fiables que celles concernant les RSE-I.

Par *Ressources Spéculatives (RS)*, on entend les quantités d'uranium venant s'ajouter aux Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie II, dont on admet l'existence principalement sur la base d'indications indirectes et d'extrapolations géologiques dans des gisements susceptibles d'être découverts à l'aide des techniques de prospection existantes. La localisation des gisements entrant dans cette catégorie ne peut en général pas être plus précise que leur situation au sein d'une région déterminée ou dans une formation géologique donnée. Comme l'appellation le sous-entend, l'existence et l'importance de telles ressources sont spéculatives.

La figure 1 montre la corrélation entre les catégories de ressources définies ci-dessus et celles utilisées dans les systèmes de classification des ressources en uranium de certains pays.

b) Tranches de coûts

Les tranches de coût utilisées dans ce rapport sont les mêmes que celles spécifiées dans l'édition de 1995 du Livre rouge. Ces tranches de coût sont définies comme suit : inférieur ou égal à 40 \$ par kg d'U ; inférieur ou égal à 80 \$ par kg d'U ; inférieur ou égal à 130 \$ par kg d'U ; et inférieur ou égal à 260 \$ par kg d'U. Dans la présente édition, les coûts sont exprimés en dollars des États-Unis au 1er janvier 1999.

NOTE : Les tranches de coûts ne sont pas conçues pour refléter les fluctuations des conditions du marché.

Pour convertir les coûts exprimés en \$ par livre d' U_3O_8 en \$ par kg d'U, un coefficient de 2,6 a été utilisé (par exemple 40 \$/kg d'U = 15,38 \$ par livre d' U_3O_8 ; 80 \$/kg d'U = 30,77 \$ par livre d' U_3O_8 et 130 \$/kg d'U = 50 \$ par livre d' U_3O_8).

La conversion des autres monnaies en dollars des États-Unis doit être faite en utilisant les taux de change en vigueur au 1er janvier 1999. Toutes les catégories de ressources sont définies en terme de coût de l'uranium récupéré au niveau de l'usine de traitement des minerais.

Pour estimer le coût de production en vue de répartir les ressources entre ces tranches de coûts, on a tenu compte des éléments de coût qui suivent.

les coûts directs d'extraction, de transport et de traitement des minerais d'uranium ;
les coûts des activités connexes liées à l'environnement et à la gestion des déchets ;
les coûts d'entretien des unités de production qui ne sont pas en service, le cas échéant ;
dans le cas des projets en cours, la partie des coûts en capital qui n'est pas encore amortie ;
le coût en capital relatif à la mise en place de nouvelles unités de production, y compris les coûts financiers, le cas échéant ;
les coûts indirects, tels que les frais généraux du siège, les impôts et les redevances, le cas échéant ;
les coûts futurs de prospection et d'aménagement nécessaires pour délimiter de nouveaux gisements afin de parvenir au stade permettant d'en extraire le minerai.

Les coûts déjà amortis n'ont généralement pas été pris en compte.

c) Relations entre les catégories de ressources

La figure 2 illustre les relations existant entre les différentes catégories de ressources. On a porté, en abscisse, le degré de certitude quant à l'existence des tonnages donnés en fonction du niveau des connaissances géologiques et, en ordonnée, le niveau de coût d'exploitation de ces tonnages dans les différentes tranches considérées.

La ligne de tirets entre les RRA, les RSE-I, les RSE-II, et les RS dans la tranche des coûts les plus élevés indique que les distinctions relatives au degré de certitude ne sont pas toujours claires. La zone hachurée signifie que les ressources connues (c'est-à-dire les RRA plus les RSE-I), récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$ par kg d'U, revêtent une importance particulière car elles alimentent la plupart des centres de production EXISTANTS et COMMANDES du monde. Les RRA récupérables aux prix du marché constituent ce que l'on qualifie habituellement de « Réserves ».

Comme les ressources entrant dans les catégories des RSE-II et des RS sont non découvertes, il n'a pas toujours été possible, à partir des informations disponibles, de les subdiviser en différentes tranches de coûts, ainsi que le montre la ligne horizontale de tirets tracée entre les tranches de coûts.

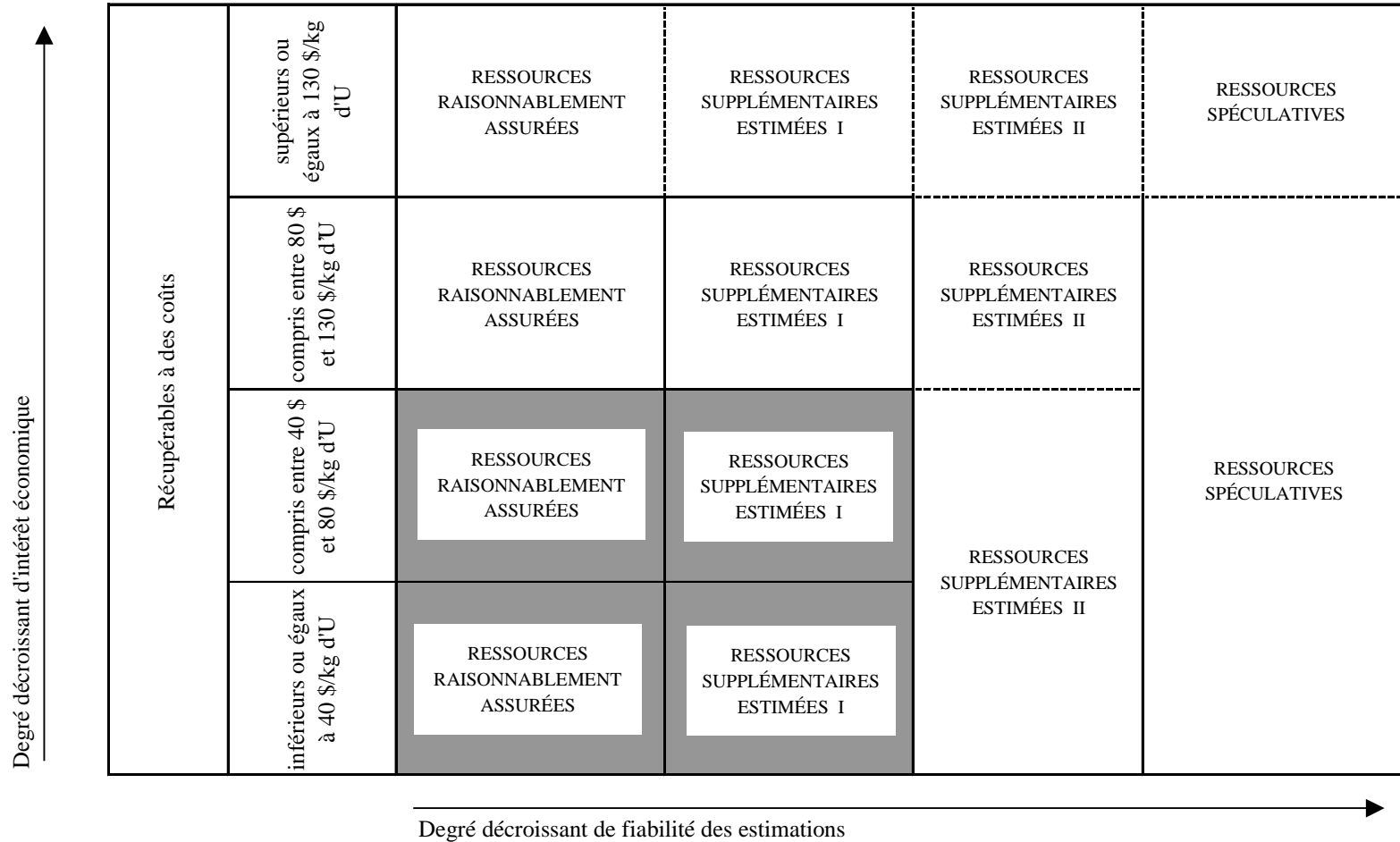
d) Ressources récupérables

Les estimations de ressources sont exprimées en termes de tonnes d'U récupérable, c'est-à-dire des quantités d'uranium récupérable à partir du minerai exploitable, par opposition aux quantités d'uranium contenu dans le minerai exploitable ou quantités in situ. En conséquence, les pertes en cours d'extraction et les pertes en cours de traitement du minerai ont été toutes deux déduites dans la plupart des cas. Les exceptions à cette règle sont indiquées dans les tableaux. Les ressources in situ sont les ressources récupérables présentes dans le sol, compte non tenu des pertes en cours d'extraction et de traitement.

e) Types de ressources

Afin de mieux cerner la situation des ressources en uranium, il est fait référence aux différents types géologiques de gisements contenant les ressources et une distinction est établie entre ressources classiques et ressources non classiques, comme indiquées ci-après.

Figure 2. Schéma de classification AEN/AIEA des ressources récupérables en uranium



Types géologiques de gisements d'uranium

Les principales ressources mondiales en uranium peuvent se répartir, d'après le contexte géologique dans lequel elles se trouvent, en quinze types de gisements, à savoir :

1. gisements liés à des discordances ;
2. gisements renfermés dans des grès ;
3. gisements liés à des conglomérats à galets de quartz ;
4. gisements filoniens ;
5. gisements liés à des complexes bréchiques ;
6. gisements intrusifs ;
7. gisements associés aux phosphates ;
8. gisements en remplissage de cheminées bréchiques ;
9. gisements volcaniques ;
10. gisements superficiels ;
11. gisements métasomatiques ;
12. gisements métamorphiques ;
13. lignites ;
14. gisements de schistes noirs ;
15. autres types de gisements (phosphates, monazite, charbon, etc.).

On trouvera à l'Annexe 3 une description plus détaillée des types de gisements.

TERMINOLOGIE POUR LA PRODUCTION¹

a) Centres de production

Par CENTRE DE PRODUCTION, au sens du présent rapport, on entend une unité de production composée d'une ou de plusieurs installations de traitement de minerais, d'une ou de plusieurs mines connexes, et les ressources qui l'alimentent. Afin de décrire les centres de production, ceux-ci ont été divisés en quatre catégories, à savoir :

- i) Les centres de production EXISTANTS sont ceux actuellement en état de fonctionner ; cette catégorie comprend aussi des installations fermées mais qui pourraient facilement être remises en service.
- ii) Les centres de production COMMANDÉS sont ceux qui sont en construction ou dont la construction fait l'objet de commandes fermes.
- iii) Les centres de production PRÉVUS sont ceux qui sont prévus, sur la base d'études de faisabilité achevées ou en cours, mais pour la construction desquels aucune commande n'a encore été passée. Cette catégorie comprend également les installations fermées dont la remise en service exigerait des dépenses notables.
- iv) Les centres de production ENVISAGÉS sont ceux qui pourraient être alimentés par des RRA et des RSE-I, c'est-à-dire des « ressources connues », mais pour la construction desquels aucun plan n'a encore été établi.

1. *Manual on the Projection of Uranium Production Capability*, General Guidelines, Collection Rapports techniques, n°238, AIEA, Vienne, 1984.

b) Capacité de production et capacité théorique de production

Le terme CAPACITÉ DE PRODUCTION désigne le niveau de production nominale, fondé sur la conception de l'usine et des installations, au cours d'une période prolongée dans des conditions normales d'exploitation commerciale.

Le terme CAPACITÉ THÉORIQUE DE PRODUCTION se rapporte à une estimation du niveau de production qui pourrait être atteint dans la pratique et de façon réaliste, moyennant des circonstances favorables, à partir de l'usine et des installations dans n'importe lequel des centres de production décrits ci-dessus, compte tenu de la nature des ressources qui les alimentent.

Les projections relatives à la capacité théorique de production reposent sur les seules RRA et/ou les RSE-I. L'une des projections est présentée sur la base des ressources récupérables à un coût inférieur ou égal à 80 \$ par kg d'U.

TERMINOLOGIE POUR LA DEMANDE

Les BESOINS DES CENTRALES NUCLÉAIRES se réfèrent aux acquisitions d'uranium et *non* à la consommation.

UNITÉS

On a utilisé, dans tous les textes et tableaux, les unités du système métrique. Les ressources et les quantités produites sont exprimées en tonnes métriques (t) d'uranium contenu (U) plutôt que d'oxyde d'uranium (U_3O_8).

$$\begin{aligned} 1 \text{ tonne courte d}'U_3O_8 &= 0,769 \text{ t d}'U \\ 1 \text{ \$ par livre d}'U_3O_8 &= 2,6 \text{ \$ par kg d}'U \end{aligned}$$

Les dépenses de prospection sont données en dollars des États-Unis. Les conversions à partir d'autres monnaies ont été effectuées à l'aide de la moyenne des taux de change de l'année où les dépenses ont été encourues.

TERMINOLOGIE GÉOLOGIQUE

a) Indice uranifère

Concentration anormale d'uranium à l'état naturel.

b) Gisement d'uranium

Concentration naturelle de matières minérales à partir de laquelle l'uranium pourrait être exploité à l'heure actuelle ou à l'avenir.

I. OFFRE D'URANIUM

Ce chapitre dresse un bilan de l'état actuel des ressources, de la prospection et de la production d'uranium dans le monde. On y trouvera en outre une présentation et une analyse des capacités théoriques de production à l'horizon 2015 dans les pays qui en ont fait état. La dernière section de ce chapitre est consacrée à certains aspects environnementaux de l'extraction et du traitement de l'uranium et du démantèlement des installations de production.

A. RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues

Les ressources classiques connues (RCC) comprennent les Ressources Raisonnablement Assurées (RRA) et les Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I (RSE-I) récupérables à un coût inférieur ou égal à 130 \$/kg d'U (≤ 130 \$/kg d'U). Le tableau 1 résume, par catégorie de ressources et de coûts, l'évolution des RCC entre l'édition de 1997 du Livre rouge et la présente édition. Les estimations actuelles des RRA et des RSE-I sont présentées pour chaque pays dans les tableaux 2 et 3 respectivement. Ces tableaux ne font pas mention des 70 000 t d'U que la Chine a mentionnées parmi les RCC sans indiquer à quelle catégorie de ressources ou de coûts elles appartenaient ni des 77 750 t d'U indiquées par l'Inde sans mention de coût, dont 52 550 t entrent dans la catégorie des RRA et 25 200 t dans celle des RSE-I.

Tableau 1. **Évolution des ressources classiques connues entre 1997 et 1999**
(milliers de t d'U)

Catégorie de ressource	1997	1999	Variation
RCC (Total)			
≤ 130 \$/kg d'U	4 299	3 954	- 345
≤ 80 \$/kg d'U	3 085	3 002	- 83
≤ 40 \$/kg d'U*	> 923	> 1 254	> 331
RRA			
≤ 130 \$/kg d'U	3 220	2 964	- 256
≤ 80 \$/kg d'U	2 340	2 274	- 66
≤ 40 \$/kg d'U*	> 666	> 916	> 250
RSE-I			
≤ 130 \$/kg d'U	1 079	990	- 89
≤ 80 \$/kg d'U	745	728	- 17
≤ 40 \$/kg d'U*	> 257	> 338	> 81

* Les chiffres indiqués pour les ressources récupérables à un coût inférieur ou égal à 40 \$/kg d'U sont des estimations minimales car plusieurs pays ont fait savoir qu'ils ne disposaient pas d'estimations détaillées ou que ces données étaient confidentielles.

Tableau 2. **Ressources Raisonnablement Assurées (milliers de t d'U au 1.1.1999)**

PAYS	Tranches de coût				
	≤ \$40/kgU	\$40-80/kgU	≤ \$80/kgU	\$80-130/kgU	≤ \$130/kgU
Afrique du Sud	121.00	111.90	232.90	59.90	292.80
Algérie (a) (e) *	–	–	26.00	–	26.00
Allemagne	0	0	0	3.00	3.00
Argentine	2.64	2.60	5.24	2.24	7.48
Australie	n.d.	n.d.	607.00	109.00	716.00
Brésil (a)	56.10	105.90	162.00	0	162.00
Bulgarie (a) **	2.22	5.61	7.83	0	7.83
Canada	284.56	41.86	326.42	–	326.42
Centrafricaine, République (e) *	–	–	8.00	8.00	16.00
Danemark (e) *	0	0	0	27.00	27.00
Espagne	0	–	3.10	3.62	6.72
États-Unis	n.d.	–	106.00	249.00	355.00
Finlande (a)	0	0	0	1.50	1.50
France	n.d.	–	12.46	1.78	14.24
Gabon**	4.83	–	4.83	0	4.83
Grèce *	1.00	–	1.00	–	1.00
Hongrie (a)	0	0	0	0	0
Inde (a)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Indonésie (a)	–	–	–	–	6.27
Iran, République islamique d'	0	0	0	0.49	0.49
Italie (e) *	–	–	4.80	0	4.80
Japon (e)	n.d.	n.d.	n.d.	–	6.60
Kazakhstan (a)	320.74	115.88	436.62	162.04	598.66
Malawi (a)	–	–	11.70	–	11.70
Mexique (a) (e) *	0	0	0	1.70	1.70
Mongolie (a) **	10.60	51.00	61.60	–	61.60
Namibie	67.24	82.03	149.27	31.24	180.51
Niger	43.59	27.53	71.12	0	71.12
Ouzbékistan	65.62	0	65.62	17.49	83.09
Pérou (a)	–	–	1.79	0	1.79
Portugal (b)	–	–	7.47	0	7.47
République tchèque (b)	0	4.11	4.11	2.88	6.99
Roumanie	–	–	–	–	6.61
Russie, Fédération de (a)	64.30	76.60	140.90	–	140.90
Slovénie	0	–	2.20	0	2.20
Somalie (a) (e) *	–	–	0	6.60	6.60
Suède (e)	0	0	0	4.00	4.00
Thaïlande	–	–	–	–	0.01
Turquie (a) (e)	–	–	9.13	–	9.13
Ukraine (a)	–	–	42.60	38.40	81.00
Viet Nam (e)	–	n.d.	–	–	1.34
Zaïre (a) (e) *	–	–	1.80	–	1.80
Zimbabwe (a) *	n.d.	n.d.	1.80	0	1.80
Total (c)	> 1 044.44	> 625.02	2 515.31	729.88	3 266.00
Total corrigé (d)	> 916.00	> 531.00	2 274.00	660.00	2 964.00

– Aucune ressource indiquée.

n.d. = données non disponibles.

(a) Ressources in situ.

(b) Ressources exploitables.

(c) Les ressources totales dans les tranches de coût < \$40/kg d'U et compris entre \$40 et 80/kg d'U sont supérieures aux chiffres indiqués dans les tableaux, car certains pays n'indiquent pas d'estimations de ressources principalement pour des raisons de confidentialité.

(d) Corrigé par le Secrétariat pour tenir compte des pertes estimées en cours d'extraction et de traitement, non prises en considération dans certaines estimations.

(e) Évaluation non réalisée au cours des cinq dernières années, ou ne figurant pas dans les réponses en 1999.

* Données tirées de la précédente édition du Livre rouge.

** Données tirées de la précédente édition du Livre rouge, déduction faite de la production en 1997 et 1998.

Tableau 3. Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I (en milliers de t d'U, au 1.1.1999)

PAYS	Tranches de coût				
	≤ \$40/kgU	\$40-80/kgU	≤ \$80/kgU	\$80-130/kgU	≤ \$130/kgU
Afrique du Sud	48.10	18.70	66.80	9.60	76.40
Algérie (a) (e) *	–	–	0.70	1.00	1.70
Allemagne	0	0	0	4.00	4.00
Argentine	2.03	0.35	2.38	0.07	2.45
Australie	n.d.	–	147.00	47.00	194.00
Brésil (a) (e)	n.d.	–	100.20	0	100.20
Bulgarie (a) *	2.20	6.20	8.40	–	8.40
Canada	87.01	19.58	106.59	0	106.59
Danemark (e) *	–	–	0	16.00	16.00
Espagne	0	0	0	7.54	7.54
France	n.d.	–	0.55	–	0.55
Gabon	1.00	–	1.00	–	1.00
Grèce *	–	–	6.00	0	6.00
Hongrie (a)	0	0	0	18.40	18.40
Inde (a)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Indonésie (a) *	–	–	–	–	1.67
Iran, République islamique d'	–	–	–	–	0.88
Italie (e) *	–	–	0	1.30	1.30
Kazakhstan (a)	113.20	82.40	195.60	63.70	259.30
Mexique (a) (e) *	–	–	0	0.70	0.70
Mongolie (a) *	11.00	10.00	21.00	0	21.00
Namibie (a)	70.55	20.27	90.82	16.69	107.51
Niger*	0	0	0	18.58	18.58
Ouzbékistan	39.85	0	39.85	7.14	46.99
Pérou (a)	–	–	1.86	0	1.86
Portugal (a)	–	–	–	–	1.45
République tchèque (b)	0	–	1.11	21.55	22.66
Roumanie	–	–	–	–	8.95
Russie, Fédération de (a)	17.20	19.30	36.50	0	36.50
Slovénie	–	–	5.00	5.00	10.00
Somalie (a) (e) *	–	–	0	3.40	3.40
Suède (e)	0	0	0	6.00	6.00
Thaïlande	–	–	–	–	0.01
Ukraine (a)	–	–	20.00	30.00	50.00
Viet Nam (e)	n.d.	–	0.49	6.25	6.74
Zaïre (a) (e) *	–	–	1.70	0	1.70
Total (c)	> 392.14	> 176.80	853.55	283.92	1 150.43
Total corrigé (d)	> 338.00	> 145.00	728.00	250.00	990.00

– Aucune ressource indiquée.

n.d. = données non disponibles.

(a) Ressources in situ.

(b) Ressources exploitables.

(c) Les ressources totales dans les tranches de coût < \$40/kg d'U et compris entre \$40–80/kg d'U sont supérieures aux sous-totaux et totaux indiqués dans les tableaux, car certains pays n'indiquent pas d'estimations de ressources, principalement pour des raisons de confidentialité.

(d) Corrigé par le Secrétariat pour tenir compte des pertes estimées en cours d'extraction et de traitement, non prises en considération dans certaines estimations.

(e) Évaluation non réalisée au cours des cinq dernières années, ou ne figurant pas dans les réponses en 1999.

* Données tirées de la précédente édition du Livre rouge.

Répartition des ressources classiques connues par catégorie et par tranche de coût

Comme on peut le voir dans le tableau 4, c'est en Afrique du Sud, en Australie et au Canada que l'on observe quelques-unes des variations les plus importantes survenues entre 1997 et 1999 dans les ressources classiques connues. Les figures 3 et 4 montrent respectivement les répartitions des RRA et des RSE-I entre les pays dotés d'importantes ressources.

Dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 \$/kg d'U, le total mondial (corrigé pour tenir compte des pertes estimées en cours d'extraction et de traitement) a diminué d'environ 256 000 t d'U par rapport à l'édition précédente. Cette évolution s'explique par des révisions à la baisse dans certains pays, par la suppression des ressources indiennes et par une réduction due à la production au cours de la période couverte par le rapport (environ 70 000 t d'U). Dans l'ensemble, les augmentations des ressources ne suffisent pas à compenser les diminutions. Ces commentaires sont valables également pour les RRA récupérables à un coût inférieur ou égal à 80 \$/kg d'U. En revanche, les RRA récupérables à un coût inférieur ou égal à 40 \$/kg d'U se sont accrues de 250 000 t d'U. Il s'agit essentiellement dans ce cas de ressources canadiennes notifiées pour la première fois dans cette catégorie de coût.

S'agissant des RSE-I récupérables à un coût inférieur ou égal à 130 \$/kg d'U, la diminution, de 89 000 t d'U, est moins prononcée. Quant aux RES-I dans la tranche de coût inférieur ou égal à 80 \$/kg d'U, elles accusent une baisse d'environ 17 000 t d'U. Cependant, dans la tranche de coût inférieur ou égal à 40 \$/kg d'U, les RSE-I se sont accrues de 81 000 t d'U. Là encore, cette progression s'explique par des ressources que le Canada mentionne pour la première fois dans cette catégorie de coût.

Disponibilité de ressources

Afin d'estimer la disponibilité des ressources en vue de la production, les pays avaient été invités à indiquer le pourcentage des RCC (RRA et RSE-I) récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 \$/kg d'U et à 80 \$/kg d'U, qui est tributaire de centres de production existants et commandés. Sur 23 pays producteurs au total, 12 ont présenté des estimations. Les autres se sont abstenus de le faire pour des raisons de confidentialité. Les ressources tributaires des centres de production existants et commandés représentent plus de 330 000 t d'U pour la tranche de coût inférieur ou égal à 40 \$/kg d'U et plus de 1 270 000 t d'U pour la tranche de coût inférieur ou égal à 80 \$/kg d'U.

Tableau 4. Principales évolutions des ressources classiques (milliers de t d'U)

Pays	Catégorie de ressource	1997	1999	Variation	Explications
Afrique du Sud	RRA ≤40\$/kg d'U	110.5	121	10.5	Réévaluation due essentiellement à des modifications du taux de change rand/dollar
Australie	RRA ≤80\$/kg d'U	622	607	-15	Essentiellement due à la production
	RSE-I ≤80\$/kg d'U	136	147	11	Réévaluation
Canada	RCC ≤40\$/kg d'U	Non indiqué	371.57	371.5	Nouvelles estimations

Figure 3. Répartition des Ressources Raisonnablement Assurées (RRA) entre les pays détenteurs de la plus grande partie des RRA

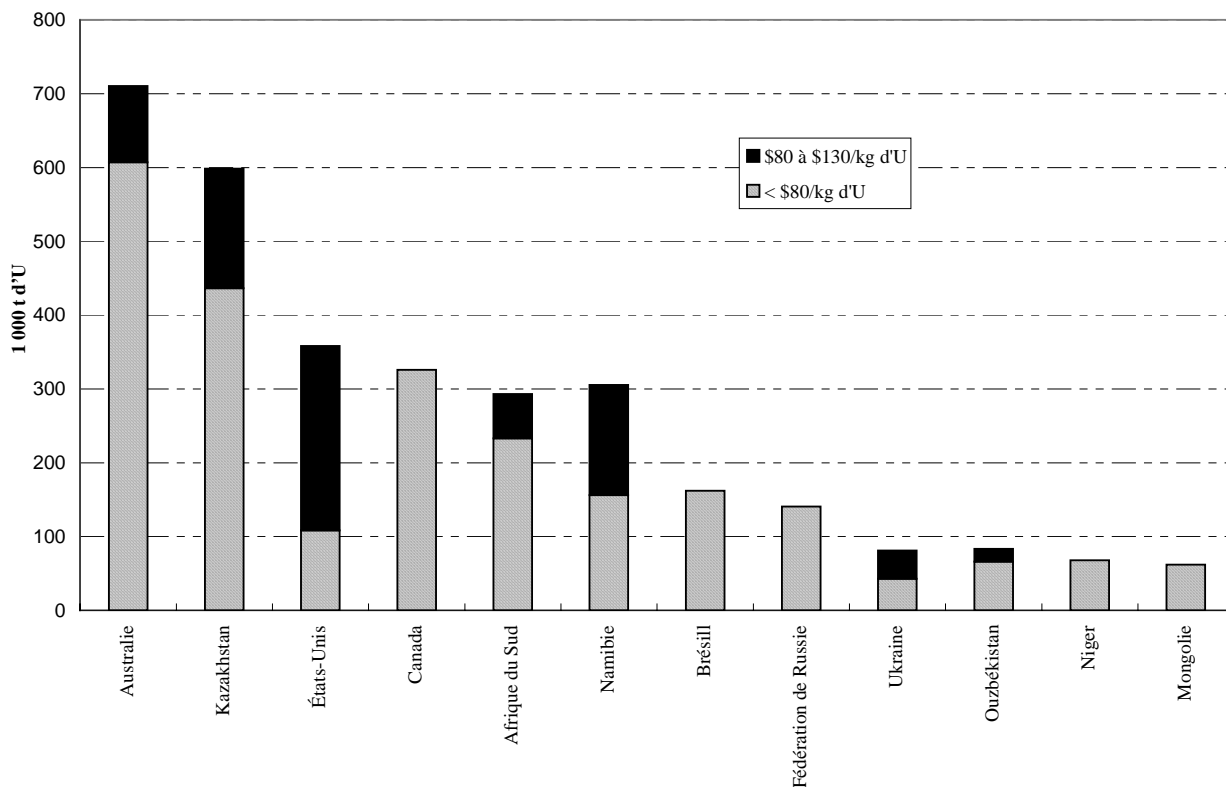
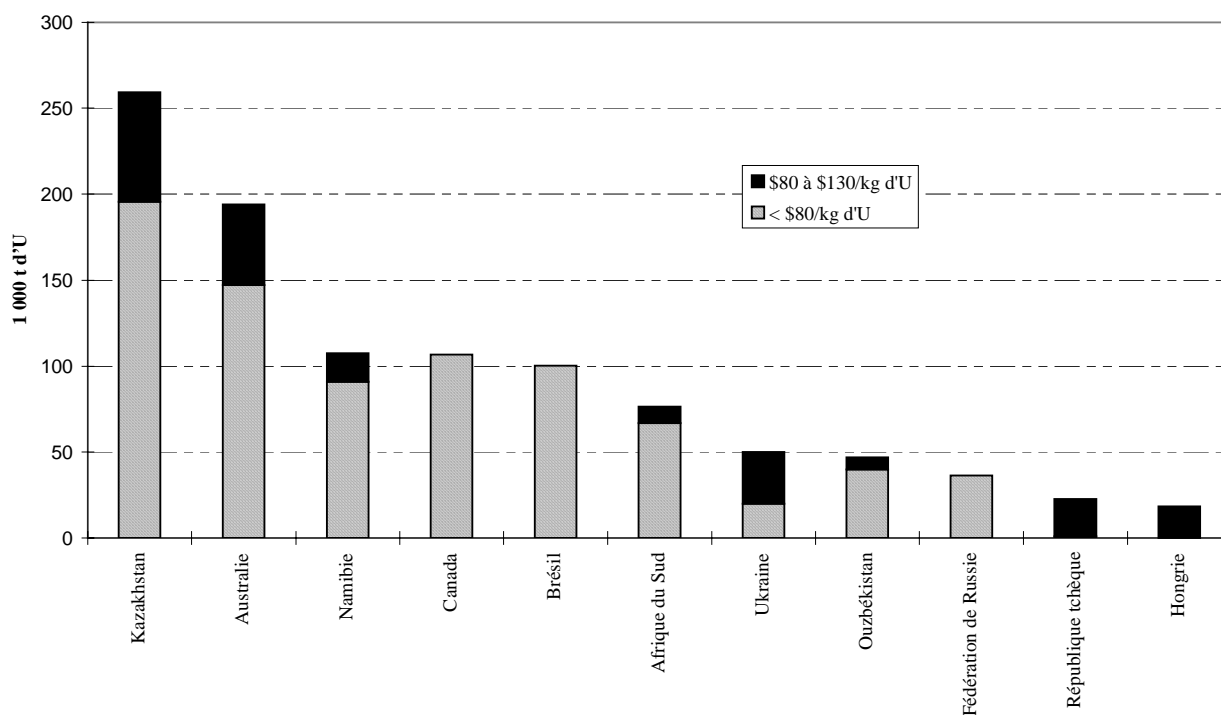


Figure 4. Répartition des Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I (RSE-I) entre les pays détenteurs de la plus grande partie des RSE-I



Autres ressources connues

Dans les précédentes éditions du Livre rouge, une catégorie « **Autres ressources connues** » avait été introduite afin de présenter des données sur des ressources notifiées qui ne correspondaient pas de façon rigoureuse aux catégories standard utilisées par l'AEN/AIEA. Le tableau correspondant ne figure pas dans la présente édition.

Ressources classiques non découvertes

Les ressources classiques non découvertes comprennent à la fois les Ressources Supplémentaires Estimées – catégorie II (RSE-II) et les Ressources Spéculatives (RS). Les RSE-II se rapportent à de l'uranium dont on présume la présence dans des formations ayant des caractéristiques géologiques bien définies ou dans des zones de minéralisation renfermant des gisements connus. Les RS correspondent à de l'uranium dont on suppose l'existence dans des zones géologiquement favorables mais encore inexploitées. On considère par conséquent que les RSE-II présentent un degré de certitude plus élevé que les RS. Les quantités correspondant à ces deux catégories de ressources classiques non découvertes figurent dans le tableau 5. Un certain nombre de pays n'ont pas fait mention de ressources classiques non découvertes dans leur contribution à l'édition de 1999 du Livre rouge. D'autres pays ont indiqué qu'ils ne procèdent pas à une évaluation systématique de ce type de ressources.

Étant donné le faible nombre de pays ayant indiqué des RSE-II récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 \$/kg d'U, cette catégorie ne figure pas dans le tableau 5. Par rapport à la dernière édition, seuls des changements mineurs ont été signalés en ce qui concerne aussi bien les RSE-II que les Ressources Spéculatives. La totalité ou presque de ces ressources sont indiquées en tant que ressources in situ.

D'après les quantités classées par les pays Membres dans la catégorie des RSE-II, environ 2,3 millions de t d'U seraient récupérables à un coût inférieur ou égal à 130 \$/kg d'U et approximativement 1,5 million de t d'U à un coût inférieur ou égal à 80 \$/kg d'U, chiffres légèrement inférieurs à ceux indiqués dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

Il convient de noter que les États-Unis ne dissocient pas les RSE-I des RSE-II. Dans le cadre de ce rapport, toutes les RSE indiquées par les États-Unis ont été classées dans les RSE-II, bien qu'un pourcentage, que l'on ignore, relève des RSE-I.

Les informations relatives aux quantités de RS dans le monde sont incomplètes. Le chiffre total estimé pour les pays qui ont fourni des informations s'élève à 3,04 millions de t d'U pour la tranche de coût inférieure ou égale à 130 \$/kg d'U. À cela, il faut ajouter près de 6,12 millions de t d'U dont le coût de production n'a pas été estimé. La quantité totale de RS indiquée représente donc 9,16 millions de t d'U.

Ressources non classiques et autres produits

Le présent rapport ne comporte pas de chapitre consacré aux ressources non classiques, car seuls quelques pays ont fourni des informations pertinentes.

Tableau 5. Ressources classiques non découvertes notifiées au 1.1.1999 (en milliers de t d'U)*

PAYS	Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II		Ressources spéculatives		
	Tranches de coût		Tranches de coût		
	≤ \$80/kgU	≤ \$130/kgU	≤ \$130/kgU	Tranche de coût indéterminée	Total
Afrique du Sud	35	148	n.d.	1 113	1 113
Allemagne	0	0	0	74	74
Argentine	0	1	n.d.	n.d.	n.d.
Brésil	120	120	0	500	500
Bulgarie (a)	2	2	16	–	16
Canada (b)	50	150	700	–	700
Chili (a)	n.d.	n.d.	n.d.	5	5
Chine (a)	n.d.	n.d.	–	1 770	1 770
Colombie (a)	–	11	217	–	217
Danemark	–	–	50	10	60
États-Unis (c)	839	1 273	858	1 340	2 198
Gabon (a)	2	2	0	0	0
Grèce (a)	6	6	0	0	0
Hongrie	0	13	0	0	0
Inde (e)	n.d.	13	n.d.	17	17
Indonésie	–	–	–	2	2
Iran, République islamique d'	0	5	5	5	10
Italie (a)	–	–	–	10	10
Kazakhstan	290	310	500	0	500
Mexique (a)	–	3	–	10	10
Mongolie	0	0	1 390	–	1 390
Ouzbékistan (d)	48	68	–	102	102
Pérou	7	20	20	6	25
Portugal	–	2	5	0	5
République tchèque	5	10	0	179	179
Roumanie	–	2	3	0	3
Russie, Fédération de	56	105	544	456	1 000
Slovénie	–	1	–	–	–
Ukraine	n.d.	4	n.d.	231	231
Vénézuela (a)	–	–	–	163	163
Viêt Nam	n.d.	6	100	130	230
Zambie (a)	0	22	0	0	0
Zimbabwe (a)	0	0	25	0	25
Total (indiqué par les pays)**	1 460	2 295	3 043	6 121	9 164

* Les ressources non découvertes sont généralement indiquées en tant que ressources in situ.

** Les totaux ne sont pas complètement représentatifs des ressources classiques non découvertes mondiales.

Les totaux peuvent ne pas être égaux à la somme des composants, ces derniers ayant été arrondis séparément.

– Aucune ressource indiquée. n.d. = Données non disponibles.

(a) Données extraites de la précédente édition du Livre rouge.

(b) Ressources exploitables.

(c) Les États-Unis ne dissocient pas les RSE-I des RSE-II.

(d) Les RSE-II et les Ressources spéculatives sont exprimées en tant que ressources récupérables.

(e) Données non ventilées par tranche de coût.

Ressources en uranium et durabilité

Les estimations de ressources en uranium sont telles que leur exploitation efficace et l'adoption de stratégies du cycle du combustible efficaces et des technologies avancées devraient permettre un approvisionnement adéquat de l'industrie nucléaire pour de nombreuses générations futures.

L'uranium est largement réparti dans la croûte terrestre et les océans. Comme cela est précisé dans ce rapport, les estimations des ressources en uranium sont subdivisées en ressources classiques et non classiques. Les estimations actuelles des ressources classiques avoisinent 15,4 millions de tonnes et représentent, au rythme d'utilisation actuel (environ 6 000 tonnes par an), 250 ans d'exploitation. Il existe des ressources supplémentaires qualifiées de non classiques parce qu'elles contiennent de l'uranium à très faible teneur ou parce que l'uranium en est extrait en tant que sous-produit d'importance secondaire. Parmi les ressources non classiques les plus importantes, on peut citer les 22 millions de tonnes environ contenues dans gisements de phosphates et jusqu'à 4 milliards de tonnes refermées dans l'eau de mer.

À long terme, les besoins en uranium naturel dépendront des choix qui seront faits en matière de stratégies du cycle du combustible et de technologie des réacteurs. Les stratégies du cycle qui permettent de réduire la consommation d'uranium par kWh, incluent abaisser la teneur de rejet des usines d'enrichissement (et donc à extraire davantage d' ^{235}U de l'uranium naturel); et recycler l'uranium et le plutonium récupérés lors du retraitement du combustible irradié (ce qui revient à réduire les besoins en uranium naturel neuf). En retraitant le combustible irradié on peut réutiliser dans des réacteurs thermiques près de 30 % de l'énergie potentielle du combustible d'origine.

Le recours aux réacteurs rapides (réacteurs rapides refroidis par métal liquide) est un moyen de réduire encore les besoins totaux en uranium. La surgénération du plutonium dans des réacteurs rapides multiplie par 60 la quantité d'énergie extraite de l'uranium par rapport à un réacteur thermique. Conjugué à une gestion judicieuse des ressources, l'emploi des technologies avancées du futur, pourrait prolonger de plusieurs siècles la durée de vie utile des ressources en uranium quand bien même les besoins augmenteraient dans des proportions considérables.

B. PROSPECTION DE L'URANIUM

Comme au cours des dernières années, les activités de prospection sont demeurées inégalement réparties d'un point de vue géographique. La répartition dépend des besoins en uranium de chaque pays, ainsi que de la probabilité d'y découvrir des gisements présentant un intérêt économique. Pendant plus de dix ans, les activités de prospection n'ont cessé de se ralentir pour tomber, en 1994, à moins de 70 millions de USD. Les années suivantes, plusieurs pays ont fait état d'une reprise, ce que confirme l'évolution des dépenses de prospection passées de 83,6 millions de USD en 1995 à 111,4 millions de USD en 1996. En 1997, 24 pays avaient dépensé au total près de 153 millions de USD pour la prospection, soit près de 37 % de plus que l'année précédente. En 1998, 21 pays seulement ont mentionné des activités de prospection représentant au total 131,8 millions de USD (voir tableau 6).

La hausse des dépenses enregistrée entre 1996 et 1997 correspond aux projets avancés que mènent le Canada, l'Australie, les États-Unis, la Fédération de Russie et l'Inde. En revanche, entre 1997 et 1998, les activités et les dépenses de prospection ont diminué dans la plupart des pays qui ont participé à l'étude. Cependant, certains d'entre eux ont signalé quelques progrès modestes. Dans l'ensemble, la baisse des dépenses de prospection devrait se confirmer en 1999.

**Tableau 6. Dépenses de prospection de l'uranium sur le territoire national engagées
par le secteur privé**

PAYS	Avant-1992	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Prévisions 1999
Afrique du Sud	108 993	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Allemagne	144 765	0	0	0	0	0	0	0	0
Argentine	45 232	1 330	1 242	700	950	0	0	0	0
Australie	423 458	10 273	5 790	4 904	5 942	11 841	18 038	12 031	n.d.
Bangladesh	453	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Belgique	1 685	0	0	0	0	0	0	0	0
Bolivie	9 368	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Botswana	640	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Brésil	189 920	0	0	0	0	0	0	0	414
Canada	944 490	38 417	31 825	26 087	32 353	28 467	42 029	41 096	29 870
Centrafricaine, Rép.	20 000	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Chili	7 990	117	115	94	218	143	154	196	178
Colombie	23 935	–	–	0	0	0	0	n.d.	n.d.
Corée, République de	4 670	n.d.	n.d.	0	0	0	0	0	0
Costa Rica	361	–	–	–	–	–	–	–	–
Cuba	0	236	230	228	142	86	50	n.d.	n.d.
Danemark	4 350	–	–	0	0	0	0	0	0
Égypte	28 528	4 505	6 647	3 245	3 264	6 528	7 418	7 976	8 831
Équateur	2 055	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Espagne	131 823	4 119	2 872	891	0	1 388	0	12	0
États-Unis	2 629 800	16 000	12 000	4 329	6 009	10 054	30 426	21 724	n.d.
Finlande	14 777	0	0	0	0	0	0	0	0
France	861 952	14 984	9 963	6 217	2 882	7 960	1 742	1 040	0
Gabon	85 261	2 011	1 839	1 050	939	1 338	343	n.d.	n.d.
Ghana	90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Grèce	15 868	389	403	154	148	273	290	n.d.	n.d.
Guatémala	610	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Hongrie	3 700	0	0	0	0	0	0	0	0
Inde	178 757	9 010	9 519	9 363	9 536	9 250	11 183	14 445	13 704
Indonésie	10 098	1 230	1 523	648	574	695	632	114	229
Irlande	6 800	–	–	0	0	0	0	n.d.	n.d.
Italie	75 060	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Jamaïque	30	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Japon	8 640	0	0	0	0	0	0	0	0
Jordanie	433	36	13	10	30	100	100	150	170
Kazakhstan	n.d.	2 500	2 525	1 290	113	242	160	105	n.d.
Lesotho	21	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tableau 6 (suite). Dépenses de prospection de l'uranium sur le territoire national engagées par le secteur privé

PAYS	Avant-1992	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Prévisions 1999
Madagascar	5 243	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Malaisie	8 559	310	368	399	163	0	245	187	186
Mali	51 637	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Maroc	2 752	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Mexique	24 910	0	0	0	0	0	0	0	0
Mongolie	n.d.	48	60	700	1 650	2 560	3 135	n.d.	n.d.
Namibie	15 522	364	0	0	2 044	0	0	0	0
Niger	198 900	1 343	440	1 481	1 665	427	1 653	n.d.	n.d.
Nigéria	6 950	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Norvège	3 180	–	–	0	0	0	0	0	0
Ouzbékistan*	n.d.	n.d.	n.d.	472	6 197	22 067	21 954	19 651	18 686
Paraguay	25 510	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Pérou	4 188	9	0	4	0	0	0	0	0
Philippines	3 367	10	10	30	30	19	19	13	13
Portugal	16 602	277	135	106	130	114	154	102	n.d.
République tchèque	xxxx	xxxx	579	468	282	201	163	90	77
Roumanie	0	n.d.	n.d.	2 998	2 448	1 776	1 198	926	n.d.
Royaume-Uni	2 600	0	0	0	0	0	0	0	0
Russie, Fédération de	xxxx	9 710	2 828	4 197	5 581	4 271	10 052	8 650	7 909
Somalie	1 000	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sri Lanka	33	–	–	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Suède	46 870	0	0	0	0	0	0	0	0
Suisse	3 868	–	–	0	0	0	0	0	0
Syrie	1 068	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Tchécoslovaquie	311 900	660	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Thaïlande	10 485	63	138	116	119	0	0	0	0
Turquie	20 581	–	–	0	0	0	200	1 200	n.d.
Ukraine	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1 376	1 611	1 940	3 644
URSS	247 520	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
Uruguay	231	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Viêt Nam	815	252	324	137	161	208	227	120	120
Yougoslavie	1 006	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zambie	170	21	n.d.	4	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Zimbabwe	6 384	518	0	0	0	0	0	n.d.	n.d.
TOTAL (a)	7 006 464	118 742	91 388	70 321	83 570	111 384	153 176	131 768	84 031

(a) Des seules données disponibles. xxxx Entité nationale n'existant pas alors ou redéfinie au plan politique – Aucune dépense notifiée.
n.d. Données non disponibles. * Y compris les dépenses de maintenance depuis 1996.

À l'heure actuelle, la majeure partie des activités de prospection se déroule au Canada, aux États-Unis, en Australie, en Inde, dans la Fédération de Russie et en Ouzbékistan (par ordre de dépenses décroissantes) mais aussi en Égypte, en Ukraine, en France et en Roumanie. On remarquera que la hausse des dépenses de prospection en Ouzbékistan depuis 1996 inclut des dépenses annuelles de maintenance qui se situent entre 13,3 et 14,5 millions de USD.

La Chine n'a pas communiqué le montant de ses dépenses de prospection bien qu'elle ait indiqué avoir lancé un programme dynamique dans ce domaine.

On trouvera indiquées dans le tableau 7 les activités de prospection menées à l'étranger par les entreprises canadiennes, françaises, allemandes, japonaises, sud-coréennes et américaines. Entre 1996 et 1997, on note une légère augmentation des dépenses de prospection à l'étranger. Cependant, 1998 accuse une forte baisse. Cette année là, les dépenses de prospection de l'Allemagne sont tombés à zéro car l'entreprise allemande qui avait mené ces opérations les années précédentes a été vendue à une entreprise étrangère.

Tableau 7. **Dépenses de prospection de l'uranium engagées à l'étranger par les différents pays indiqués**

PAYS	Avant 1992	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	Prévisions 1999
Belgique	4 500	0	0	0	0	0	0	0	0
Canada	–	–	–	1 449	1 471	3 650	3 986	2 740	2 597
France	582 665	19 438	32 619	30 959	10 245	6 808	8 972	8 777	7 933
Allemagne	384 419	2 898	3 107	2 646	2 951	3 137	4 000	0	0
Italie	n.d.	–	–	–	–	–	–	–	–
Japon	329 991	12 010	11 620	12 923	14 771	7 533	4 752	2 275	1 470
Corée, Rép. de	21 652	260	225	175	178	511	603	445	–
Espagne	20 400	0	0	0	0	0	0	0	0
Suisse	28 046	482	502	627	0	0	0	0	0
Royaume-Uni	60 209	899	155	0	0	0	0	0	0
États-Unis	228 770	0	0	W	n.d.	422	3 050	3 616	n.d.
TOTAL	1 660 652	35 987	48 228	48 779	29 616	22 060	25 363	17 853	12 000

– Aucune dépense notifiée.

n.d. Données non disponibles.

W Données non communiquées afin d'éviter la divulgation d'informations propres à une société identifiable.

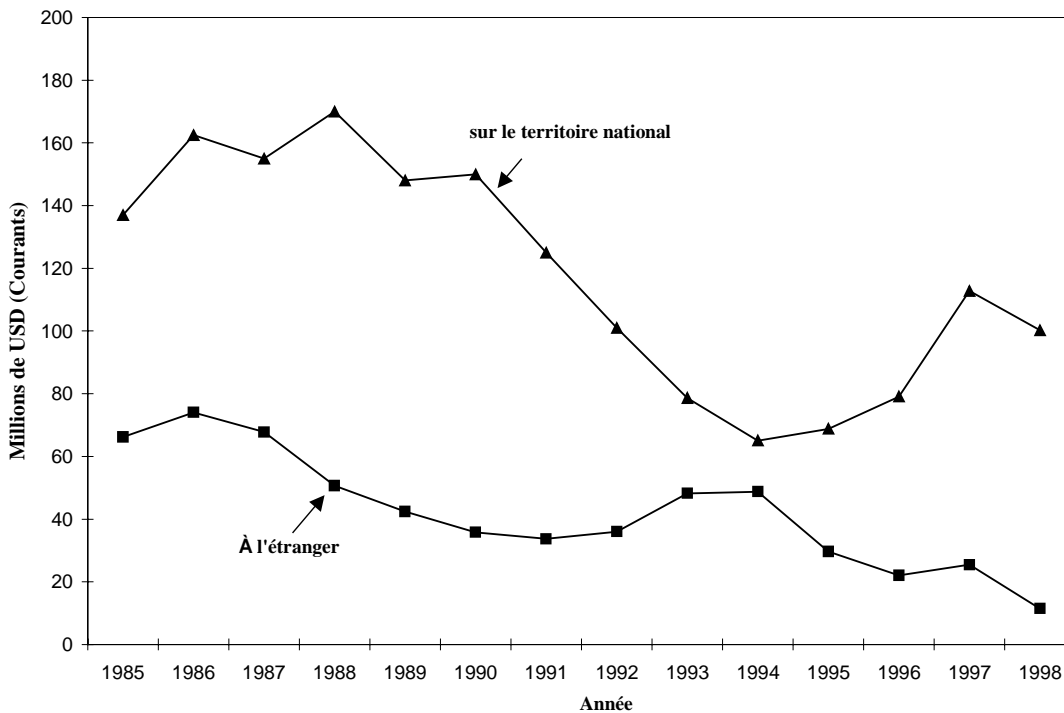
La figure 5 illustre l'évolution des dépenses de prospection de certains pays sur leur territoire national et à l'étranger.

Activités en cours et événements récents

Amérique du Nord. Le rythme assez soutenu des activités de prospection au Canada et aux États-Unis s'est maintenu en 1997 et 1998. Le **Canada** a dépensé annuellement près de 60 millions de CAD, dont une bonne partie pour des projets en attente d'autorisation de mise en production. Pour ce qui concerne les activités de prospection de base, il a dépensé de l'ordre de 25 millions de CAD chaque année, dont 22 millions en Saskatchewan. Aux **États-Unis**, environ 30,4 millions de USD ont été dépensés en 1997 pour les sondages superficiels et près de 8 millions de USD pour l'acquisition de terrains. En 1998, les dépenses consacrées aux sondages superficiels se sont élevées à 21,7 millions de USD environ.

Amérique centrale et du Sud. Des activités de prospection ont été poursuivies en **Argentine**, consistant notamment en des sondages superficiels dans le gisement de grès de Cerro Solo, mais le montant des dépenses n'a pas été communiqué. Le **Brésil** n'a mené aucune activité de prospection et a concentré ses efforts sur la préparation des installations de Lagoa Real en vue du démarrage des opérations d'extraction et de traitement. Au **Chili**, la prospection de l'uranium a été réduite.

Figure 5. **Évolution des dépenses de prospection de l'uranium dans certains pays (à l'exclusion de la Chine, de Cuba, des NEI et de l'Europe orientale)**



Europe occidentale et Scandinavie. Dans la région, le ralentissement des activités de prospection s'est confirmé. En **France**, les seules activités signalées concernent la mine du Bernardan. La Cogéma poursuit ses activités de prospection à l'étranger, surtout en Asie centrale, en Australie, au Canada, aux États-Unis et au Niger et y consacre un budget annuel de près de 52 millions de FF. L'**Allemagne** n'a aucune activité de prospection. Les compagnies allemandes ont cessé de prospecter l'uranium à l'étranger en 1998. Des programmes limités de sondage sont menés au **Portugal**.

Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est. La **République tchèque** n'a pas entrepris de travaux sur le terrain et a seulement continué à archiver et à traiter des données recueillies précédemment. La **Roumanie** a poursuivi ses programmes de sondage, mais on constate néanmoins une diminution des dépenses et de l'ampleur des travaux dans les régions favorables. La **Fédération de Russie** a concentré ses activités sur des gisements renfermés dans des grès qui se prêtent à une exploitation par lixiviation in situ (LIS). Les programmes de sondage à grande échelle se poursuivent dans les districts du Trans-Oural, de Sibérie occidentale et dans le district du Vitim. Les dépenses totales annuelles dépassent 50 millions de roubles. Elles devraient passer à 166 millions de roubles en 1999. La **Turquie** a un programme de prospection modeste (activités de base essentiellement). L'**Ukraine** poursuit son programme de prospection de base par des sondages de grande ampleur dans le bouclier cristallin essentiellement. Elle a dépensé annuellement entre 2,9 et 3,9 millions de hryvnias, montant qui devrait être porté à 12,5 millions de hryvnias en 1999.

Afrique. Comme ces dernières années, l'**Égypte** a axé ses travaux de prospection sur les zones minéralisées du Désert oriental et du Sinaï (sondages et levés aéroportés). Ce pays a dépensé annuellement entre 25 et 27 millions de EGP. Aucune autre activité de prospection n'a été signalée ailleurs en Afrique.

Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale. L'**Inde** mène d'importants programmes dans plusieurs provinces. Au total, plus de 30 km ont été sondés en un an. L'Inde a consacré entre 11 et 14 millions de USD à la prospection. Les activités ont été axées sur des bassins datant du Protérozoïque, des grès du Crétacé et divers autres milieux géologiques. En **Jordanie**, on mène encore des activités de prospection à petite échelle, essentiellement pour évaluer des zones éventuellement intéressantes. Le **Kazakhstan** prospecte encore des zones susceptibles de receler des gisements liés à des discordances. En **Ouzbékistan**, les travaux de prospection consistent surtout à sonder des gisements connus et à délimiter de nouvelles ressources. En 1996 et 1997, les dépenses de prospection se sont élevées respectivement à 7,6 millions et 6,2 millions de USD. Par ailleurs, l'Ouzbékistan a dépensé pour la maintenance 14,3 et 13,4 millions de USD respectivement ces deux années. Au total, près de 2 700 forages d'exploration et de reconnaissance ont été réalisés en 1997 et 1998.

Asie du Sud-Est. En **Indonésie**, aux **Philippines**, et au **Viet Nam**, les activités de prospection sont restées très limitées et ont visé à évaluer des minéralisations découvertes antérieurement.

Pacifique. L'**Australie** a continué de prospecter plusieurs régions et a consacré à ces activités 23,6 millions de AUD en 1997 et 19,4 millions de AUD en 1998. Deux programmes de sondage représentant respectivement 63 km et 78 km ont été menés à bien. Les activités de prospection ont porté principalement sur des gisements liés à des discordances dans la Terre d'Arnhem (Territoire du Nord) et dans la province de Paterson (Australie de l'Ouest), ainsi que sur des gîtes de calcrète et des gisements de type gréseux en Australie Méridionale et Occidentale.

Asie de l'Est. La **Chine** continue de prospecter des gisements renfermés dans des grès se prêtant à une exploitation par lixiviation in situ dans les régions autonomes du Xinjiang et de la Mongolie-Intérieure ainsi qu'au nord de la Chine. Elle a collaboré avec des organisations japonaises à des projets de prospection portant sur des gisements volcaniques et des gisements liés à des discordances. Ces projets ont pris fin respectivement en 1997 et 1998. Le **Japon** n'a pas de programme national de prospection mais des entreprises de ce pays poursuivent des activités de prospection au Canada, en Australie, aux États-Unis, au Niger et au Zimbabwe. Les activités de prospection se poursuivent en **Mongolie**, mais il n'a pas été fourni d'informations détaillées à ce propos. La **République de Corée** n'a pas de programme national de prospection, mais les sociétés coréennes continuent de participer à des co-entreprises au Canada et aux États-Unis.

C. PRODUCTION D'URANIUM

La production mondiale d'uranium, de 36 149 t d'U en 1996, est passée à 36 724 t d'U en 1997, ce qui représente une progression de 1,6 %, pour ensuite retomber à 34 986 t d'U en 1998, soit une chute de 4,7 %. Dans les pays Membres de l'OCDE, elle a légèrement augmenté entre 1996 et 1997, avec respectivement 21 184 t d'U et 21 391 t d'U, puis est repassée en 1998 à 19 088 t d'U. On trouvera dans le tableau 8 les chiffres de la production dans certains pays ainsi que les raisons des principales évolutions intervenues entre 1996 et 1998. Le tableau 9 et les figures 6 et 7 illustrent l'évolution de la production d'uranium dans les différents pays.

État actuel de la production d'uranium

En **Amérique du Nord**, la production d'uranium s'est infléchi d'environ 10 % de 1997 à 1998. En 1998, cette région représentait 37 % de la production totale mondiale. Le **Canada** reste le premier producteur mondial. Depuis la fermeture de la mine de Stanleigh en Ontario en 1997, toute la production se concentre dans trois mines en Saskatchewan. Aux **États-Unis**, six installations de lixiviation in situ assuraient près de 78 % de la production tandis que le reste provenait du traitement des eaux d'exhaure, des opérations de remise en état des sites et du traitement des phosphates. Deux installations récupérant l'uranium comme sous-produit du traitement des phosphates étaient en service en 1998. L'une d'entre elles, cependant, a été fermée à la fin de l'année 1998 et l'autre au début de 1999.

L'Argentine est le seul pays producteur **d'Amérique du Sud**. Le **Brésil** projette de redémarrer la production d'uranium au cours du deuxième semestre de 1999.

Tableau 8. **Production d'uranium dans certains pays et explication des principales évolutions intervenues**

Pays	Production en 1998, t d'U	Explications de l'évolution de la production depuis 1996
Afrique du Sud	994	La production a cessé à Western Areas en 1997. La production totale qui était en 1996 de 1 436 t d'U ne représentait en 1997 que 1 100 t d'U.
Australie	4 910	La production du complexe de Ranger est passée de 3 509 t d'U en 1996 à 4 063 t d'U en 1997 pour retomber à 3 434 t d'U en 1998. Au centre d'Olympic Dam, la production s'est maintenue à environ 1 450 t d'U/an.
Canada	10 922	La production de Key Lake s'est poursuivie au rythme d'environ 5 400 t d'U/an, celle de Rabbit Lake a varié entre 3 973 t d'U/an et 4 633 t d'U/an, tandis que celle de Cluff Lake a chuté, passant de plus de 1 900 t d'U à environ 1 000 t d'U en 1998.
États-Unis	1 810	De 2 432 t d'U en 1996, la production est tombée à 2 170 t d'U en 1997.
France	507	La fermeture de la mine de Lodève a provoqué une baisse de la production qui était de 930 t d'U en 1996.
Hongrie	10	La fermeture de la mine de Mecsek a provoqué une baisse de la production, qui était de 200 t d'U par an.
Kazakhstan	1 270	La production est passée de 1 210 t d'U en 1996 à 1 090 t d'U en 1997 puis est remontée en 1998.
Namibie	2 780	À Rössing, la production qui était de 2 447 t d'U en 1996, a augmenté.
Ouzbékistan	1 926	La production a augmenté de 355 t d'U de 1996 à 1997 et de 162 t d'U de 1997 à 1998, en raison d'une plus grande activité des mines exploitées par LIS, la seule méthode de production utilisée depuis 1995.

Tableau 9. Évolution de la production d'uranium
(tonnes métriques d'U)

COUNTRY	Pre-1996	1996	1997	1998	Total to 1998	Expected 1999
Afrique du Sud	148 071	1 436	1 100	994	151 601	950
Allemagne	218 688	39	28	30	218 785	30
Argentine	2452	16	30	7	2505	6
Australie	62 319	4 975	5 488	4 910	77 692	6 445
Belgique	616	28	27	15	686	0
Brésil	1 030	0	0	0	1 030	150
Bulgarie	16 720	0	0	0	16 720	0
Canada	286 967	11 706	12 031	10 922	321 626	8 500
Chine*	4 315 (a)	560	570	590	NA	650
Espagne	3 686	255	255	255	4 451	255
États-Unis	344 086	2 432	2 170	1 810	350 498	1 800
Finlande	30	0	0	0	30	0
France	71 973	930	572	507	73 982	465
Gabon	24 133	568	470	725	25 896	295
Hongrie	17 811	200	200	10	18 221	10
Inde*	6 238	207	207	207	6 859	210
Japon	87	0	0	0	87	0
Kazakhstan	81 372	1 210	1 090	1 270	84 942	2 000
Mexique	49	0	0	0	49	0
Mongolie	535	0	0	0	535	NA
Namibie	58 590	2 447	2 905	2 780	66 722	2 905
Niger	65 456	3 329	3 487	3 714	75 986	2 910
Ouzbékistan	86 422	1 459	1 764	1 926	91 571	2 300
Pakistan*	722	23	23	23	791	23
Pologne	660	0	0	0	660	0
Portugal	3 642	15	17	19	3 693	25
RDA	213 380	xxxx	xxxx	xxxx	213 380	xxxx
République tchèque	104 144	604	603	610	105 961	606
RFTS	102 245	xxxx	xxxx	xxxx	102 245	xxxx
Roumanie	17 210	105	107	132	17 554	107
Russie, Féd. de	101 378	2 605	2 580	2 530	108 653	2 600
Slovénie	2	0	0	0	0	0
Suède	200	0	0	0	200	0
Ukraine	5 000 (b)	1 000	1 000	1 000	NA	1 000
Yougoslavie	380	0	0	0	380	0
Zaïre	25 600	0	0	0	25 600	0
OCDE	992 343	21 184	21 391	19 088	1 054 006	18 136
TOTAL	****	36 149	36 724	34 986	****	34 242

* Estimation du Secrétariat.

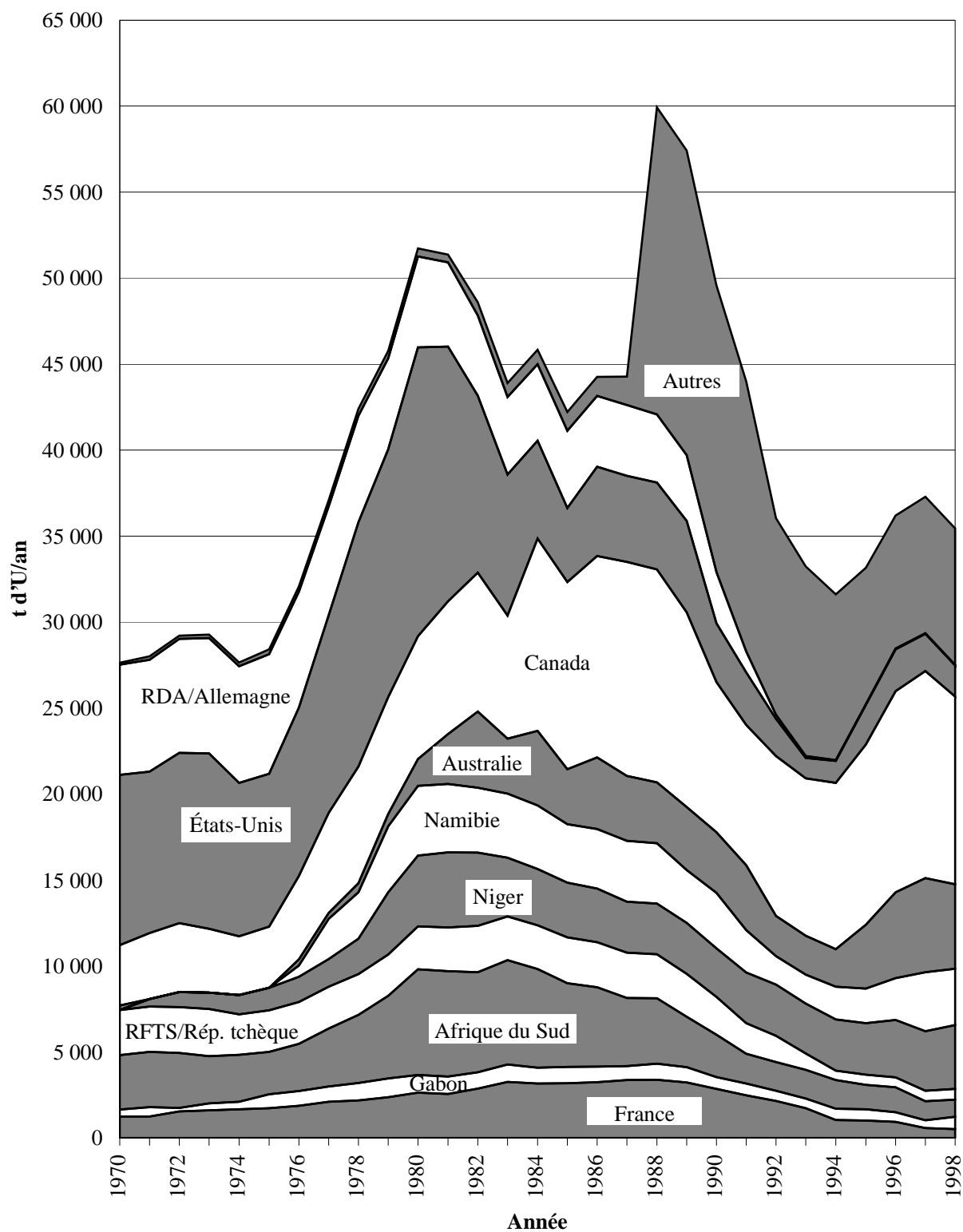
(a) Production de la Chine depuis 1990.

(b) Production de l'Ukraine depuis 1992.

xxxx Entité nationale n'existant pas alors ou redéfinie au plan politique

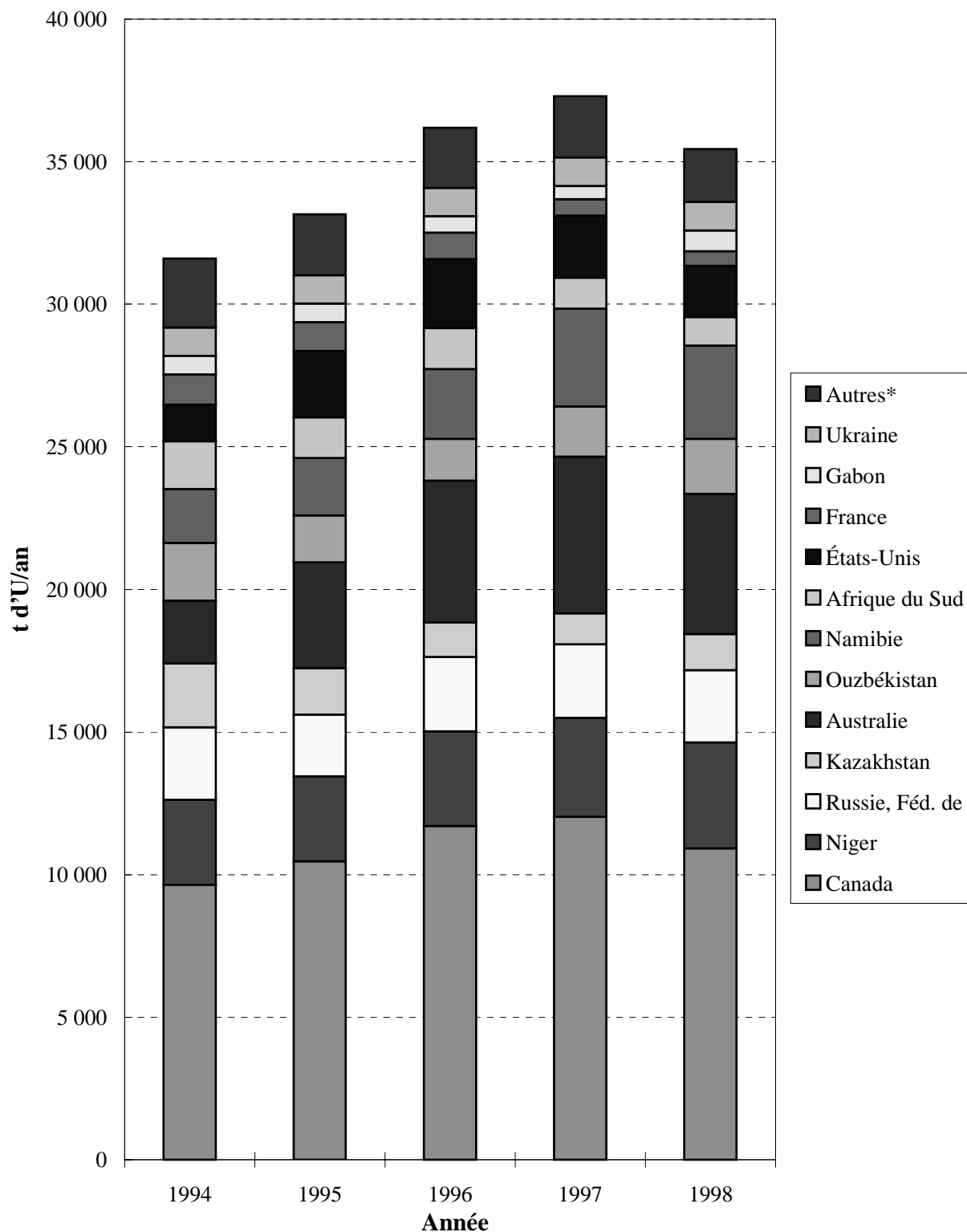
**** Pas d'estimation en raison d'informations insuffisantes.

Figure 6. Évolution de la production d'uranium



Note: « Autres » correspond aux autres producteurs. Seules des données partielles sont disponibles pour les autres producteurs avant 1988.

Figure 7. Production mondiale récente d'uranium



* « Autres » couvre les producteurs restants. Les valeurs relatives à la Chine, à l'Inde et au Pakistan incluses dans « Autres » sont des estimations.

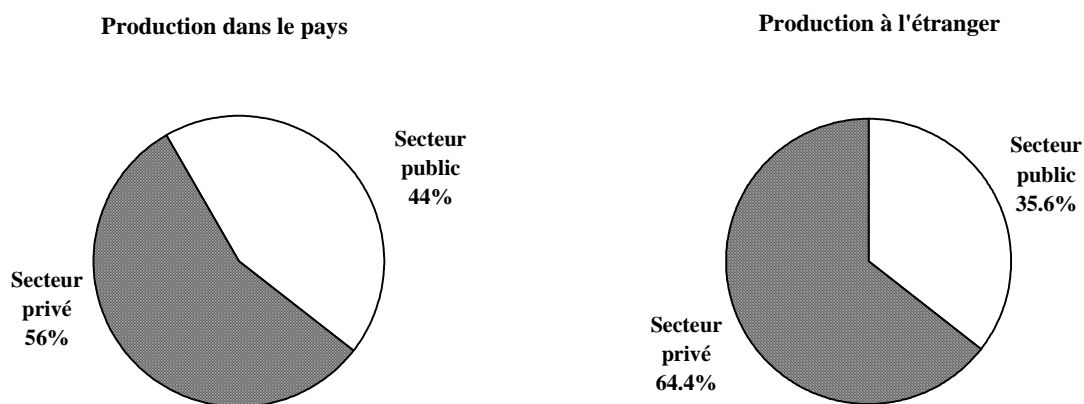
La production a baissé en **Europe occidentale** passant de 899 t d'U en 1997 à 826 t d'U en 1998 et ne représentant plus que 2,4 % de la production mondiale. La **France** a produit en 1997 et 1998 respectivement 572 t d'U et 507 t d'U. La production de l'**Espagne** s'est maintenue à 255 t d'U par an. Le reste de l'uranium produit dans les pays d'Europe occidentale provient des opérations d'assainissement (**Allemagne**), de la production de phosphates (**Belgique**) ou de petites exploitations à ciel ouvert (**Portugal**).

En **Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est**, la production d'uranium s'est légèrement infléchie, passant de 4 490 t d'U en 1997 à 4 282 t d'U en 1998. La **République tchèque** a produit quelque 610 t d'U en 1997 et 1998. En **Hongrie**, la production est tombée de 200 t d'U à 10 t d'U en 1998 après la fermeture de la mine de Mecsek. La **Roumanie** a produit 107 t d'U en 1997 et 132 T d'U en 1998. Quant à la production de la **Fédération de Russie**, elle est restée assez stable, avec 2 580 t d'U et 2 530 t d'U respectivement en 1997 et 1998. Cette production provient entièrement de la mine de Krasnokamensk. L'**Ukraine** fait état d'une production annuelle de 1 000 t d'U en 1997 et 1998. L'ensemble de la région a donc produit environ 12 % du total mondial en 1998.

Quatre pays **d'Afrique**, l'Afrique du Sud, le Gabon, la Namibie et le Niger ont produit approximativement 25 % de la production mondiale en 1998. Avec 8 213 t d'U, cette région a enregistré une hausse de la production de 251 t d'U par rapport à 1997. Le **Gabon** et le **Niger** ont augmenté leur production d'environ 250 t d'U chacun, ce qui a permis de compenser une baisse d'environ 100 t d'U en **Afrique du Sud** et de près de 125 t d'U en **Namibie**. En 1999, l'épuisement des gisements économiquement exploitables a marqué la fin de la production du Gabon. En **Afrique du Sud**, l'avenir de la production d'uranium dépend du prix de l'or. Un centre de production, Western Areas, a été fermé à la fin de 1997. La Namibie et le Niger pourraient maintenir leurs productions aux niveaux actuels ou, si les conditions sur le marché le permettent, les augmenter.

Au **Moyen-Orient et en Asie centrale et méridionale**, la production s'est accrue d'environ 500 t d'U entre 1997 et 1998, pour atteindre 3 469 t d'U, ce qui représente 10 % de la production mondiale totale. Cette progression s'explique par une augmentation d'environ 200 t d'U au **Kazakhstan** et de 162 t d'U en **Ouzbékistan**. L'**Inde** et le **Pakistan** ne communiquent pas les chiffres de leur production. On a estimé qu'en 1998 ces deux pays avaient produit environ 210 t d'U et 23 t d'U respectivement.

Figure 8. Structure de la propriété dans le secteur de la production d'uranium



L'Australie est le seul pays producteur de la zone du **Pacifique**. La baisse de la production, qui est passée de 5 489 t d'U en 1997 à 4 910 t d'U en 1998, est due à des réductions intervenues à la mine de Ranger.

En **Asie de l'Est, la Chine** est le seul pays producteur d'uranium. On ne dispose pas de chiffres officiels concernant la production, qui a été estimée pour 1997 et 1998 respectivement à 570 t d'U et 590 t d'U.

La figure 8 et le tableau 10 illustrent la structure de la propriété de la production mondiale d'uranium en 1998 dans 23 pays. Si les parts relatives du secteur public et du secteur privé dans la production sur le territoire national sont restées à peu près identiques à celles de 1996 (figure 8), en revanche, la proportion de la production des compagnies privées étrangères s'est accrue de près de 6 % (64,4 %) par rapport à celle indiquée en 1996 (58,4 %). À l'échelle mondiale, les compagnies minières nationales possédaient donc en 1998 près de 74 % de l'uranium produit (tableau 10).

Le tableau 11 présente l'évolution entre 1992 et 1998 des effectifs des centres de production existants dans les pays ayant répondu au questionnaire. Les effectifs des centres de production d'uranium qui ont été transmis par 18 pays sont tombés de 52 486 en 1996 à 46 213 en 1998, soit une baisse de 11,9 %. En Allemagne et en Slovénie, toutes les activités sont liées à la fermeture des installations et aux travaux de réaménagement et de remise en état des sites.

Techniques de production

Pour produire de l'uranium, on a recours à des techniques d'extraction et de traitement du minerai tant classiques que non classiques. Les techniques non classiques comprennent la technologie de la lixiviation in situ (LIS), la récupération de l'uranium comme sous-produit de l'extraction de phosphates et la lixiviation en tas.

La production par des techniques classiques couvre l'extraction du minerai dans des mines à ciel ouvert ou souterraines. L'exploitation par LIS utilise des solutions soit acides soit alcalines pour extraire l'uranium. Ces solutions sont injectées dans la zone minéralisée et récupérées par des puits foncés à partir de la surface. La technologie de LIS n'est utilisée que pour extraire l'uranium de gisements renfermés dans des grès qui se prêtent à ce type de traitement. Le tableau 12 présente la répartition de la production en fonction de la technologie employée ou des sources de matières sur la période allant de 1996 à 1998. La rubrique « Autres » couvre la production obtenue comme sous-produit des phosphates, par lixiviation en tas et en place (en gradins). L'uranium extrait comme sous-produit des mines d'or d'Afrique du Sud figure également à la rubrique « Autres ». Par lixiviation en place on entend la lixiviation du minerai abattu sans le retirer d'une mine souterraine, tandis que la lixiviation en tas est réalisée une fois que le minerai a été extrait d'une mine classique et acheminé jusqu'à l'installation de lixiviation située en surface.

Comme on peut le constater, les techniques classiques d'extraction et de traitement sont encore la principale méthode utilisée pour produire de l'uranium. L'exploitation minière classique a permis d'assurer près de 80 % de la production d'uranium de 1996 à 1998. En 1997 et 1998, la part revenant aux mines à ciel ouvert était nettement supérieure à celle des mines souterraines, évolution qui s'explique par la forte hausse de la production à Key Lake, au Canada, et par une augmentation des contributions du Niger et de la Namibie. La fraction produite par LIS a légèrement progressé, passant d'environ 13 % à 14 % de la production mondiale totale.

Tableau 10. Structure de la propriété de la production d'uranium en 1998

PAYS	Compagnies minières nationales				Compagnies minières étrangères				TOTAL
	du secteur public		du secteur privé		du secteur public		du secteur privé		
	t d'U/an	%	t d'U/an	%	t d'U/an	%	t d'U/an	%	
Argentine	7	100	0	0	0	0	0	0	7
Australie	0	0	4 026	82	196	4	688	14	4 910
Belgique	0	0	15	100	0	0	0	0	15
Canada	939	9	8 944	82	1 039	9	0	0	10 922
Chine*	590	100	0	0	0	0	0	0	590
République tchèque	610	100	0	0	0	0	0	0	610
France	413	82	94	19	0	0	0	0	507
Gabon*	181	25	51	7	493	68	0	0	725
Allemagne	30	100	0	0	0	0	0	0	30
Hongrie	10	100	0	0	0	0	0	0	10
Inde*	207	100	0	0	0	0	0	0	207
Kazakhstan	1 270	100	0	0	0	0	0	0	1 270
Namibie	83	3	0	0	278	10	2 419	87	2 780
Niger	1 236	33	0	0	1 311	35	1 167	32	3 714
Pakistan*	23	100	0	0	0	0	0	0	23
Portugal	0	0	19	100	0	0	0	0	19
Roumanie	132	100	0	0	0	0	0	0	132
Russie, Fédération de	2 530	100	0	0	0	0	0	0	2 530
Afrique du Sud	NA		NA		NA		NA		994
Espagne	0	0	255	100	0	0	0	0	255
Ukraine	1 000	100	0	0	0	0	0	0	1 000
États-Unis	0	0	602	33	270	15	938	52	1 810
Ouzbékistan	1 926	100	0	0	0	0	0	0	1 926
TOTAL	11 187	33	14 006	41	3 587	11	5 212	15	34 986

* Estimation du Secrétariat.

Tableau 11. Effectifs des centres de production existants dans les pays indiqués

PAYS	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999 Prévisions
Allemagne	6 093 (c)	4 895 (d)	4 613 (d)	4 400 (d)	4 200 (d)	3 980 (d)	3 450 (d)	3 000
Argentine	220	220	180	120	100	80	80	80
Australie	376 (a)	405 (a)	412	413	464	468	502	555
Belgique	5	5	5	5	5	6	6	6
Brésil	430	410	408	390	305	280	180	380
Bulgarie	13 000	8 000	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Canada (b)	1 310	1 320	1 370	1 350	1 155	1 105	1 134	1 100
Chine	9 500	9 300	9 100	8 000	8 500	8 500	8 500	8 500
Espagne	232	186	185	183	178	172	148	135
États-Unis	682	380 (e)	452 (e)	535 (e)	689 (e)	793 (e)	911 (e)	NA
France	1 368	824	496	468	441	141	144	NA
Gabon	207	193	263	276	259	150	NA	NA
Hongrie	1 855	1 755	1 766	1 250	1 300	900	0	0
Inde	3 780	3 898	NA	NA	NA	4 000	4 000	NA
Kazakhstan	11 800	10 550	8 050	6 850	6 000	5 100	4 800	4 200
Namibie	1 266	1 240	1 246	1 246	1 189	1 254	1 104	1 009
Niger	2 340	2 118	2 104	2 109	2 070	2 033	2 002	1 942
Ouzbékistan	NA	NA	6 688	7 378	8 201	8 230	8 165	8 230
Portugal	94	52	46	52	56	57	61	61
République tchèque	xxxx	5 900	5 400	4 500	3 600	3 580	3 410	3 300
Roumanie	xxxx	xxxx	6 500	6 000	5 000	4 550	3 400	2 867
Russie, Fédération de	xxxx	15 900	14 400	14 000	13 000	12 900	12 800	12 500
Slovénie (d)	150	145	145	140	115	105	NA	NA
Tchécoslovaquie/RFTS	6 600	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx	xxxx
TOTAL	****	****	63 829	59 665	56 827	57 279	53 663	****

n.d. Données non disponibles.

xxxx Entité nationale n'existant pas alors, ou redéfinie au plan politique.

**** Pas d'estimation en raison d'informations insuffisantes.

(a) Le centre d'Olympic Dam ne fait pas la distinction entre les effectifs affectés à la production de cuivre, d'uranium, d'argent et d'or. Les effectifs affectés à la production d'uranium ont été estimés.

(b) Données à la fin de l'année considérée, relatives aux seuls effectifs employés sur les sites des mines.

(c) Les données comprennent l'ex-RDA.

(d) Effectifs employés à des activités de déclassement et de remise en état.

(e) Ne comprend pas les 491 personnes-ans en 1993, les 528 personnes-ans en 1994, les 573 personnes-ans en 1995, les 429 personnes-ans en 1996, les 3 en 1996 affectées à des travaux de remise en état liés aux activités de prospection, d'extraction, de préparation et de traitement de l'uranium.

Tableau 12. Répartition en pourcentage de la production mondiale par source/technologie

Source/technologie	1996	1997	1998
À ciel ouvert	39 %	49 %	47 %
En souterrain	40 %	32 %	34 %
LIS	13 %	13 %	14 %
Autres*	8 %	6 %	5 %

* Sous-produits des phosphates, lixiviation en tas et en place, et récupération à partir des eaux d'exhaure.

En général, les « Autres » techniques de production ne représentent plus que 5 % du total contre environ 8 % en 1996. En effet, la lixiviation en gradins est moins utilisée dans la Fédération de Russie, et la production d'uranium comme sous-produit des phosphates a décliné. À l'échelle mondiale, la récupération de l'uranium comme sous-produit du traitement des phosphates revêt une importance

secondaire. Au 1er janvier 1997, seules trois installations de production d'uranium récupéré comme sous-produit des phosphates, représentant globalement une capacité théorique de production totale de 495 t d'U étaient en service d'après les informations communiquées. Il s'agissait de deux installations aux États-Unis et d'une en Belgique, ayant respectivement une capacité théorique de production annuelle de 450 et de 45 t d'U. Globalement, cette capacité théorique équivaut à environ 1,4 % de la production en 1998. Cependant, au début de l'année 1999, la production de ces trois installations avait été interrompue. La majeure partie de la production restante figurant à la rubrique « Autres » a été obtenue par lixiviation en tas et en gradins.

Les techniques classiques de production devraient être de plus en plus utilisées, surtout l'exploitation souterraine. La technologie de la LIS pourrait conserver sa part relative de la production si les projets actuellement envisagés sont mis en exploitation. Les mises en service les plus récentes concernent Smith Ranch aux États-Unis et Beverley en Australie, où la production a démarré respectivement en 1998 et 1999. L'Australie, la Chine, la Fédération de Russie, le Kazakhstan et l'Ouzbékistan ont également de nouveaux projets.

En raison de la faiblesse des prix sur le marché ces dernières années, la politique a consisté en général à n'exploiter ou à n'aménager en vue d'une mise en production future, que les gisements susceptibles de produire de l'uranium à faible coût dans des conditions concurrentielles. Les nouvelles installations produisant à faible coût devraient essentiellement exploiter des gisements à forte teneur liés à des discordances et des gisements renfermés dans des grès se prêtant à la LIS. L'Australie et le Canada sont les seuls pays possédant des ressources connues du type lié à des discordances. Au Canada, quatre projets d'exploitation de ce type de gisement se trouvent à divers stades d'aménagement ou sont déjà opérationnels.

Trois des quatre projets canadiens (à savoir, Cigar Lake, McArthur River, Midwest Lake et McClean Lake) utilisent ou utiliseront des techniques d'extraction souterraine. À McClean Lake, l'extraction à ciel ouvert est également prévue. Ces mines sont les premières, à l'exception de Cluff Lake qui doit maintenant fermer en 2000, à exploiter des gisements à forte teneur du type lié à des discordances par les techniques d'extraction en souterrain.

En Australie, par suite d'un changement de la politique des pouvoirs publics en mars 1996, de nouveaux projets de production d'uranium ont été lancés. Deux des nouvelles mines exploitent des gisements liés à des discordances. Le gisement de Jabiluka sera exploité en souterrain et celui de Ranger-3 à ciel ouvert. La mise en production du gisement de Kintyre, qui devait se faire à ciel ouvert, a été reportée, dans l'attente d'une amélioration des conditions sur le marché. Dans la nouvelle installation de Beverley, en Australie méridionale, c'est la technologie de lixiviation par voie acide qui est mise en œuvre. Il s'agit du premier projet industriel du monde occidental qui fasse appel à cette technologie pour la production d'uranium.

Projections relatives à la capacité théorique de production

Afin de pouvoir établir plus aisément des projections de la disponibilité de l'uranium, les pays Membres ont été invités à fournir des projections de leur capacité théorique de production jusqu'en 2015. Le tableau 13 contient les projections relatives aux centres de production Existants et Commandés (colonnes A-II) et aux centres Existants, Commandés, Prévus et Envisagés (colonnes B-II) dans la catégorie inférieure ou égale à \$80/kgU jusqu'en 2015, et cela dans tous les pays producteurs d'uranium.

Au total, 12 pays, notamment les principaux producteurs (Afrique du Sud, Australie, Canada, États-Unis, Kazakhstan, Niger, Ouzbékistan et Fédération de Russie), plus le Brésil, le Gabon, la Mongolie et le Portugal, ont communiqué leur capacité théorique de production à partir des RRA et les RSE-I récupérables à un coût inférieur ou égal à 40 \$/kg d'U. Le Canada a inclus cette catégorie pour la première

Tableau 13. **Capacité théorique mondiale de production d'uranium jusqu'en 2015** (en t d'U/an, à partir des ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$80/kg d'U, sauf mention contraire)

PAYS	1999		2000		2001		2005		2010		2015	
	A-II	B-II	A-II	B-II	A-II	B-II	A-II	B-II	A-II	B-II	A-II	B-II
Afrique du Sud (b) (c)	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700	1 700
Argentine	40	40	40	40	40	40	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Australie (d)	5 700	5 700	8 200	9 000	8 200	9 900	10 500	13 200	10 500	15 800	7 300	12 600
Brésil (c)	150	150	250	250	250	250	250	575	250	575	250	575
Canada (d) (f)	17 150	17 150	11 830	11 830	11 830	11 830	11 045	17 945	7 550	15 650	7 550	13 350
Chine (b) (g)	740	740	740	840	740	1 040	740	1 560	740	1 560	740	1 560
Espagne	255	255	255	255	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
États-Unis (d)	2 930	2 930	3 468	3 852	3 660	4 045	3 235	7 362	2 608	8 358	1 258	3 920
France	600	600	600	600	300	300	0	0	0	0	0	0
Gabon (c)	295	295	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Inde (a) (b) (e)	207	207	210	210	210	210	210	560	210	860	210	860
Kazakhstan (d)	2 000	2 000	2 500	2 500	2 800	2 800	3 500	4 500	3 500 b)	4 500 b)	3 500 b)	4 500 b)
Mongolie (c) (h)	150	150	150	250	150	500	150	1 100	150	1 100	150	1 100
Namibie	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000	4 000
Niger (c)	2 910	3 110	2 910	3 410	2 910	3 410	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Ouzbékistan (c)	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300	2 300	3 000	2 300	3 000	2 300	3 000
Pakistan (b) (e)	30	30	30	65	30	65	30	110	30	110	30	300
Portugal (d)	170	170	170	170	170	170	170	170 b)	170	170 b)	170	170 b)
République tchèque	680	680	680	680	660	660	110	110	84	84	87	87
Roumanie (a) (b) (e)	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
Russie, Féd. de (c)	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 700	2 500	3 500	2 500	5 000	2 500	5 000
Ukraine (e)	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 500	1 000	2 000	1 000	2 000
TOTAL	45 807	46 007	43 833	45 752	43 750	47 220	41 740	61 192	37 592	64 767	33 045	55 022

A-II Capacité théorique de production des centres Existants et Commandés fondée sur des ressources récupérables dans la catégorie des RRA et des RSE-I.

B-II Capacité théorique de production des centres Existants, Commandés, Prévus et Envisagés fondée sur des ressources récupérables dans la catégorie des RRA et des RSE-I.

n.d. Données non disponibles.

(a) À partir de ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$130/kg d'U.

(b) Estimation du Secrétariat.

(c) À partir de ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$40/kg d'U.

(d) Les projections relatives à l'Inde, au Pakistan, à la Roumanie et à l'Ukraine sont fondées sur l'intention annoncée de ces pays de produire à hauteur de leurs besoins nationaux.

(e) À partir de ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à \$40/kg d'U dans le cas A-II pour toutes les années. Dans le cas de B-II, les ressources récupérables à des coûts compris entre \$40/kg d'U et \$80/kg d'U s'élève à 6 900, 8 100 et 5 800 t d'U respectivement en 2005, 2010 et 2015.

(f) Les projections sont fondées sur la notification par la Chine d'une capacité théorique de production suffisante pour couvrir ses besoins à court terme.

(g) AEN/OCDE-AIEA, « Uranium 1997 – Ressources, production et demande », OCDE, Paris, 1998.

fois. Par conséquent, une grande partie de la capacité de production jusqu'en 2015 dans le tableau 13 est basée sur les ressources récupérables à des coûts égaux ou inférieurs à 40 \$/kg d'U. Dans la catégorie des A-II, ces proportions sont les suivantes : 1999 (81 %), 2000 (76 %), 2001 (77 %), 2005 (77 %), 2010 (63 %) et 2015 (64 %). Dans la catégorie des B-II, elles sont les suivantes : 1999 (81 %), 2000 (80 %), 2001 (79 %), 2005 (63 %), 2010 (55 %) et 2015 (57 %).

Dix-sept pays au total ont donné les chiffres de leur capacité théorique de production pour des ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U. Certains pays producteurs d'uranium n'ont pas communiqué de projection de leur capacité théorique de production : la Chine, l'Inde, le Pakistan et la Roumanie. Dans le cas de l'Inde, du Pakistan et de la Roumanie, les projections ont été établis sur la base des rapports indiquant que ces pays avaient l'intention de satisfaire les besoins en uranium futurs de leurs réacteurs nationaux tels qu'ils sont présentés au tableau 15. La Chine fait état d'une capacité théorique de production ne permettant de satisfaire que ses besoins à court terme, à moins qu'elle ne découvre de nouvelles ressources. Rien ne prouve, cependant, que ces quatre pays disposeront de suffisamment de RRA et de RSE-I pour satisfaire leurs besoins jusqu'en 2015.

En 1999, la capacité théorique de production des centres Existants et Commandés, indiquée par certains pays, avoisinait 45 800 t d'U par an. À titre de comparaison, la production d'uranium de ces mêmes pays a atteint 35 000 t d'U en 1998, ce qui représente environ 76 % de la capacité théorique de production de 1999. Pour 1999, avec un taux d'utilisation de 75 %, la capacité théorique de production des centres Existants et Commandés représenterait 74 % environ des besoins mondiaux en uranium (tableau 15). Si l'on inclut les centres Prévus et Envisagés, la capacité théorique de production de 1999 passe à 46 000 t d'U, soit un chiffre inférieur aux valeurs escomptées pour 1999 dans l'édition de 1997 du Livre rouge (entre 48 500 t d'U et 59 800 t d'U).

D'ici 2000, la capacité théorique de production des centres Existants et Commandés devrait tomber à 43 800 t d'U environ. Si l'on y ajoute 1 900 t d'U (soit 4 %) pour les centres de production Prévus et Envisagés, on obtient une capacité théorique totale d'environ 45 750 t d'U.

En 2001, la production des centres Existants et Commandés devrait se stabiliser. Près de 46 %, soit 20 030 t d'U, de cette capacité se trouvent dans deux pays, le Canada (27 %) et l'Australie (19 %). L'Afrique du Sud, les États-Unis, la Fédération de Russie, le Kazakhstan, la Namibie, le Niger et l'Ouzbékistan représentent 45 % du total (19 590 t d'U). Les centres Prévus et Envisagés devraient permettre de produire quelque 4 470 t d'U supplémentaires, portant le total à environ 47 200 t d'U, soit un chiffre inférieur de 12 500 t d'U (ou 20 %) à la capacité théorique de production totale prévue pour 2000 dans l'édition 1997 du Livre rouge.

Au cours des cinq à dix prochaines années, le secteur de la production de l'uranium continuera de se transformer très rapidement. D'ici 2005, la capacité théorique de production des centres Existants et Commandés tombera à 41 700 t d'U, soit environ 60 à 70 % des besoins, selon l'évolution de l'électronucléaire au cours des six prochaines années. Cependant, avec les centres de production Prévus et Envisagés, on pourrait disposer de 19 600 t d'U supplémentaires chaque année, soit à peu près 32 % de la capacité théorique annuelle totale. En 2005, par conséquent, la capacité théorique totale s'élèverait à 61 200 t d'U, soit 4 000 t d'U de plus que la projection des besoins en uranium mondiaux dans l'hypothèse basse, mais 9 200 t d'U de moins que la projection de ces besoins dans l'hypothèse haute.

Les fermetures de mines prévues pour cause d'épuisement des ressources, entraîneront une baisse lente de la capacité théorique des centres Existants et Commandés qui fléchira à 37 600 t d'U en 2010 pour n'être plus que de 33 000 t d'U en 2015. En 2010, par conséquent, la capacité théorique de production des

centres Existants et Commandés devrait représenter 50 à 60 % des besoins projetés. La poursuite de cette évolution jusqu'en 2015 implique que 40 à 60 % seulement des besoins mondiaux, que l'on estime situés entre 54 500 et 79 800 t d'U/an, seraient satisfaits.

La capacité totale des centres Existants, Commandés, Prévus et Envisagés serait de l'ordre de 64 800 t d'U en 2010, soit un chiffre supérieur aux projections des besoins dans l'hypothèse basse, mais inférieur d'environ 8 400 t d'U aux projections des besoins dans l'hypothèse haute. D'ici 2015, la capacité théorique de production totale devrait tomber à quelque 55 000 t d'U, ce qui dépasse à l'hypothèse basse les besoins mondiaux mais ne représente que seulement 69 % des besoins dans l'hypothèse haute.

Il importe de noter que d'après cette analyse, la capacité théorique de production à partir des ressources dans les tranches de coûts inférieurs suffit à satisfaire une proportion considérable des besoins en uranium prévus d'ici 2015. D'après les données communiquées, entre 40 % et 60 % des besoins en uranium prévus en 2015 pourraient être satisfaits par des ressources récupérables à un coût inférieur ou égal à 40\$/kg d'U. Des ressources récupérables à des coûts plus élevés et d'autres sources d'approvisionnement seront nécessaires pour combler l'éventuel déficit de production. On pourra vraisemblablement tirer un complément de ressources non négligeable du retraitement du combustible, des prélèvements sur les stocks excédentaires, du ré-enrichissement de l'uranium appauvri issu des usines d'enrichissement, et de l'obtention d'uranium faiblement enrichi par mélange à partir de l'uranium hautement enrichi provenant des ogives nucléaires, et des stocks des gouvernements. Il est probable que l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi des ogives nucléaires deviendra la deuxième source d'approvisionnement, par ordre d'importance, après la production.

Évolution des installations de production

L'examen des informations communiquées en 1999 révèle que, si de nouvelles capacités théoriques Prévues et Envisagées sont apparues, certaines installations existant en 1997 ont été fermées avant que les ressources ne soient épuisées. Dans certains cas, ces fermetures traduisent l'incapacité des producteurs à coûts élevés de concurrencer les producteurs à faible coût. En général, on note que les installations de petite taille produisant de l'uranium à des coûts élevés ont été remplacées par des installations plus importantes et économiquement plus efficaces.

Comme les nouvelles capacités de production ont à peu près compensé la fermeture d'installations existantes, les capacités théoriques de production des centres Existants et Commandés ont très peu évolué ces dernières années. D'autre part, une partie de la capacité des centres Prévus et Envisagés ne s'est pas concrétisée. À titre d'exemple, la capacité théorique de production des États-Unis en 1999 est inférieure aux projections indiquées dans l'édition 1997 du Livre rouge.

Parmi les changements intervenus ou que l'on prévoit dans les installations de production d'uranium entre 1997 et 1999 et au cours des années suivantes, on peut citer :

Fermeture d'installations

- 1997 : Brésil (Poços de Caldas, 425 t d'U) ; France (Lodève, 1 000 t d'U) ; Hongrie (Pécs, 650 t d'U) ; Afrique du Sud (Western Areas, 200 à 300 t d'U) ;
- 1998 : Belgique (PRT, Phosphate, 45 t d'U) ; États-Unis (Uncle Sam, Phosphate, 290 t d'U) ;

- 1999 : Canada (Eagle Point, 3 900 t d'U) ; Gabon (Mounana, 540 t d'U) ; États-Unis (Kingsville Dome, LIS, 500 t d'U ; Rosita, LIS, 380 t d'U ; Sunshine Bridge, Phosphate, 160 t d'U) ;
- 2000 : Canada (Cluff Lake, 1 900 t d'U) ; Espagne (gisement de Fe, 800 t d'U).

Ouverture de mines

- 1998 : États-Unis (Smith Ranch, LIS, 769 t d'U) ;
- 1999 : Australie (Beverley, 760 t d'U) ; Brésil (Lagoa Real, 300 t d'U) ; Canada (McClellan Lake, 2 300 t d'U) ;

Agrandissement d'installations existantes

- 1999 : Australie (augmentation de la capacité de l'installation d'Olympic Dam de 2 290 t d'U à 3 900 t d'U, et de celle de l'usine de Ranger qui passe de 1 270 t d'U à 4 240 t d'U) ; Canada (usine de Key Lake) ;

Futures ouvertures de mines importantes

- 2000 : Australie (Honeymoon, 850 t d'U) ; Canada (McArthur River, 6 900 t d'U à traiter dans l'usine agrandie de Key Lake) ; Fédération de Russie (projet du Trans-Oural, LIS, capacité non publiée) ;
- 2002 : Canada (Cigar Lake, 4 600 t d'U à traiter dans les usines de McClellan Lake et de Rabbit Lake).

D. SÛRETÉ RADIOLOGIQUE ET ASPECTS LIÉS À L'ENVIRONNEMENT

On trouvera dans cette section une présentation des diverses mesures de sûreté radiologique et de protection de l'environnement adoptées dans le secteur de l'extraction de l'uranium (les rapports nationaux contiennent un complément d'information). En général, ces mesures s'articulent selon quatre axes. Il s'agit en premier lieu de remettre en état les sites de mines et d'usines désormais inexploitées, souvent quand les entreprises responsables des projets n'existent plus et que les dispositions juridiques ne suffisent pas à garantir la réalisation dans de bonnes conditions des opérations de démantèlement et de remise en état. Deuxièmement, on accorde de plus en plus d'attention à la protection et la surveillance de l'environnement dans les exploitations en service ou projetées, de même que lors du démantèlement des sites récemment fermés. Le troisième axe vise la mise à jour ou l'élaboration d'une législation ou d'un régime réglementaire conforme aux normes internationales récentes. Et, se superposant aux deux dernières activités, on note un recours de plus en plus fréquent aux évaluations environnementales comme outil de planification permettant d'apprécier toutes les phases de l'extraction et du traitement de l'uranium avant la délivrance des autorisations, la mise en service ou la fermeture d'une installation. L'OCDE/AEN a publié en 1999 un rapport conjoint OCDE/AEN-AIEA consacré aux aspects environnementaux de la production d'uranium dans lequel le lecteur trouvera des informations plus détaillées fournies par les pays participants.

Amérique du Nord. Au **Canada**, la Commission conjointe fédérale-provinciale d'évaluation environnementale des projets d'exploitation de mines d'uranium dans le nord de la Saskatchewan a présenté son rapport final aux gouvernements en novembre 1997. Les gouvernements fédéral et provincial ont fait connaître leurs réponses au début du mois d'avril 1998, reconnaissant, avec la Commission, que les mines d'uranium de Midwest et de Cigar Lake pouvaient passer au stade de l'autorisation sous réserve de

certaines conditions propres au site. Cette décision marque l'aboutissement d'une procédure complète d'évaluation environnementale de tous les projets en cours actuellement d'exploitation de mines d'uranium au nord de la Saskatchewan. Depuis la diffusion du rapport final de la Commission conjointe cependant, Cameco a annoncé son intention de traiter une partie du minerai de Cigar Lake à Rabbit Lake, plutôt qu'à McClean Lake, comme prévu à l'origine. Comme il s'agit d'un important changement par rapport au projet examiné par la Commission conjointe, ces nouveaux plans en matière de traitement appellent une évaluation environnementale, comme dans le cas des plans de COGEMA Resources Inc. de suspendre l'exploitation de la mine de Cluff Lake. Ces deux évaluations environnementales sont actuellement en cours. Pour respecter les recommandations des commissions d'évaluation environnementale ainsi que la réglementation en vigueur, les compagnies minières affectent d'importants moyens et effectifs à la protection de l'environnement. À ce jour, les producteurs d'uranium canadien ont affecté plus de 700 millions de CAD à la gestion environnementale des mines d'uranium existantes (plus de 20 millions de CAD pour la seule année 1998). Mais loin de s'en tenir à cet effort financier et opérationnel important en faveur de la protection de l'environnement, les producteurs d'uranium contribuent largement au développement durable dans la mesure où ils offrent aux habitants du nord de la Saskatchewan des formations, des emplois, des débouchés professionnels accrus, proposent des formations et des financements aux comités locaux de surveillance de l'environnement et établissent une base de données sanitaires et démographiques sur les populations locales. Par ailleurs, les compagnies minières ont affecté plus de 70 millions de CAD au démantèlement des sites miniers d'Elliot Lake (plus de 8 millions de CAD en 1998). Les compagnies minières opérant au Canada ont également provisionné plus de 135 millions de CAD pour la fermeture et le démantèlement des sites des mines et usines de traitement actuellement en exploitation. Les producteurs d'uranium au Canada seront bientôt soumis à un nouveau régime réglementaire, car la *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires* devrait entrer en vigueur en 2000.

Aux **États-Unis**, étant donné qu'une usine de traitement classique et la moitié des usines de traitement non classique étaient en réserve à la fin de l'année 1998, les activités environnementales étaient pour l'essentiel centrées sur le démantèlement. La Loi de 1978 sur le contrôle des rayonnements émis par les résidus de traitement de l'uranium (*Uranium Mill Tailings and Radioactive Control Act*) confère à l'Agence pour la protection de l'environnement (*Environmental Protection Agency*) la responsabilité d'établir les normes relatives au démantèlement des installations de production d'uranium, tandis que la Commission de la réglementation nucléaire (*Nuclear Regulatory Commission*) est chargée de délivrer les autorisations et de réglementer le démantèlement, de même que la production d'uranium et les activités connexes. Une étude américaine de 1995 a montré qu'en moyenne, le réaménagement des résidus de traitement représentait près de 54 % du coût total du démantèlement des sites des usines de traitement classique. En moyenne, les coûts totaux du démantèlement ont atteint 14,1 millions de USD par site, dont 7,7 millions de USD pour le réaménagement des résidus de traitement et 2,3 millions de USD pour la restauration de la qualité des eaux souterraines, 0,9 million de USD pour le démantèlement des usines à quoi il faut ajouter 3,2 millions de USD pour les coûts indirects. Dans le cas des sites de production non classiques (lixiviation in situ), le coût moyen du démantèlement s'élève à 7,0 millions de USD (2,8 millions de USD pour la restauration de la qualité des eaux souterraines, 0,9 million de USD pour le réaménagement des champs de captage, 0,6 million de USD pour le démantèlement des bâtiments et des structures, 1,2 million de USD pour la remise en état des bassins d'évaporation, des puits d'évacuation, les levés radiométriques, etc. et 1,4 million de USD pour les coûts indirects. La remise en état de certaines usines de production d'uranium désaffectées, y compris des installations minières et des verses à stériles, est assurée par les agences de l'État concerné.

Amérique centrale et du Sud. En **Argentine**, l'assainissement et la remise en état finals de l'usine de Malargüe ont coûté près de 12 millions de USD. Les efforts actuels concernent la remise en état du complexe minier de Los Gigantes. Au **Brésil**, la surveillance du site et la mise au point d'un plan de

démantèlement du complexe minier de Poços de Caldas, et la réalisation d'une étude d'impact sur l'environnement pour le futur centre de production de Lagoa Real ont marqué les activités dans le domaine de l'environnement ces dernières années.

Europe occidentale et Scandinavie. En **Finlande**, les deux grandes compagnies d'électricité Teollisuuden Voima Oy (TVO) et Imatran Voima Oy (IVO, qui fait désormais partie du Groupe Fortum), ont créé l'entreprise Posiva Oy afin de mettre au point un programme de stockage des déchets nucléaires. Les études relatives au concept d'évacuation définitive du combustible nucléaire usé dans le soubassement rocheux de la Finlande se poursuivent. En **France**, les efforts se concentrent sur les sites de mines et d'usines de traitement qui ont été fermés. Le montant total des dépenses consacrées au démantèlement des sites du Forez, de l'Hérault, de La Crouzille et de Vendée ainsi qu'à d'autres, s'élevait à près de 675 millions de FF à la fin de 1998 et il est prévu d'y consacrer un budget supplémentaire de 90 millions de francs français en 1999. En **Allemagne**, l'extraction du minerai d'uranium a pris fin en 1990 et, depuis cette date, la société WISMUT GmbH a entrepris de grands programmes de démantèlement et de remise en état. À la fin de 1998, près de 90 % des travaux souterrains de remise en état avaient été achevés. On procède actuellement au réaménagement des verses à stériles, à la stabilisation des déblais de résidus miniers, au traitement chimique des minerais d'uranium se trouvant sur les sites des usines, à la remise en état des décharges de résidus de traitement et des installations d'évacuation, à la démolition des équipements et bâtiments de production, au traitement des eaux et à la surveillance de la qualité de l'air et de l'eau à proximité des installations. À la fin de l'année 1998, l'Allemagne avait dépensé près de 5.7 milliards de DEM sur les 13 milliards estimés nécessaires pour réaliser toutes les opérations de démantèlement et de remise en état. En **Espagne**, le centre minier de La Haba est entièrement démantelé et réaménagé, et en janvier 1998 a été approuvé un programme quinquennal de surveillance destiné à vérifier que les critères de conception du démantèlement ont été respectés dans ce centre. Le réaménagement de douze mines d'uranium fermées en Estramadure se déroule suivant le calendrier prévu et devrait s'achever en 1999. Celui de six mines d'uranium supplémentaires en Andalousie devrait prendre fin au début de 2000. Ces activités ont coûté au total 1 330 millions de ESP, auxquels viennent s'ajouter 3 660 millions de ESP affectés à la gestion environnementale des activités de production d'uranium actuelles. En **Suède**, le démantèlement et la remise en état de la mine de Ranstad sont terminés. On en estime le coût à 150 millions de SEK. La surveillance du site se poursuit. Au **Portugal**, le démantèlement des mines d'Urgeiriça, de Castelejo, de Cunha Baixa, de Sevilha et de Quinta do Bispo suit son cours. Des études sont menées afin de caractériser les conditions géochimiques et hydrochimiques locales et de déterminer les mesures nécessaires pour atténuer les incidences sur l'environnement des déblais de déchets de la mine de Cunha Baixa et de la mine de Quinta do Bispo exploitée par lixiviation en tas. En 1998, 23 millions de PTE ont été consacrés à ces activités, ainsi que 32 millions de PTE à la gestion environnementale de l'unique installation de lixiviation en tas encore en exploitation à Urgeiriça.

Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est. Dans la **République tchèque**, l'extraction et le traitement du minerai d'uranium ont eu de graves répercussions sur l'environnement que l'on ne pourra atténuer sans mobiliser des moyens considérables au cours des prochaines années. La production d'uranium ayant décliné, la dépollution des sites est devenue aujourd'hui l'activité principale de DIAMO. Actuellement, on procède au démantèlement des mines de Hamr, d'Olší, de Jasenice-Pucov, de Zadní Chodov, d'Okrouhlá Radoun et de Licomerice-Brezinka, à la remise en état de la mine de Stráz exploitée par LIS et de ses bassins de décantation des résidus ainsi que des bassins de décantation des résidus de Příbram, de même qu'à la restauration du couvert végétal des bassins de décantation de l'usine de traitement de minerais de MAPE à Mydlovary. La construction d'une station d'épuration des eaux d'exhaure à Horní Slavkov, qui doit commencer en 1999, est l'un des principaux programmes de réaménagement entrepris par DIAMO. Au total, ces travaux de remise en état ont coûté 954 millions de CZK auxquels il faut ajouter 28,6 millions de CZK consacrés à la gestion environnementale du dernier centre de production encore en exploitation. Après la fermeture des mines en 1998, la **Hongrie** a réalisé une étude de la faisabilité de la stabilisation et du réaménagement des bassins de décantation des résidus dans la région de Mecsek. La démolition de

l'usine de traitement de minerai a commencé en 1999, et le programme de remise en état se poursuivra jusqu'à la fin de 2002. Au total, plus de 7 milliards de HUF auront été consacrés jusqu'à la fin de 1998 à la gestion de l'environnement. En **Pologne**, où les activités d'extraction et de traitement ont cessé depuis plus de 25 ans, les compagnies à l'origine des nuisances environnementales n'existant plus, les travaux de remise en état sont entièrement financés par les pouvoirs publics. On dénombre peu d'atteintes importantes à l'environnement. Le cas le plus grave concerne le bassin de décantation des résidus de Kowary. Il s'agit d'une installation de 1,3 ha pourvue de digues sur trois côtés, qui aurait atteint la limite de sa stabilité géotechnique. Un programme de réaménagement a été mis au point qui prévoit la construction de systèmes de drainage et la couverture du bassin de décantation. Par ailleurs, en Basse Silésie les autorités locales procèdent à l'élaboration d'un programme de restauration qui permettra de remédier aux effets des activités passées de production d'uranium. En **Roumanie**, le programme de protection de l'environnement vise actuellement en priorité à accroître la capacité de traitement des eaux dans les Carpates orientales, les monts Apuseni et les monts du Banat, à augmenter la capacité des bassins de décantation des résidus, à traiter et à fermer les aires de stockage du minerai dans diverses mines et à procéder à la stabilisation à long terme, à la remise en état et à la restauration du couvert végétal des versants stériles et des terrains avoisinants. En **Ukraine**, bien qu'aucune mine ne soit en cours de démantèlement, VostGOK met sur pied un programme afin d'assainir et de remettre en état des sites contaminés par les résidus de traitement de l'uranium à Zheltiye Vody. Il existe, par ailleurs, un programme d'État pour l'amélioration de la radioprotection dans des installations nucléaires industrielles de l'Ukraine. Ce programme, qui dispose d'un budget de 360 millions de USD, concernera tous les sites et problèmes environnementaux liés à l'extraction et au traitement du minerai d'uranium.

Afrique. Au **Gabon**, depuis la fin des activités d'extraction en mars 1999, les pouvoirs publics ont lancé un programme de remise en état de sept sites dont les 60 hectares de la mine et de l'usine de traitement de Mounana. Ce programme, qui doit s'étaler sur 1999 et 2000, comporte le démantèlement de l'usine et des installations connexes, la fermeture des bassins de décantation des résidus, l'assainissement du site et la restauration de son couvert végétal. Ces travaux ont pour objectif de faire en sorte que toute incidence radiologique résiduelle demeure au niveau le plus faible que l'on pourra raisonnablement atteindre et d'assurer la stabilité physique des bassins de décantation pour permettre, dans la mesure du possible, la réutilisation future de la zone concernée. Un programme à long terme de surveillance des bassins de décantation des résidus sera aussi mis en place. En **Namibie**, les activités intéressant l'environnement sont régies par des directives des pouvoirs publics, mais une Loi sur l'environnement ainsi qu'un projet de loi intégrant la lutte contre la pollution et la gestion des déchets sont en cours d'élaboration. Un Fonds pour la protection de l'environnement sera constitué afin de garantir la disponibilité des ressources financières nécessaires pour la remise en état des mines. À la fin 1998, les coûts de la gestion de l'environnement avaient dépassé 40 millions de ZAR, et 1,8 million de ZAR supplémentaires ont été inscrit au budget pour 1999. **L'Afrique du Sud** dispose d'une législation rigoureuse en matière d'environnement qui garantit une remise en état appropriée de toutes les zones contaminées par la radioactivité, notamment les sites actuels ou anciens d'usines de production d'uranium. Les problèmes environnementaux liés à l'extraction de l'or et de l'uranium dans le bassin du Witwatersrand sont dus à la pollution par la poussière, à la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines ainsi qu'à la radioactivité résiduelle. D'anciennes mines d'or/uranium sont en cours de démantèlement. Bien qu'il soit impossible de distinguer les coûts de la protection de l'environnement qui reviennent spécifiquement aux activités d'extraction de l'uranium, du fait que l'uranium, en Afrique du Sud, est exclusivement un sous-produit, l'industrie minière en général consacre des moyens considérables à cette protection à tous les stades de ses activités.

Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale. La **Jordanie** a procédé à une étude et à une évaluation systématiques de la concentration d'uranium dans les gisements de phosphate du pays afin de mesurer les effets de l'uranium sur l'environnement. Le **Kazakhstan** a concentré ses efforts sur les déchets des installations de production d'uranium fermées ou en exploitation ainsi que sur les incidences sur l'environnement de l'extraction par lixiviation in situ. Tous les sites de mines et d'usines de traitement de

l'uranium ont été répertoriés en 1997 et 1998, ce qui a permis de déterminer que, sur une centaine de sites de stockage des déchets, seuls cinq ou six avaient eu des incidences notables sur l'environnement, essentiellement parce que les habitants de la région avaient utilisé sans contrôle ces déchets comme matériaux de construction. Une étude de l'interaction entre la lixiviation in situ et les aquifères a été entreprise en collaboration avec l'Agence internationale de l'énergie atomique. En **Ouzbékistan**, ce sont aussi les zones affectées par des activités d'extraction et de traitement classiques qui retiennent surtout l'attention de même que les répercussions écologiques de la lixiviation in situ. Le combinat minier et métallurgique de Navoi a lancé un programme progressif d'évaluation et, le cas échéant, de remise en état des zones affectées par plus de 30 ans de production d'uranium. C'est ainsi qu'un système de puits a été mis en place à l'usine hydrométallurgique de Navoi afin de suivre et de maîtriser toute contamination potentielle des aquifères due à la présence de bassins de décantation des résidus et que des recherches ont été entreprises afin de mettre au point un système couverture de ces bassins à mettre en œuvre d'ici à 2005. En **Inde**, la gestion des incidences sur l'environnement relève du Groupe de radioprotection du Centre de recherche atomique Bhabha à Bombay. Ce groupe assure le suivi des effets des rayonnements, du radon et des poussières dans les installations de production d'uranium et, par ailleurs, assure le fonctionnement d'un Laboratoire de surveillance de l'environnement à Jaduguda.

Zone du Pacifique. En **Australie**, la mine de Ranger est aujourd'hui la seule mine en exploitation dans le Territoire du Nord. La mine de Nabarlek a cessé toute production et le site a été remis en état avec succès. La surveillance de ce dernier du point de vue l'environnement se poursuit. Le Gouvernement fédéral est responsable du contrôle de la gestion de l'environnement dans le cas de ces deux mines et du futur site de Jabiluka. Le Bureau fédéral de l'Expert à l'environnement (*Office of the Supervising Scientist – OSS*) a régulièrement attesté du niveau élevé de protection de l'environnement, observant que les activités minières ont eu une incidence négligeable sur le milieu environnant. Les travaux de construction ont commencé sur le site de la mine de Jabiluka en juin 1998 après une procédure complète d'évaluation de l'impact sur l'environnement menée conjointement par des autorités fédérales et celles du Territoire du Nord. On s'efforce toujours d'obtenir l'accord des propriétaires aborigènes pour pouvoir mettre en œuvre la solution privilégiée qui consisterait à traiter le minerai de Jabiluka à l'usine de Ranger. Toutefois, en l'absence d'accord, on prépare actuellement une solution de rechange, à savoir l'aménagement d'une usine de traitement autonome à Jabiluka. Le projet d'Olympic Dam est régi par la législation de l'État d'Australie méridionale. Aux termes de cette législation, l'exploitant est tenu de rédiger et de mettre en œuvre un programme de gestion de l'environnement. En 1996, la société Western Mining Corporation a annoncé son intention d'agrandir son projet d'Olympic Dam pour produire jusqu'à 350 000 t/an de cuivre et de produits associés (uranium, or et argent). Cette proposition a été soumise à une procédure conjointe d'évaluation de la déclaration d'incidences sur l'environnement par les autorités fédérales et le gouvernement de l'État d'Australie méridionale. La première phase du projet d'agrandissement d'Olympic Dam, visant à porter la production à 200 000 t/an de cuivre a été réalisée en avance sur le calendrier à la fin du premier trimestre de 1999. Le projet de la société Heathgate Resources Pty Ltd (Heathgate) consistant à aménager une mine d'uranium exploitée par lixiviation in situ (LIS) à Beverley a fait l'objet d'une procédure conjointe d'évaluation des incidences sur l'environnement par les autorités fédérales et le gouvernement de l'État d'Australie méridionale. Lorsqu'il a été confirmé que la partie septentrionale de l'aquifère de Beverley est bien isolée des eaux environnantes, le projet a été approuvé sous certaines conditions propres au site. Le projet de la société Southern Cross Resources Australia Pty Ltd visant l'aménagement d'une mine d'uranium exploitée par LIS à Honeymoon fait aussi l'objet d'une procédure conjointe d'évaluation des incidences sur l'environnement par les autorités fédérales et le gouvernement de l'Australie méridionale. Il était prévu de soumettre au public la déclaration d'incidences sur l'environnement à la fin de 1999 afin de recueillir ses commentaires. Une autre procédure conjointe d'évaluation des incidences sur l'environnement a été engagée par les autorités fédérales et le gouvernement d'Australie méridionale suite à la soumission en 1996 par la société Canning Resources Pty Ltd (filiale de Rio Tinto Ltd) d'un projet de

mise en valeur du gisement d'uranium de Kintyre. Toutefois, en août 1997, la société Rio Tinto a annoncé que l'aménagement du site de Kintyre avait été mis en veilleuse en raison de la chute des prix de l'uranium et des retards pris par la reconnaissance des titres de propriété tribale.

Asie de l'Est. Sa longue expérience de la production de l'uranium a conduit la **Chine** à élaborer de nouvelles réglementations afin de maîtriser, de surveiller et de limiter les incidences sur l'environnement liées à la production d'uranium. Parmi les mesures de maîtrise de la pollution, on peut citer le remblayage des zones excavées par les stériles et les résidus de traitement, l'épuration des eaux d'exhaure et des eaux usées industrielles et le recouvrement des déblais de déchets et de résidus de traitement afin d'atténuer les émanations de radon. Des filtres électrostatiques à très haute tension ont été installés dans les usines de traitement de minerai de Fuzhou et Hengyang afin de limiter l'envol de poussières. Parallèlement à la mise en place de mesures de protection de l'environnement dans les centres de production en exploitation, cinq mines et usines de traitement de l'uranium fermées ont été entièrement démantelées ; le démantèlement de plusieurs autres installations est en cours.

II. DEMANDE D'URANIUM

Ce chapitre contient une brève description de l'état actuel et de la croissance prévue de la puissance électronucléaire mondiale et des besoins en uranium des centrales nucléaires. On y trouvera, en outre, une analyse des relations entre la demande et l'offre d'uranium suivie d'une description des évolutions importantes du marché mondial de l'uranium. Une attention particulière est portée à certaines questions ayant trait aux approvisionnements secondaires qui ont des incidences notables sur le marché de l'uranium. Il s'agit notamment de la mise à disposition d'excédents de stock, de l'élimination des stocks militaires excédentaires de la Fédération de Russie et des États-Unis et des restrictions appliquées par les États-Unis et l'Union européenne sur les ventes d'uranium produit par les NEI. La dernière section de ce chapitre sera consacrée aux répercussions que pourraient avoir les événements récents sur les perspectives à long terme.

A. PUISSANCE NUCLÉAIRE INSTALLÉE ET BESOINS EN URANIUM DES RÉACTEURS⁽¹⁾

Monde (351 GWe nets au 1er janvier 1999). La puissance électronucléaire mondiale a pour ainsi dire doublé au cours des dix dernières années, et la production cumulée d'électricité nucléaire dépasse à présent 34 000 TWh. Les centrales nucléaires couvrent environ 5 % de la consommation mondiale d'énergie et quelque 16 % de celle d'électricité. Au début de 1999, les 434 tranches nucléaires en service dans le monde représentaient une puissance nette de 351 GWe (gigawatts électriques nets) couplée au réseau (voir tableau 14 et figures 9 et 10). En outre, 36 réacteurs, d'une puissance totale d'environ 28 GWe, sont en construction. Toutefois, ces dernières années, le développement de l'énergie nucléaire s'est considérablement ralenti.

En 1997, trois nouveaux réacteurs représentant 3,6 GWe au total ont été couplés au réseau, et cinq réacteurs d'une puissance installée totale de 4,4 GWe ont été mis en chantier en Chine (3) et dans la République de Corée (2). En 1998, quatre réacteurs représentant une puissance totale de 2,9 GWe ont été couplés au réseau, à savoir trois dans la République de Corée et un dans la République Slovaque ; la même année, quatre réacteurs (3,6 GWe) ont été mis en chantier en Chine (2), dans le Taipei chinois (1) et au Japon (1). En 1999, six réacteurs supplémentaires (4,1 GWe) devraient être couplés au réseau.

Les besoins en uranium de la planète pour 1998 étaient estimés à quelque 59 600 t d'U (voir tableau 15 et figure 11). Une augmentation de 2 000 t d'U environ était prévue pour 1999.

Si la puissance électronucléaire et les besoins en uranium progressent régulièrement chaque année dans le monde, les taux de croissance varient considérablement d'une région à l'autre (voir figures 12 et 13).

(1) Certaines des données statistiques présentées dans les sections suivantes sont tirées de *Nuclear Power Reactors in the World*, Reference Data Series n°2, 1999, AIEA, Vienne, Autriche.

**Tableau 14. Puissance nucléaire installée* jusqu'en 2015
(MWe net)**

PAYS	1998	1999	2000	2005		2010		2015	
				Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut
Afrique du Sud	1 842	1 842	1 942	1 842 a)	1 942 a)	1 942 a)	1 942 a)	1 942 a)	2 340 a)
Algérie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	300 a)
Allemagne	21 100	21 100	21 100	21 000	21 000	21 000	21 000	21 000 a)	21 000 a)
Argentine	940	940	940	940 a)	1 630 a)	600 a)	1 290 a)	600 a)	1 290 a)
Arménie	408	408	408	0	408	0	408	0 a)	600 a)
Bangladesh	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	300 a)
Bélarus	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 000 a)
Belgique	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713	5 713
Brésil	630	1 875	1 875	3 120	3 120	3 120	3 120	1 250 a)	3 740 a)
Bulgarie	3 538 c)	3 538 a)	3 538 a)	2 720 a)	3 538 a)	2 310 a)	3 680 a)	1 910 a)	3 270 a)
Canada	10 300	10 300	10 300	10 300	13 100	10 300	14 700	10 300	11 700
Chine (d)	2 100	2 100	2 100	7 700	8 700	15 000	18 000	18 000	23 000
Corée, RPD	0	0	0	0	0	0 a)	950 a)	950 a)	1 900 a)
Corée, Rép. de	12 000	13 700	13 700	17 700	17 700	23 400	23 400	27 700	27 700
Croatie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	600 a)
Cuba	0	0	0	0	0	0 a)	410 a)	0 a)	820 a)
Égypte	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 200 a)
Espagne	7 300	7 400	7 650	7 650	7 730	7 650	7 730	7 650	7 730
États-Unis	97 089	97 089	95 605	63 881	95 555	49 217	93 525	22 154	86 800
Finlande	2 650	2 650	2 650	2 650	2 650	2 650	2 650	2 650	2 650
France	61 700	63 100	63 100	62 900	62 900	62 900	62 900	62 900	62 900
Hongrie	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800
Inde	1 695	2 099	2 503	2 503	2 503	4 525	5 647	5 647 a)	5 647 a)
Indonésie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 800 a)
Iran, Rép. Islam. d'	0	0	0	0 a)	1 000 a)	1 000 a)	2 000 a)	1 000 a)	2 000 a)
Japon	45 082	45 082	45 082	45 400 b)	45 400 b)	70 500	70 500	70 500 a)	79 340 a)
Kazakhstan	70 c)	0	0	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	1 200 a)
Lituanie	2 760	2 760	2 760	2 370 a)	2 370 a)	2 370 a)	2 370 a)	1 190 a)	2 370 a)
Malaisie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 000 a)
Maroc	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	600 a)
Mexique	1 308	1 308	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370
Pakistan	125 c)	125 a)	430 a)	300 a)	730 a)	600 a)	600 a)	600 a)	2 000 a)
Pays-Bas	449	449	449	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)
Philippines	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	900 a)
Pologne	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 200 a)
République slovaque	2 025	2 430	2 430	1 620	2 430	1 620	2 025	810	1 620
République tchèque	1 648	1 648	2 560	3 472	3 472	3 472	3 472	3 472	3 472
Roumanie	650	650	650	1 300	1 300	1 300	1 950	1 300	1 950
Royaume-Uni	12 900	12 900 b)	12 100 b)	9 300 b)	9 300 b)	7 000 b)	7 000 b)	8 150 a)	11 750 a)
Russie, Féd. de	21 242	21 242	21 242	21 242	24 240	21 242	25 240	17 500	25 300
Slovénie	632 c)	632 a)	632 a)	632 a)	632 a)	632 a)	632 a)	632 a)	632 a)
Suède	10 000	10 000	9 400	8 800	8 800	8 900 b)	8 900 b)	6 090 a)	9 440 a)
Suisse	3 117	3 179	3 300	3 300	3 300	3 300	3 300	3 300	3 300
Thaïlande	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 000 a)
Turquie	0	0	0	1 300	1 300	2 600	2 600	2 600 a)	2 600 a)
Ukraine	12 880	12 880	12 880	12 880	14 800	14 800	15 800	14 800	15 880
Viêt Nam	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	1 000 a)
TOTAL OCDE	294 156	297 418	295 879	266 536	301 090	281 772	330 560	257 349	340 465
TOTAL MONDE	350 573	355 819	355 089	331 885	377 913	360 313	425 404	332 960	457 104

(a) Estimation du Secrétariat de l'AIEA. * Puissance installée à la fin de l'année.

(b) OCDE/AEN, Données sur l'énergie nucléaire 1999, Paris, France, 1999.

(c) AIEA, Nuclear Power Reactors in the World, RDS n°2, Vienne, Autriche, 1999.

(d) Les données suivantes sur le Taïpei chinois sont incluses dans le Total Monde et non dans les totaux pour la Chine : 4 880 MWe jusqu'en 2000, 6 180 MWe pour 2005 (hypothèse basse) et 7 480 MWe pour 2010 et 2015 (hypothèse basse) ; et 7 480, 8 780 et 11 380 MWe respectivement pour 2005, 2010 and 2015 (hypothèse haute).

Figure 9. Puissance nucléaire installée dans le monde : 351 GWe
(1^{er} janvier 1999)

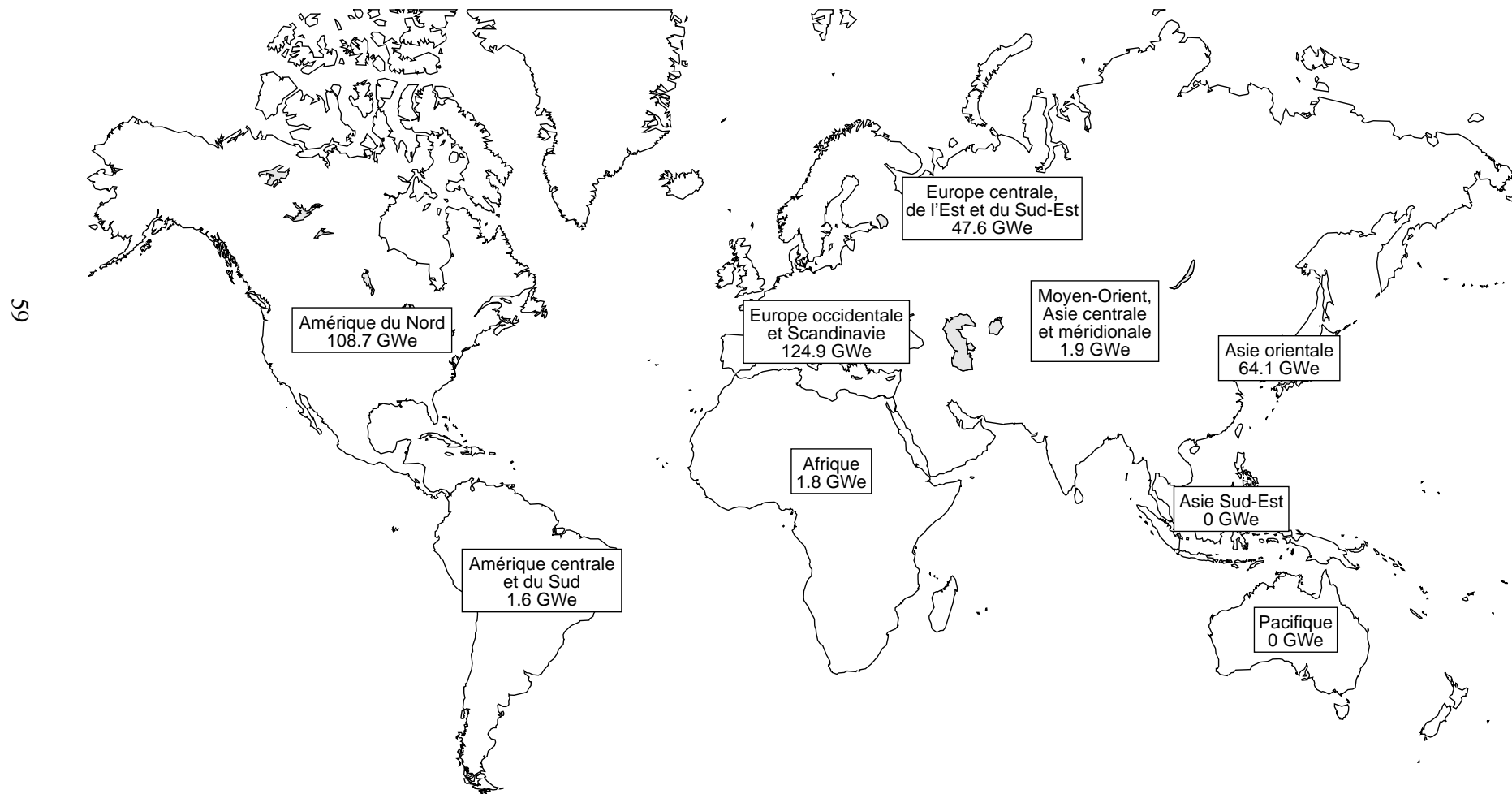


Figure 10. **Puissance nucléaire installée dans le monde : 351 GWe**
(au 1er janvier 1999)

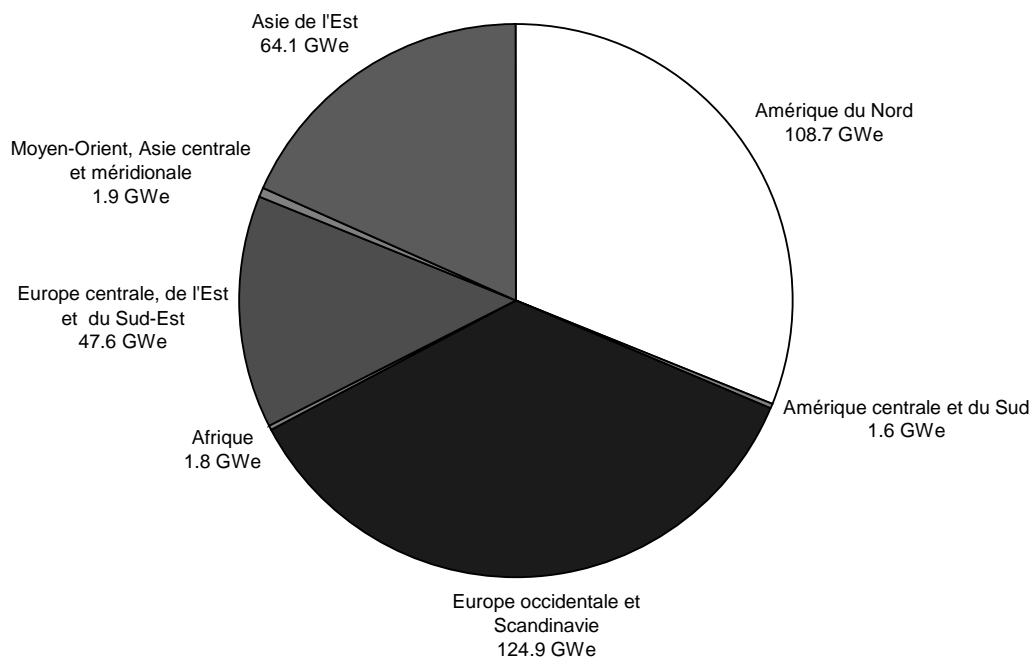
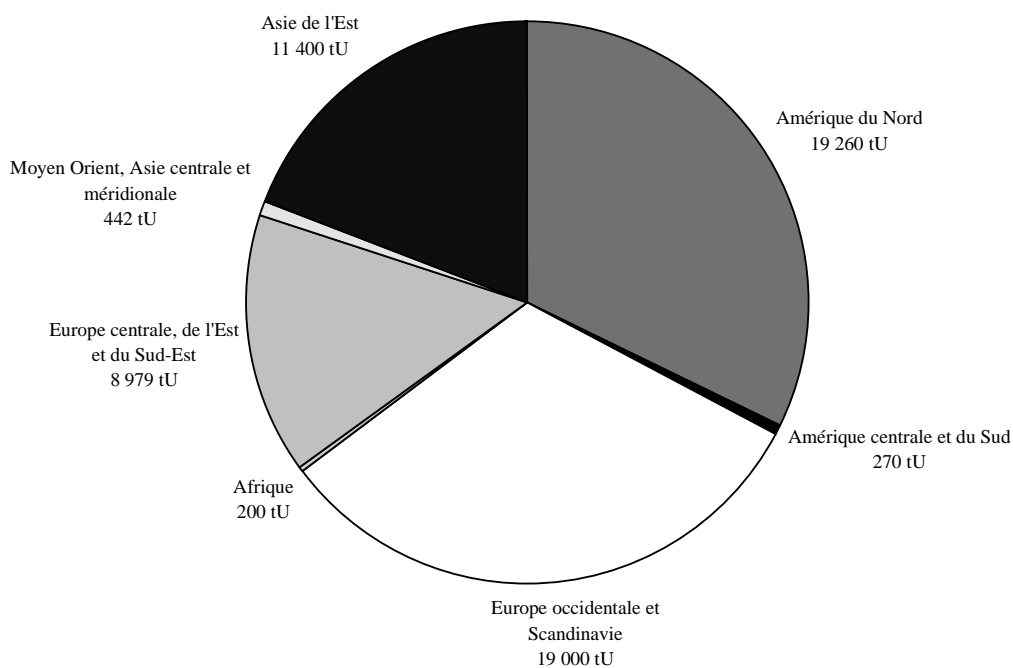


Figure 11. **Besoins d'uranium dans le monde : 59 551 tU**
(au 1er janvier 1999)



**Tableau 15. Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2015
(tonnes d'U)**

PAYS	1998	1999	2000	2005		2010		2015	
				Bas	Haut	Bas	Haut	Bas	Haut
Afrique du Sud	200	200	220 a)	200 a)	220 a)	220 a)	220 a)	220 a)	300 a)
Algérie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	50 a)
Allemagne	3 100	3 100	3 200	3 100	3 100	3 000	3 000	3 000 a)	3 000 a)
Argentine	150	150	150	150 a)	260 a)	96 a)	206 a)	96 a)	206 a)
Arménie	89	89	89	0	89	0	89	0 a)	131 a)
Bangladesh	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	50 a)
Bélarus	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	170 a)
Belgique	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050
Brésil	120	310	450	420	1 040	470	810	470	810
Bulgarie	844 a)	844 a)	844 a)	649 a)	844 a)	551 a)	878 a)	456 a)	780 a)
Canada	1 200	1 300	1 800	1 300	1 800	1 300	2 000	1 300	2 000
Chine (c)	380	380	380	1 380	1 560	2 700	3 200	3 200	4 000
Corée, RPD	0	0	0	0	0	0 a)	160 a)	160 a)	330 a)
Corée, Rép. de	2 400	2 500	3 500	3 900	3 900	4 600	4 600	5 200	5 200
Croatie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	100 a)
Cuba	0	0	0	0	0	0 a)	70 a)	0 a)	140 a)
Égypte	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	210 a)
Espagne	1 500	1 150	1 500	1 100	1 500	1 100	1 500	1 100	1 500
États-Unis	17 700	18 100	17 700	9 800	18 400	8 600	17 500	2 300	17 700
Finland	550	550	557	548	548	545	545	545	545
France	8 200	8 200	8 200	7 800	8 300	7 800	8 300	7 800	8 300
Hongrie	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Inde	376	433	407	560	855	618	861	861	861
Indonésie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	310 a)
Iran, Rép. Islam. d'	0	0	0	0	170 a)	170 a)	340 a)	170 a)	340 a)
Japon	7 810	9 290	9 700	11 800	11 800	13 000	13 000	14 000	14 000
Kazakhstan	50 a)	0	0	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	210 a)
Lituanie	480	640	680	412 a)	412 a)	412 a)	412 a)	207 a)	412 a)
Malaisie	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	170 a)
Maroc	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	100 a)
Mexique	360	190	184	180	360	178	356	182	365
Pakistan	16 a)	16 a)	66 a)	46 a)	112 a)	92 a)	92 a)	92 a)	306 a)
Pays-Bas	74	74	84	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)	0 a)
Philippines	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	150 a)
Pologne	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	200 a)
République slovaque	566	618	515	347	521	347	434	174	347
République tchèque	440	516	602	690	705	690	705	690	705
Roumanie	100	100	100	200	200	200	300	200	300
Royaume-Uni	2 356	2 356	2 500 b)	1 764 b)	1 764 b)	1 262 b)	1 262 b)	1 470 a)	2 400 a)
Russie, Féd. de	3 600	3 600	3 600	3 600	4 100	3 600	4 250	3 000	4 300
Slovénie	110 a)	110 a)	110 a)	110 a)	110 a)	110 a)	110 a)	110 a)	110 a)
Suède	1 600	1 600	1 500	1 400	1 400	1 400 b)	1 400 b)	1 000 a)	1 500 a)
Suisse	570	480	480	580	580	580	580	580	580
Thaïlande	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	170 a)
Turquie	0	0	0	260 b)	260 b)	520 b)	520 b)	520 a)	520 a)
Ukraine	2 350	2 433	2 823	2 480	2 823	2 480	2 705	2 705	2 800
Viêt Nam	0	0	0	0	0	0	0	0 a)	170 a)
TOTAL OCDE	49 310	50 856	52 957	45 672	55 867	46 025	56 718	41 137	59 965
TOTAL MONDE	59 551	61 589	64 201	57 226	70 383	59 291	73 155	54 458	79 798

(a) Estimation du Secrétariat.

(b) OCDE/AEN, Données sur l'énergie nucléaire 1999, Paris, France, 1999.

(c) Les données suivantes sur le Taipei chinois sont incluses dans le Total Monde, mais non dans les totaux pour la Chine : 810 t d'U/an jusqu'en 2000, 620 t d'U/an jusqu'en 2015 (hypothèse basse), et 620, 830 and 1 040 t d'U/an respectivement jusqu'en 2005, 2010 and 2015 (hypothèse haute).

OCDE (294,2 GWe). Les pays Membres de l'OCDE détiennent environ 84 % de la puissance électronucléaire mondiale. La puissance électronucléaire en service dans ces pays a diminué de 3,3 GWe entre 1996 et 1998 par suite de l'arrêt définitif ou provisoire de réacteurs nucléaires dans certains pays. Onze réacteurs au total sont actuellement en construction représentant une puissance de 10,9 GWe. Les besoins en uranium des réacteurs s'élevaient, pour l'année 1998, à 49 300 t d'U et devraient passer à environ 50 900 t d'U en 1999, soit une progression de 3,1 %.

Amérique du Nord (108,7 GWe). Dans cette région, la puissance nucléaire installée a diminué de 9,2 GWe entre 1996 et 1998. Aux **États-Unis**, la puissance exploitable est passée de 100,6 GWe à la fin de 1996 à 97,1 GWe en 1998, par suite de la mise hors service définitive de 6 tranches nucléaires. Le reste de la réduction est imputable à la fermeture temporaire de 7 tranches nucléaires au **Canada**. Les besoins annuels en uranium en Amérique du Nord s'élevaient approximativement à 19 300 t d'U en 1998 et devaient atteindre 19 300 t d'U en 1999.

Amérique centrale et du Sud (1,6 GWe). Au début de 1999, trois tranches nucléaires étaient en service dans deux pays de cette région, l'Argentine et le Brésil. Deux tranches étaient en construction, l'une en **Argentine** (0,7 GWe) et l'autre au **Brésil** (1,2 GWe). Celle du Brésil devait être connectée au réseau en 1999. À **Cuba**, la construction de deux tranches de type WWER-440 a été interrompue en 1994 en raison de problèmes financiers et de la diminution de l'aide technique de la Fédération de Russie. Les besoins en uranium des réacteurs en Amérique centrale et en Amérique du Sud s'élevaient à 270 t d'U en 1998 et devaient s'accroître pour atteindre 460 t d'U en 1999.

Europe occidentale et Scandinavie (124,9 GWe). La **France** et la **Belgique** continuent à produire plus de la moitié de leur électricité dans des centrales nucléaires : la part du nucléaire dans ces pays s'élevait respectivement à 75 % et 55 % en 1998. La **France** a couplé au réseau deux tranches en 1997, le réacteur de Chooz-B2 (1 455 MWe) et le réacteur Civaux-1 (1 450 MWe). Cette région compte trois réacteurs en construction d'une puissance totale de 3 274 MWe. En 1997, un réacteur, celui de Dodewaard (55 MWe), a été mis hors service aux **Pays-Bas** et en 1998 un autre réacteur, celui de Creys-Malville (1,2 GWe) en **France**, a été fermé. Bien qu'il y ait eu des accroissements de puissance dans plusieurs réacteurs des pays d'Europe occidentale et de Scandinavie, la puissance nucléaire installée est restée pour ainsi dire constante au cours de ces deux dernières années. Les besoins en uranium avoisinaient 19 000 t d'U en 1998 et devaient redescendre légèrement pour s'établir à 18 600 t d'U en 1999.

Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est (47,6 GWe). Les programmes nucléaires très ambitieux entrepris dans cette région ont connu un ralentissement notable du fait de difficultés financières et politiques liées au passage à l'économie de marché dans certains pays. Depuis 1996, une seule tranche a été couplée au réseau dans cette région : celle de Mochovce-1 (388 MWe) dans la **République Slovaque**. La **Fédération de Russie** et l'**Ukraine** ont, de loin, la plus forte puissance installée de la région, avec respectivement 21,2 GWe and 12,9 GWe. En 1998, la **Lituanie** détenait le record mondial de la contribution du nucléaire à la production d'électricité (77 %). La majorité des réacteurs en service dans cette région appartiennent aux filières soviétiques RBMK et WWER. Toutefois, la **Slovénie** exploite, conjointement avec la **Croatie**, un REP de 650 MWe de conception occidentale. La **Roumanie**, de son côté, exploite un réacteur à eau lourde sous pression (CANDU) et en a mis un autre en chantier. Quatorze réacteurs sont en construction en Europe centrale et orientale (deux dans la République tchèque, un en Roumanie, quatre dans la Fédération de Russie, trois dans la République slovaque et quatre en Ukraine) représentant au total une puissance de 10,8 GWe. La Turquie projette la construction de sa première centrale nucléaire d'ici dix ans. Les besoins en uranium des réacteurs de cette région s'élevaient en 1998 à environ 9 000 t d'U et devaient atteindre quelque 9 400 t d'U en 1999.

Afrique (1,8 GWe). La puissance nucléaire installée n'a pas changé en Afrique depuis l'édition de 1997 du Livre rouge. Les deux seuls réacteurs du continent se trouvent en **Afrique du Sud**. Leurs besoins en uranium avoisinaient 200 t d'U/an en 1998 et devaient rester identiques en 1999.

Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale (1,9 GWe). L'Inde, le Kazakhstan et le Pakistan sont les trois seuls pays à posséder des réacteurs nucléaires dans cette région. En **Inde**, dix réacteurs de puissance, représentant 1,7 GWe au total, sont actuellement en service. Quatre réacteurs à eau lourde sous pression, d'une puissance totale de 808 MWe, sont en construction dans ce pays, dont deux devaient être couplés au réseau avant la fin 1999. Le **Kazakhstan** exploite un surgénérateur rapide de 70 MWe dont la fermeture est prévue aux alentours de 2000. Le **Pakistan** exploite un réacteur de type CANDU (125 MWe) à Karachi et construit un REP de 300 MWe importé de Chine qui devait être couplé au réseau en 1999. La région compte au total sept réacteurs nucléaires en construction, dont deux en **Iran**. Les besoins en uranium des réacteurs du Moyen-Orient et de l'Asie centrale et méridionale étaient d'environ 440 t d'U en 1998 et devaient se maintenir au même niveau en 1999.

Asie de l'Est (64,1 GWe). C'est en Asie de l'Est que le nucléaire connaît actuellement le plus fort taux de croissance, les nouvelles tranches couplées au réseau entre 1997 et 1998 représentant environ 4,8 GWe. Au **Japon**, deux réacteurs nucléaires sont en chantier (1,9 GWe) et le gouvernement japonais de même que l'industrie font porter leur effort sur le développement d'une industrie nationale du cycle du combustible. La République de Corée et la Chine ont également entrepris d'importants programmes de construction. La **République de Corée** a actuellement 6 tranches (5,7 GWe) en chantier et la **Chine** poursuit la construction de six réacteurs nucléaires d'une puissance totale 4,4 GWe. Dans la **République populaire démocratique de Corée**, il est projeté de construire deux réacteurs nucléaires de conception occidentale, dont la réalisation doit être financée par les États-Unis, le Japon, la République de Corée et Euratom dans le cadre du projet international KEDO (*Korean Peninsula Energy Development Organization*). Les besoins en uranium des réacteurs de l'Asie de l'Est, qui représentaient en 1998 11 400 t d'U, devaient augmenter en 1999 pour atteindre environ 13 000 t d'U.

Asie du Sud-Est (0 GWe). Cette région est actuellement dépourvue de réacteurs de puissance. Toutefois, l'**Indonésie** et la **Thaïlande** envisagent de construire des réacteurs nucléaires pour faire face à la croissance de la demande d'électricité prévue au cours du siècle prochain. L'avenir du seul réacteur nucléaire des **Philippines**, PNPP-1, d'une puissance de 620 MWe, reste incertain.

Pacifique (0 GWe). Cette région est actuellement dépourvue de réacteur de puissance. L'**Australie** ne possède qu'un petit réacteur de recherche. La politique du gouvernement australien interdit de développer pour l'instant de nouvelles étapes du cycle du combustible, de sorte que la demande nationale d'uranium devrait être nulle à court terme. De même, le gouvernement de la **Nouvelle Zélande** a adopté une politique proscrivant le développement de l'énergie nucléaire.

B. DÉVELOPPEMENT PRÉVU DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE ET BESOINS EN URANIUM CORRESPONDANTS

Les projections de la puissance électronucléaire et des besoins en uranium des réacteurs sont fondées sur les réponses officielles des États et des pays Membres aux questionnaires qui leur avaient été transmis par le Secrétariat. Pour certains pays qui n'ont pas communiqué leurs projections, on s'est

servi de celles établies par le Secrétariat de l'AIEA. En raison des incertitudes qui pèsent sur les programmes nucléaires, des projections haute et basse sont données pour les années 2005, 2010 et 2015, sauf si la réponse officielle contenait une seule valeur.

Figure 12. Projections de la puissance installée jusqu'en 2015
Projections haute et basse

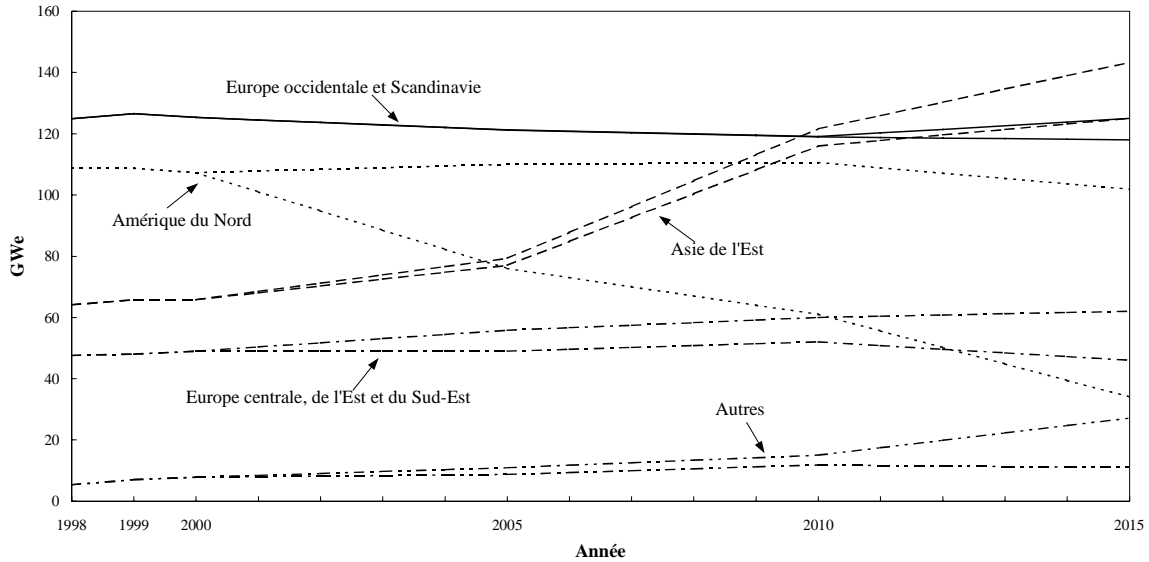
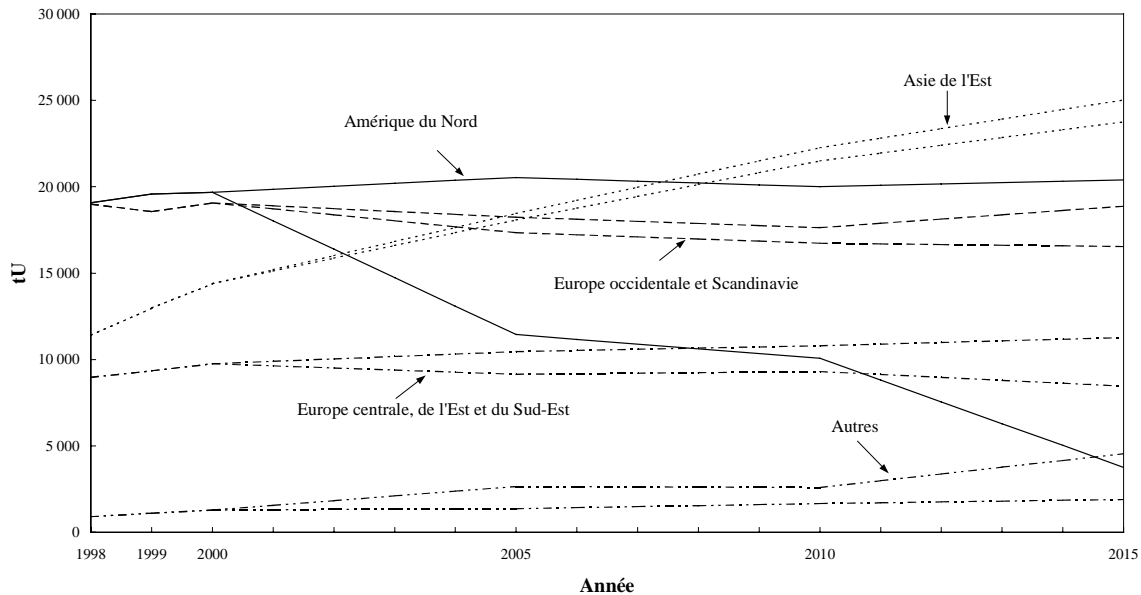


Figure 13. Besoins annuels en uranium des réacteurs jusqu'en 2015
Projections haute et basse



D'ici à 2015, la puissance électronucléaire mondiale devrait s'accroître, dans l'hypothèse haute, pour atteindre 457 GWe, et baisser, dans l'hypothèse basse, pour tomber à 333 GWe. La différence d'évolution mise en lumière dans ces deux hypothèses reflète les incertitudes qui entachent la durée de vie probable des tranches nucléaires en exploitation et les adjonctions potentielles de puissance nucléaire installée. Dans l'hypothèse haute, l'accroissement représente une augmentation de 30 % de

la puissance actuelle, soit un taux croissance annuel de 1,6 % sur la période considérée. La projection basse accuse une réduction nette de 18 GWe d'ici à 2015. Plusieurs facteurs, notamment l'importance accordée à l'avenir au débat sur le réchauffement de la planète, peuvent avoir une incidence sur ces projections.

Les projections relatives à de la puissance nucléaire installée varient considérablement d'une région à l'autre (figure 12). Le tableau 14 récapitule les projections par pays des puissances nucléaires installées nettes. C'est l'**Asie de l'Est** qui connaîtra la plus forte croissance à cet égard. D'ici à 2015 cette région devrait s'être dotée de nouvelles tranches représentant une capacité totale de 61 à 79 GWe. L'**Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est** arrivera en seconde position avec, pour l'hypothèse haute, 15 GWe de nouvelle puissance installée d'ici à 2015. Les autres régions dont la puissance nucléaire installée augmentera modérément sont le **Moyen-Orient, l'Asie centrale et méridionale, l'Amérique centrale et du Sud, l'Asie du Sud-Est** et l'**Afrique**. En revanche, l'**Amérique du Nord** ainsi que l'**Europe occidentale et la Scandinavie** enregistreront une réduction nette de la puissance installée d'ici à 2015. En effet, dans ces régions, le nombre prévu de nouvelles tranches ne parviendra pas à compenser la mise hors service définitive attendue de réacteurs anciens. En **Amérique du Nord**, la puissance installée enregistrerait d'ici à 2015 une chute spectaculaire d'environ 75 GWe dans l'hypothèse basse et de 7 GWe dans l'hypothèse haute. En **Europe occidentale**, la puissance nucléaire demeurerait pratiquement constante dans l'hypothèse haute et reculerait d'environ 8 GWe dans l'hypothèse basse.

D'ici 2015, les besoins mondiaux en uranium des réacteurs devraient s'accroître, dans l'hypothèse haute, pour atteindre environ 79 800 t d'U ou diminuer, dans l'hypothèse basse, pour s'établir à 54 500 t d'U (voir tableau 15 et figure 13). L'augmentation dans l'hypothèse haute correspond à un taux de croissance annuel de 1,7 %. Les besoins cumulés en uranium pour la période allant de 1999 à 2015 se situeront dans une fourchette comprise entre 1 066 000 t d'U et 1 267 000 t d'U.

À l'instar de la puissance électronucléaire mondiale, les besoins en uranium seront très contrastés d'une région à l'autre (voir figure 13). Contrairement au reste du monde, l'**Amérique du Nord** ainsi que l'**Europe occidentale** et la **Scandinavie** connaîtront soit une assez grande stabilité, soit une diminution des besoins en uranium d'ici à l'an 2015. On enregistrera la plus forte croissance des besoins en uranium en **Asie de l'Est** où l'expansion rapide prévue de la puissance nucléaire installée impliquera un quasi-doublement de ces besoins entre 1998 et 2010. Même si la puissance installée demeure constante, la demande d'uranium peut varier en fonction des performances des centrales nucléaires et des installations du cycle du combustible. Ces dernières années, la disponibilité des centrales nucléaires s'est en général améliorée. Le facteur moyen de disponibilité en énergie des réacteurs du monde entier a, dans l'ensemble, augmenté depuis la fin des années 70. Alors qu'il était de 70,1 % en 1989, ce facteur n'a cessé de croître pour atteindre le niveau record de 79,2 % en 1998⁽²⁾. L'amélioration de ce facteur a une incidence directe sur les besoins en uranium. Les variations des teneurs de rejet enrichis des usines d'enrichissement peuvent aussi influencer sur les besoins en uranium naturel.

S'agissant du cycle du combustible, le recyclage du plutonium (et, dans une moindre mesure, de l'uranium de retraitement) dans le combustible d'oxide mélangé MOX est une pratique courante dans certains pays. Cette pratique améliore le rendement global du cycle du combustible, mais ne bouleversera pas la demande mondiale d'uranium à court terme, car les quantités en jeu sont relativement faibles. Cette source d'approvisionnement pourrait fournir 3 500, 4 000 et 5 000 t d'U (équivalent d'uranium naturel) respectivement en 2000, 2005 et 2010 [1]. Les chiffres donnés pour

(2) Ce facteur est calculé en moyenne pondérée sur tous les réacteurs d'une puissance supérieure à 100 MWe et dont la durée d'exploitation dépasse un an ; il est tiré de la base de données PRIS-1999 de l'AIEA.

l'offre de combustible issu du retraitement sont fondés sur des projections de l'AIEA relatives à la capacité des usines de fabrication de combustible MOX. Il représente donc une utilisation maximum. L'Agence d'approvisionnement d'Euratom a, pour sa part, indiqué qu'en 1996, 1997 et 1998 l'utilisation de combustible MOX dans l'Union européenne était estimée à l'équivalent de 1 100 t d'U.

Les besoins à court terme des réacteurs dépendent essentiellement de la puissance nucléaire installée ou, plus exactement, de la production d'électricité d'origine nucléaire. Comme on l'a déjà souligné, la plus grande partie de la puissance prévue est déjà en service, de sorte que les besoins à court terme peuvent être prévus avec une plus grande assurance.

Les incertitudes les plus importantes viennent des différentes hypothèses retenues pour le calendrier de construction des centrales nucléaires, des annulations, des nouvelles commandes de réacteurs et des possibilités d'allonger la durée de vie des centrales en service. Dans l'ensemble du monde, il faut en moyenne 99 mois environ pour construire un réacteur, depuis le coulage des premiers bétons jusqu'au raccordement au réseau. En moyenne, ce sont près de 8 réacteurs qui ont été mis en chantier au cours de chacune des dix dernières années ; mais ce chiffre est tombé à seulement 2,9 réacteurs par an entre 1991 et 1998. On évalue à 80 le nombre de tranches nucléaires mises définitivement hors service dans le monde. Étant donné la diversité des modèles et le fait que certaines de ces installations sont des réacteurs expérimentaux ou prototypes, la durée de vie moyenne qu'ont connu ces réacteurs, ne fournit pas une indication appropriée de l'espérance de vie des réacteurs nucléaires actuellement en service.

Un certain nombre de pays envisagent de construire de nouveaux réacteurs. Il existe cependant des facteurs défavorables à la mise en place de nouvelles centrales nucléaires :

- le manque de ressources financières suffisantes dans les pays en développement ;
- l'opposition du public au nucléaire qui pousse les pouvoirs publics à interdire, suspendre ou reporter tout nouveau projet dans certains pays d'Europe occidentale ;
- de la perte de confiance des investisseurs en raison des incertitudes qui pèsent sur la rentabilité des investissements ;
- l'existence d'autres solutions concurrentielles pour la production d'électricité.

Certains propriétaires de centrales nucléaires prolongent la durée de vie de leurs installations ou étudient les moyens de le faire. Par ailleurs, mais les réformes des politiques économiques et réglementaires nationales et les transformations de la structure de l'industrie électrique pourraient avoir une incidence croissante sur la durée de vie des installations nucléaires et, partant, sur les besoins en uranium.

C. RELATIONS ENTRE L'OFFRE ET LA DEMANDE D'URANIUM

Le marché mondial de l'uranium continue de connaître de profonds bouleversements qui sont l'aboutissement d'évolutions majeures de la production électronucléaire et des transformations économiques et politiques intervenues dans les régions consommatrices et productrices d'uranium du monde. Plusieurs événements survenus depuis la publication de l'édition de 1997 du Livre rouge pourraient fort bien préfigurer l'évolution de la situation au cours des prochaines décennies.

Les modifications de l'offre d'uranium, qui étaient en cours, se sont accélérées en 1997 et 1998 et devraient se poursuivre au cours des quelques prochaines années. Il s'agit notamment de l'introduction relativement rapide sur le marché de nouveaux approvisionnements provenant de sources autres que la production, de même que de transformations profondes au sein du secteur de la production d'uranium.

La disponibilité des informations sur la quantité d'uranium détenue sous forme de stocks par les compagnies d'électricité, les producteurs et les gouvernement s'est accrue, ce qui a eu pour effet d'atténuer les incertitudes sur le marché concernant ces stocks. Il subsiste toutefois encore des incertitudes quant à l'importance des stocks dans la Fédération de Russie et à la disponibilité des approvisionnements secondaires provenant d'autres sources.

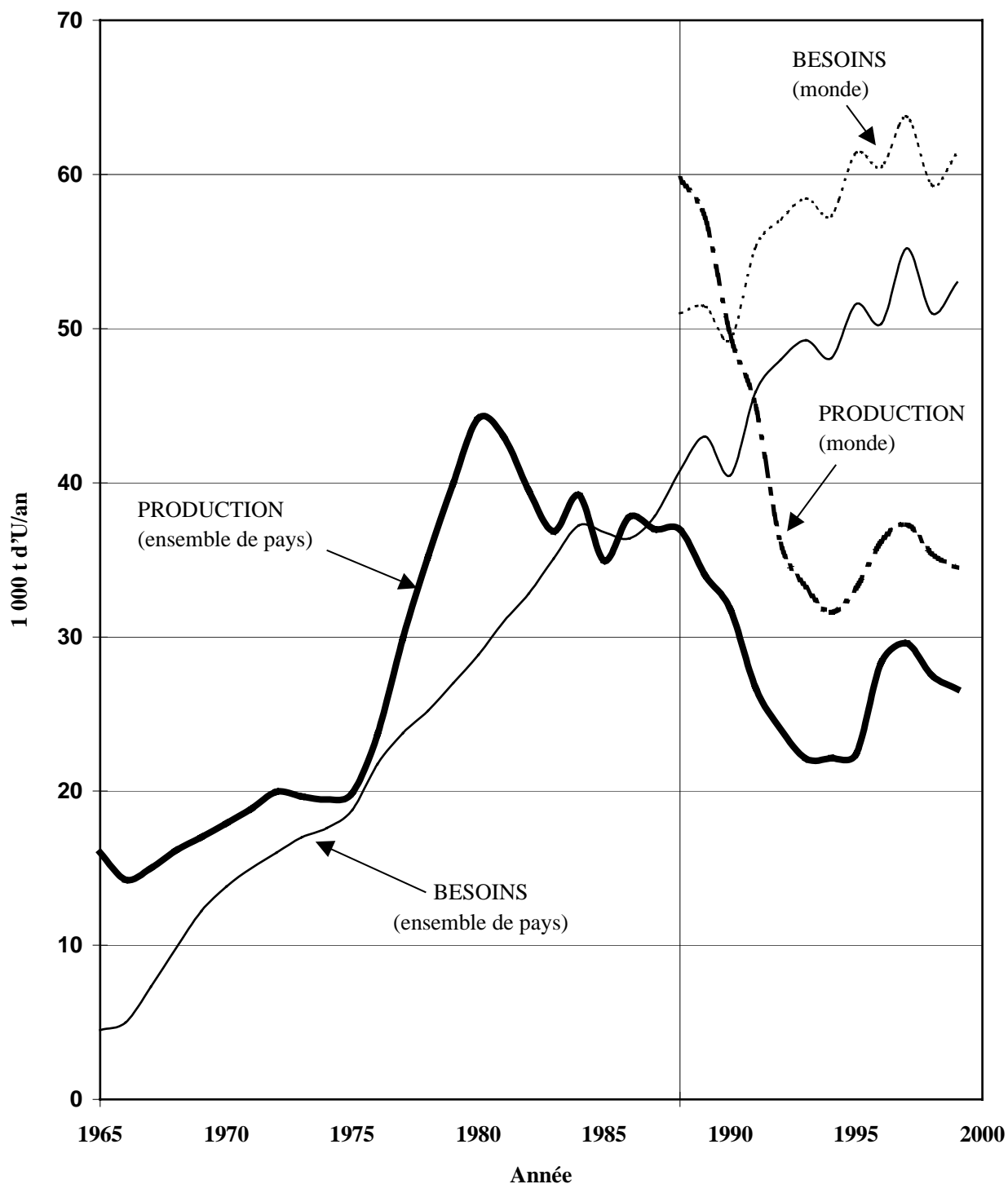
Depuis que l'on a commencé à exploiter l'énergie nucléaire à des fins commerciales, au début des années 60, jusqu'au milieu des années 80, le marché de l'uranium dans l'ensemble du monde, à l'exception de l'Europe orientale et de l'ex-Union soviétique, s'est caractérisé par une surabondance de l'offre (voir figure 14), essentiellement due à un taux de croissance plus faible que prévu de la production d'électricité d'origine nucléaire. Malgré le peu d'informations disponibles, on peut penser que, dans les pays d'Europe orientale et dans l'ex-Union soviétique, la production dépassait aussi nettement les besoins des réacteurs jusqu'en 1994. La réorganisation politique et économique de cette région au début des années 90 a permis de s'acheminer vers un marché de l'uranium véritablement mondial. Le relâchement des tensions politiques entre l'Est et l'Ouest s'est traduit par l'arrivée plus massive sur le marché d'uranium en provenance de l'ex-Union soviétique et des républiques issues de son éclatement, le Kazakhstan, l'Ouzbékistan, la Fédération de Russie et l'Ukraine.

La surproduction mondiale, qui a persisté jusqu'en 1990 (voir figure 14) et la disponibilité d'excédents de stock ont provoqué en 1994 une chute des prix spot à leur niveau le plus bas depuis vingt ans. Entre 1990 et 1994, l'activité de nombreux secteurs de l'industrie mondiale de l'uranium a nettement régressé, notamment la prospection, la production, et la capacité théorique de production a baissé malgré la croissance continue des besoins mondiaux en uranium. Sous l'effet conjugué de cette baisse de l'offre, et d'une demande croissante, les prix de l'uranium se sont redressés entre octobre 1994 et le second semestre de 1996. Cette tendance s'est toutefois inversée et les prix de l'uranium ont brutalement chuté jusqu'au milieu de 1999.

La chute des prix spot a été suivie par des baisses des autres prix sur le marché. Des prix plus bas sont certes avantageux pour les compagnies d'électricité, mais ont tari l'optimisme chez les producteurs qui avait accompagné le redressement des prix enregistré au milieu de 1996. Depuis lors, certains plans d'agrandissement d'installations et projets récemment annoncés ont été annulés ou différés. En outre, certaines installations en exploitation ont subi des réductions de production. Au cours de la période 1994-1997, la production d'uranium s'est accrue de 16 %, s'établissant à environ 36 700 t d'U en 1997. Elle a ensuite baissé de 5 %, n'étant plus que de 35 000 t d'U environ en 1998. Les projections laissaient penser que la production en 1999 demeurera à peu près du même ordre.

En 1998, sur les 23 pays producteurs d'uranium existants, les dix principaux (Afrique du Sud, Australie, Canada, États-Unis, Kazakhstan, Namibie, Niger, Ouzbékistan, Fédération de Russie et Ukraine) assuraient plus de 90 % de la production minière mondiale. À l'heure actuelle trente-deux pays utilisent de l'uranium dans des centrales. La figure 15 montre qu'il n'y a pas correspondance entre les pays producteurs d'uranium et les pays consommateurs. En 1998, la production mondiale d'uranium (34 986 t d'U) ne couvrait que 59 % environ (voir figure 14) des besoins mondiaux des réacteurs (59 551 t d'U). Dans les pays Membres de l'OCDE (voir figure 16), la production de 1998 (19 088 t d'U) a permis de satisfaire 39 % seulement des besoins (49 310 t d'U). Le reste des besoins est couvert grâce à des sources secondaires, notamment aux stocks civils et militaires, au retraitement de l'uranium et au réenrichissement de l'uranium appauvri.

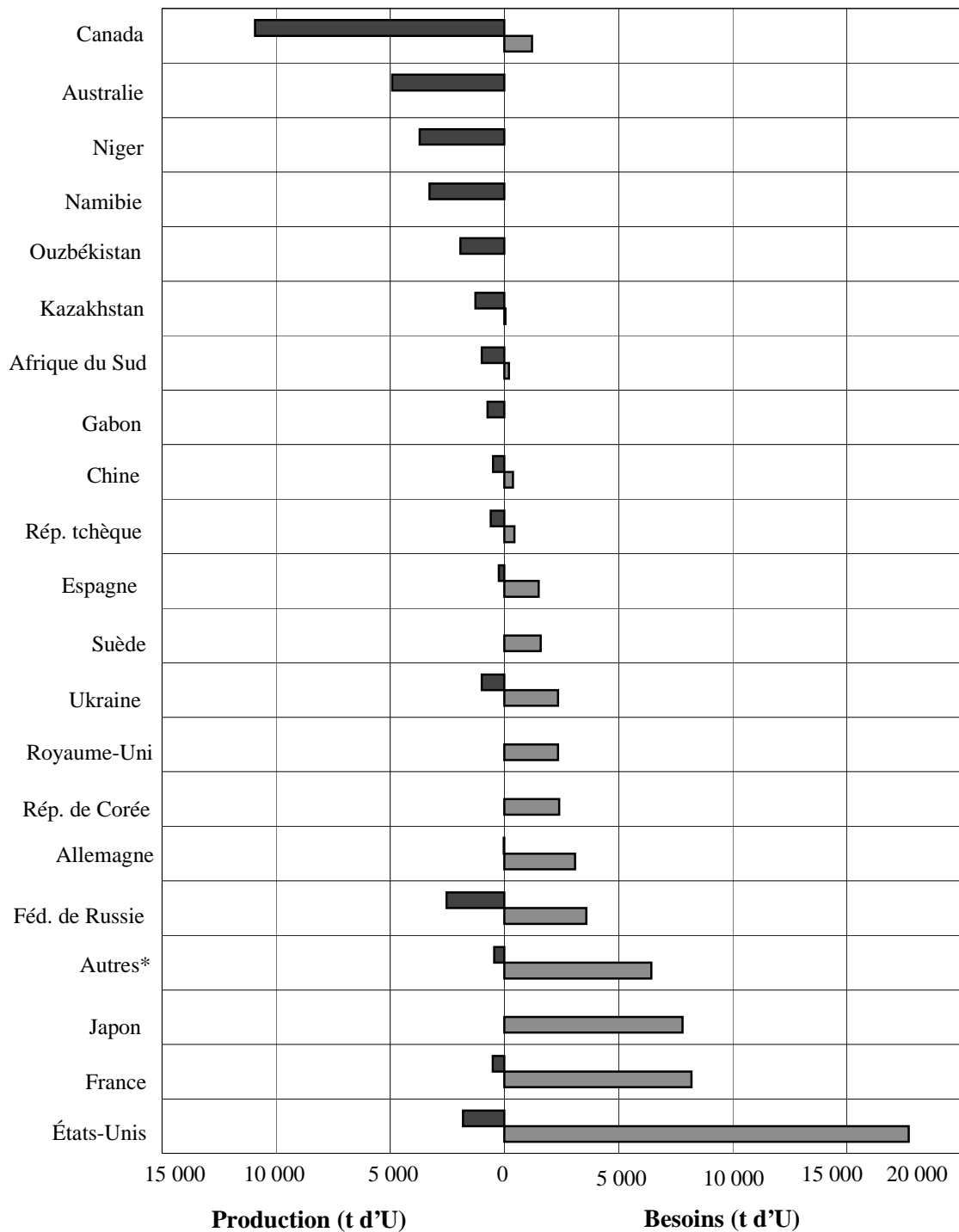
Figure 14. Évolution de la production et de la demande d'uranium dans un ensemble de pays*(1965-1999) et dans le monde (1988-1999)



* À l'exclusion des pays suivants pour lesquels on ne dispose pas de données détaillées : Bulgarie, Chine, Cuba, Fédération de Russie, Hongrie, Kazakhstan, Mongolie, Ouzbékistan, RDA, République tchèque (et États antérieurs), Roumanie, Slovénie, Tadjikistan, Ukraine, USSR, et Yougoslavie.

La production de 1999 est estimée.

Figure 15. Estimations de la production d'uranium et des besoins des réacteurs pour 1998



* « Autres » producteurs : Argentine, Belgique, Hongrie, Inde, Pakistan, Portugal, Roumanie.

« Autres » consommateurs : Argentine, Arménie, Belgique, Brésil, Bulgarie, Finlande, Hongrie, Inde, Lituanie, Mexique, Pakistan, Pays-Bas, Rép. slovaque, Roumanie, Slovénie, Suisse.

Le marché est influencé par le fait, qu'en plus des stocks civils, de grandes quantités d'uranium utilisées jusqu'à présent aux États-Unis et dans la Fédération de Russie à des fins militaires, seront désormais disponibles pour des applications commerciales. L'ensemble des stocks d'uranium hautement enrichi et d'uranium naturel détenus sous diverses formes par le secteur militaire pourraient représenter, pour le secteur civil, quelques années d'approvisionnement en équivalent d'uranium naturel. S'il est impossible de savoir avec certitude à quel rythme ces matières arriveront sur le marché civil, les événements récents tendent à réduire les incertitudes à cet égard. Certaines des législations, des plans et des dispositions contractuelles qui influent sur l'offre de ces matières sont actuellement en cours d'élaboration et sont décrites plus loin dans une section de ce rapport intitulée « Élimination des stocks militaires excédentaires ». Le réenrichissement des rejets appauvris des installations d'enrichissement constitue une autre source secondaire revêtant de l'importance.

Les événements qui ont marqué le marché de l'uranium ces dernières années témoignent de la persistance de l'incertitude dans laquelle sont plongés les producteurs et consommateurs d'uranium du monde entier. Cette incertitude découle en partie des décisions politiques qui contribueront à déterminer les caractéristiques fondamentales du futur marché de l'uranium. Ces décisions politiques visent notamment la conversion de l'uranium hautement enrichi contenu dans les ogives nucléaires en uranium faiblement enrichi utilisable comme combustible dans les centrales, la vente des stocks d'uranium du gouvernement des États-Unis et les restrictions fluctuantes imposées par les États-Unis et la Communauté européenne sur les ventes d'uranium produit dans les Nouveaux États indépendants (NEI).

Évolution de l'offre et de la demande d'uranium en Asie centrale et en Europe orientale

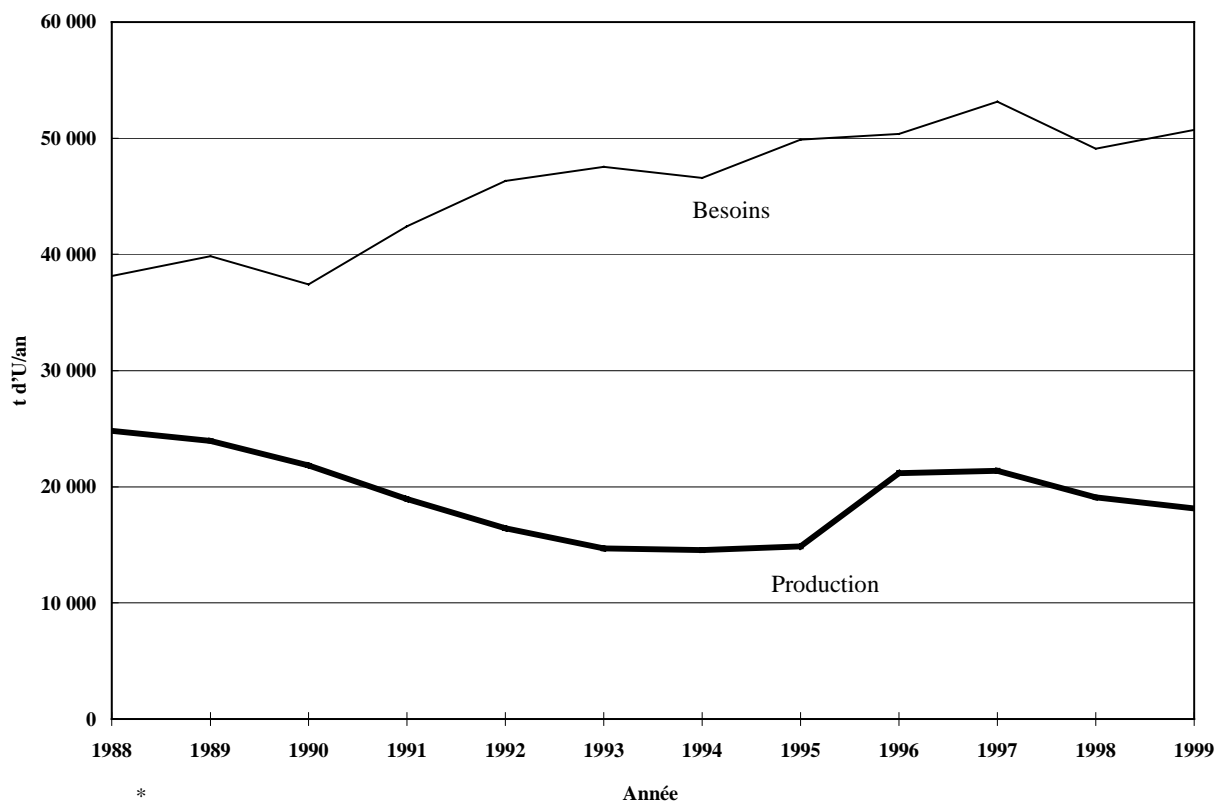
Les programmes d'offre d'uranium des pays situés sur le territoire de l'ex-Union soviétique et en Europe orientale ont subi d'importantes transformations au cours de la dernière décennie. Bien qu'il reste des zones d'ombre concernant certains aspects des activités nucléaires de la région, notamment les stocks d'uranium accumulés dans la Fédération de Russie, la transmission d'informations nouvelles se poursuit.

En 1988, l'Union soviétique et l'Europe orientale (qui incluait la République démocratique allemande) produisaient quelque 23 000 t d'U/an, soit près de 40 % de la production mondiale ; cette production représentait environ 260 % des besoins des réacteurs de ces pays. Au moment de la dissolution de l'Union Soviétique et du Conseil d'assistance économique mutuelle (CAEM) en 1991, la production était tombée dans ce groupe de pays à 16 100 t d'U/an approximativement, mais représentait encore 168 % des besoins de leurs réacteurs. L'effondrement des structures traditionnelles des échanges et la résiliation des contrats d'achats d'uranium par la Fédération de Russie en 1992 se sont traduits par une chute brutale de la production à quelque 11 500 t d'U. Cette dernière a continué à décliner jusqu'à la fin de 1998, date à laquelle elle n'atteignait plus que de 7 478 t d'U environ, soit 21 % de la production mondiale. Depuis 1994, la production de la CEI et de l'Europe orientale est demeurée inférieure aux besoins des réacteurs de la région, estimés en 1998 à environ 9 000 t d'U. Par rapport aux besoins, l'excédent de production cumulée de 1988 à 1994 est évalué à environ 53 000 t d'U.

Les seuls pays appartenant à ce groupe, qui continuent de produire de l'uranium sont : la République tchèque, le Kazakhstan, l'Ouzbékistan, la Fédération de Russie, la Roumanie et l'Ukraine. Cette dernière a maintenu sa production à 1 000 t d'U/an depuis 1992. Après plusieurs années de baisse, les niveaux de production se sont stabilisés dans la République tchèque et en Roumanie au milieu des années 90. La République tchèque projette maintenant d'abandonner progressivement la production d'uranium au cours des prochaines années. Pour sa part, la Roumanie entend poursuivre ses activités dans ce domaine afin de satisfaire ses besoins nationaux. Après plusieurs années de recul,

la production s'est accrue dans la Fédération de Russie, en Ouzbékistan et au Kazakhstan respectivement en 1996, 1997 et 1998. Après avoir enregistré en 1996 une augmentation de sa production, qui est passée de 2 160 t d'U à 2 605 t d'U, la Fédération de Russie maintient celle-ci à environ 2 500 t d'U/an. Avec 1 926 t d'U en 1998, la production de l'Ouzbékistan a augmenté d'un tiers environ par rapport aux niveaux de 1996. Ce pays indique que sa production sera portée à 2 300 t d'U en 2000. Le Kazakhstan fait aussi état de plans en vue d'accroître encore le niveau de sa production.

Figure 16. Production et demande d'uranium des pays de l'OCDE*



* La production de 1999 est estimée.

Structure du marché

Les matières fissiles arrivant sur le marché peuvent provenir de plusieurs sources, dont certaines sont récapitulées dans le tableau ci-après et décrites dans les sections suivantes.

Source	Impact sur le marché
• Minerai directement produit	Essentiel à court, à moyen et à long terme
• Réserves civiles d'uranium naturel et enrichi	Important à court terme
• Uranium et plutonium retraités	Importance régionale à court terme Pourrait être important à long terme
• Stocks militaires d'uranium hautement enrichi	Pourrait être important à court et à moyen terme
• Stocks militaires de plutonium	Peu ou pas d'importance à court terme Peu important à moyen terme
• Réenrichissement de l'uranium appauvri	Pourrait être important à court et à long terme
• Nouvelles sources résultant de la prospection	Important à moyen et à long terme

Aujourd'hui, le marché se caractérise par :

1. un accès accru à des sources d'approvisionnement non classiques ;
2. une utilisation accrue des stocks et des réserves de matières fissiles ;
3. le développement du recyclage ;
4. la restriction des transactions dans certaines régions ; et
5. des modifications de l'activité sur le marché spot.

1. Disponibilité de sources d'approvisionnement non classiques

Le Kazakhstan, la Fédération de Russie et l'Ouzbékistan sont en puissance d'importants fournisseurs d'uranium sur le marché mondial. Toutefois, l'offre en provenance de ces pays a été perturbée par la baisse de leur production jusqu'à récemment, les préoccupations quant à leur fiabilité à long terme et les restrictions imposées par certains pays occidentaux sur les achats à ces pays. Les fermetures d'installations et des préoccupations d'ordre environnemental ont en outre considérablement réduit la capacité théorique de production d'autres pays d'Europe orientale.

2. Utilisation des stocks de matières fissiles

Les prélèvements sur les stocks accumulés sont une autre source essentielle d'approvisionnement. Les stocks civils incluent les stocks stratégiques, la charge en œuvre dans les installations du cycle du combustible et les stocks excédentaires disponibles sur le marché. Peu de pays ont fourni des renseignements détaillés sur l'importance des stocks d'uranium détenus par les producteurs, les consommateurs ou les gouvernements. On estime que les compagnies d'électricité possèdent la majeure partie des stocks commerciaux. Bon nombre d'entre elles, en effet, détiennent l'équivalent de un à quatre ans de consommation d'uranium naturel ou ont des politiques qui requièrent la constitution de tels stocks stratégiques.

Le déficit de la production mondiale par rapport aux besoins des réacteurs en 1997 et 1998 a respectivement été de 27 047 t d'U et de 24 565 t d'U. Le prélèvement sur les stocks a permis de combler la majeure partie du déficit mondial depuis 1990, qui s'élève à environ 187 000 t d'U au total. Les besoins des réacteurs des pays n'appartenant pas au MEM (Monde à économie de marché) ont aussi été couverts pour une part entre 1987 et 1990 par des déstockages. Il est manifeste que les pressions à la baisse s'exerçant sur les prix de l'uranium sur le marché depuis 1987 étaient imputables à l'offre à bas prix de quantités d'uranium importantes et supérieures à la demande. Les prélèvements sur les stocks étaient de loin le plus important élément constitutif de cette offre. C'est pourquoi une connaissance des stocks d'uranium permet de mieux prévoir les tendances futures du marché.

Les informations sur les stocks mondiaux d'uranium tirées des réponses au questionnaire utilisé pour établir le présent rapport, sont limitées. Cependant, un examen de rapports récemment publiés permet de se faire une idée de certaines tendances apparentes du niveau des stocks commerciaux au cours de la période 1996-1998.

Depuis plusieurs années, certains indices donnaient à penser que la quantité d'uranium représentée par les stocks commerciaux était en baisse. Des rapports récents indiquent toutefois que ces stocks étaient plus importants qu'on ne le croyait auparavant et qu'ils ont augmenté tant dans l'Union européenne (UE) qu'aux États-Unis au cours de la période 1996-1999. Dans son rapport intitulé « *The Global Nuclear Fuel Market 1998* », l'Uranium Institute a fait état d'un stock commercial à la fin de l'exercice 1997 s'établissant à 168 500 t d'U [2]. Ce chiffre est supérieur au niveau estimé antérieurement. D'après d'autres documents, les accroissements constatés seraient en partie imputables à : des expéditions d'uranium en provenance des Nouveaux États indépendants

(NEI) à destination de l'Union européenne (UE) ; de l'uranium provenant des réserves du Gouvernement des États-Unis, comptabilisé dans les stocks commerciaux ; de l'uranium faiblement enrichi obtenu par mélange à partir d'uranium hautement enrichi d'origine russe, qui a été livré aux États-Unis mais pas encore vendu. Alors qu'une partie des matières provenant de chacune de ces sources a été livrée aux compagnies d'électricité, une quantité notable n'a pas encore été vendue et était détenue à la fin de l'exercice 1998 dans divers stocks.

Les informations disponibles montrent que les niveaux des stocks tant dans l'Union européenne qu'aux États-Unis se sont gonflés entre 1996 et 1998. L'Agence d'approvisionnement d'Euratom signale que les exploitants de l'Union européenne ont importé 41 400 t d'U sous forme d'uranium naturel ou de la composante uranium naturel (produit d'alimentation) des produits enrichis (exprimée en t d'U) en provenance des NEI. Sur ce chiffre, 17 100 t d'U ont été livrées à des compagnies d'électricité de l'UE, ce qui laisse un excédent de 24 300 t d'U. Euratom explique cet écart entre les importations et la consommation de l'UE premièrement par des exportations identifiées, deuxièmement par un stockage dans l'attente de l'exécution des contrats passés avec les compagnies d'électricité de l'UE et troisièmement par les stocks détenus par les opérateurs sur le marché en attente de vente. Il en est conclu que « les stocks totaux d'uranium naturel dans l'UE se sont notablement accrus malgré la réduction par les compagnies d'électricité de leurs propres stocks [3] ». Compte tenu du niveau de la production en Ouzbékistan, au Kazakhstan et dans les autres NEI au cours de la période considérée, une large part des importations de l'UE doivent avoir été d'origine russe.

Aux États-Unis, il est indiqué que tous les types de stocks commerciaux d'uranium en fin d'exercice se sont accrus passant de 30 786 t d'U en 1996 à 40 864 t d'U en 1997, puis à 52 910 t d'U en 1998. Ce chiffre inclut, pour 1997 et 1998, les réserves détenues par la Société d'enrichissement des États-Unis (*United States Enrichment Corporation – USEC*) privatisée en 1998. Cet accroissement des stocks détenus par l'USEC est imputable en quasi-totalité aux stocks du Ministère de l'énergie des États-Unis (USDOE) qui ont été transférés à l'USEC en 1997 et 1998. Au cours de la période 1996-1998, les stocks détenus par les compagnies d'électricité des États-Unis sont demeurés à peu près constants, étant compris entre 25 339 et 25 733 t d'U [4].

On ne dispose pas, pour le reste du monde, de rapports permettant de comparer les niveaux des stocks. Cependant, les informations disponibles laissent penser qu'aucun excédent notable de stocks n'est détenu en Europe orientale ni en Asie centrale en dehors de la Fédération de Russie. Les réserves de produits enrichis et d'uranium naturel détenues par la Fédération de Russie n'ont pas été officiellement notifiées. L'Extrême-Orient constitue la région restante la plus importante possédant des stocks d'uranium.

Les stocks du secteur militaire constituent une autre source potentielle d'approvisionnements en uranium. Ces matières permettent de satisfaire la demande parallèlement aux stocks excédentaires civils. On devrait d'ailleurs voir apparaître, après l'an 2000, sur le marché de l'uranium civil, d'importantes quantités d'uranium issues de la transformation de l'armement nucléaire par suite de contrats d'achat conclus entre les États-Unis et la Fédération de Russie.

Élimination des stocks militaires excédentaires

Uranium hautement enrichi provenant de la Fédération de Russie

Les États-Unis et la Fédération de Russie ont signé en février 1993 un accord intergouvernemental sur la « démilitarisation » et l'achat de 500 t d'U hautement enrichi issu du démantèlement des armes nucléaires. Aux termes de cet accord, l'USEC en tant qu'agent exécutif du gouvernement des États-Unis et Techsnabexport (TENEX), l'agent exécutif de la Fédération de Russie, ont signé en janvier 1994 un contrat d'un montant de 12 milliards de USD visant l'achat, sur

une période de vingt ans, d'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi issu du démantèlement d'armes nucléaires dans la Fédération de Russie.

Au cours de l'année 1995, première année d'exécution de ce contrat, 186 t d'U faiblement enrichi obtenues par dilution à partir de 6 t d'U hautement enrichi dans la Fédération de Russie, ont été achetées et reçues par l'USEC en tant que combustible destiné à des centrales nucléaires. En 1996 les expéditions d'uranium faiblement enrichi provenaient de 12 t d'U hautement enrichi. Cette même année, l'USEC et TENEX ont signé un amendement au contrat qui donne effet à l'accord sur les quantités et les prix pendant cinq ans. Cet amendement a prévu l'achat de 18 t d'U hautement enrichi en 1997, 24 t en 1998 et 30 t en 1999, 2000 et 2001. Les livraisons se sont trouvées ainsi accélérées au cours de la période 1997-2001 de 50 % environ par rapport aux objectifs antérieurs et représentent un tiers environ des 500 tonnes couvertes par l'accord initial, si l'on inclut les livraisons de 1995 et de 1996. L'USEC paie à la Fédération de Russie la contre-valeur des unités de travail de séparation (UTS) contenues dans l'uranium faiblement enrichi ; cependant, l'USEC a également versé 161 millions de USD pour la composante uranium naturel de l'uranium faiblement enrichi, soit l'équivalent d'environ 5 400 t d'U, qui a été achetée et livrée en provenance de la Fédération de Russie en 1995 et 1996. Cet uranium a été transféré sans frais à l'USDOE en vue d'être vendu ultérieurement.

Aux termes de la législation américaine, la composante uranium naturel de l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi issu du démantèlement d'ogives nucléaires russes est réputé être d'origine russe. Afin de prendre en compte la livraison aux consommateurs des États-Unis d'uranium naturel obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe, un contingent direct, distinct de l'accord suspensif antidumping conclu avec la Fédération de Russie, a été fixé par la Loi sur la privatisation de l'USEC (*USEC Privatisation Act*). Ce contingent doit être progressivement porté de 769 t en équivalent d'U en 1998 à 7 690 t en équivalent d'U en 2009. Cette Loi dégage l'USEC de la responsabilité de l'uranium naturel lié aux expéditions d'uranium faiblement enrichi et prescrit sa restitution à TENEX, assortie de restrictions visant sa vente aux États-Unis, comme indiqué plus haut.

Les livraisons à l'USEC pour 1997 de 481 t d'U faiblement enrichi obtenues à partir de 18 t d'U hautement enrichi, ont été réalisées au début de 1998. Cependant, les livraisons au titre de 1998 n'ont atteint que 450 t d'U faiblement enrichi obtenues à partir de 14,5 t d'U hautement enrichi et la composante uranium naturel résultant des livraisons de 1997 et 1998 a été stockée aux États-Unis. TENEX a continué de négocier un accord avec des partenaires commerciaux afin de vendre cet uranium et la composante uranium naturel pour des livraisons postérieures à 1998.

En mars 1999, les États-Unis et la Fédération de Russie ont signé un accord intergouvernemental facilitant la restitution de la composante uranium naturel d'origine russe à la Fédération de Russie. L'USDOE a payé à la Fédération de Russie 325 millions de USD pour la composante uranium naturel des livraisons d'uranium faiblement enrichi de 1997 et 1998, et est convenu de s'abstenir de la commercialiser pendant dix ans, tout comme l'uranium qui a été déclaré excédentaire par rapport aux besoins de la défense des États-Unis.

La Fédération de Russie a également signé un accord commercial à long terme avec le consortium Cogéma/Cameco/Nukem, portant sur la vente de la composante uranium naturel des livraisons postérieures à 1998. Sur les 9 100 t d'U devant être rendues disponibles chaque année sous forme de composante uranium naturel des livraisons d'uranium faiblement enrichi, le consortium a souscrit une option d'achat annuelle à concurrence de 6 700 t d'U. L'uranium non utilisé par le consortium ou par la Fédération de Russie sera stocké en vue d'une utilisation future. Les livraisons d'uranium faiblement enrichi au titre de 1998 étaient achevées en juillet 1999, s'élevant à 724,5 t d'U faiblement enrichi obtenu par mélange à partir de 24 t d'U hautement enrichi. Les livraisons pour le

reste de 1999 devraient atteindre au total 624 t d'U faiblement enrichi obtenu à partir de 21,3 t d'U hautement enrichi.

Afin de faciliter la signature du contrat russe visant les produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi, le Gouvernement des États-Unis est convenu en 1998 de prendre les mesures suivantes : (1) différer la vente de certains stocks de l'USDOE pendant dix ans, et (2) affecter une somme de 325 millions de USD à l'achat des produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi d'origine russe, qui ont été stockés en 1997 et 1998. La vente des produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi d'origine russe acquis par le Gouvernement des États-Unis serait aussi différée pendant 10 ans. Les États-Unis et la Fédération de Russie ont conclu des accords bilatéraux afin d'autoriser le transport vers les États-Unis de produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi provenant de la Fédération de Russie.

Uranium hautement enrichi d'origine américaine

En avril 1999, l'USDOE et la Tennessee Valley Authority (TVA) ont signé une lettre d'intention en vertu de laquelle la TVA utiliserait l'uranium faiblement enrichi obtenu par mélange à partir des excédents américains d'uranium hautement enrichi. Cet uranium faiblement enrichi est considéré comme « non conforme », car sa teneur en ^{236}U dépasse les limites prévues pour le combustible nucléaire commercial. En mai 1999, quatre assemblages d'essai principaux en uranium faiblement enrichi non conforme ont été chargés dans la tranche n°2 de la centrale nucléaire de Sequoyah. La TVA compte pouvoir utiliser de l'uranium faiblement enrichi non conforme obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine américaine pour alimenter ses réacteurs nucléaires d'ici à 2003.

La réduction de l'enrichissement par mélange des quelque 50 t d'U hautement enrichi qui ont été transférées de l'USDOE à l'USEC devrait débuter en 1999. Ce transfert a été autorisé par la Loi sur la privatisation de l'USEC. L'AIEA sera en mesure d'exercer une surveillance dans le cadre du système de garanties aux deux extrémités du processus de mélange de l'uranium hautement enrichi.

Plutonium

En février 1996, l'USDOE a annoncé que les stocks de plutonium des États-Unis s'élevaient à 99,5 t de Pu dont 38,2 t ont été déclarées excédentaires par rapport aux besoins de la sécurité nationale [5]. Le gouvernement américain étudie les moyens d'en disposer. Utilisé dans du combustible MOX, 38,2 t de Pu équivalent à approximativement 6 500 t d'U (équivalent d'U naturel). En outre, le gouvernement étudie une proposition prévoyant la combustion de ce matériau dans des réacteurs à raison de 2,25 t de Pu par an entre 2007 et 2022 [6]. Cela équivaut à environ 385 t d'U (équivalent d'U naturel) par an, soit 2 à 5 % des besoins en combustible des réacteurs américains pendant cette période.

3. *Matières recyclées*

Le recyclage des composants du combustible irradié des réacteurs de puissance constitue une troisième source de matières fissiles qui peut devenir importante. En janvier 1999, plus de 210 000 tonnes de métal lourd avaient été déchargées des réacteurs de puissance, dont approximativement 133 000 tonnes sont encore stockées sous forme de combustible irradié. Le reste a été retraité. La quantité de combustible irradié accumulée est 20 fois supérieure à la capacité totale annuelle de retraitement en l'état actuel [7]. À ce jour, aucun pays n'a autorisé la création d'un stockage définitif en formation géologique pour le combustible irradié. Ce combustible est, pour

l'essentiel, encore entreposé sur les sites de réacteurs dans des piscines spéciales. Des pays comme l'Allemagne, la Belgique, la Fédération de Russie, la France, le Japon, la République de Corée, le Royaume-Uni et la Suisse considèrent le combustible irradié comme une source d'énergie nationale. Dans certains d'entre eux, l'utilisation des matières recyclées est une réalité. Trente-deux réacteurs dans le monde entier sont autorisés à utiliser du combustible MOX, et il existe en Belgique, en France, au Japon et au Royaume-Uni des installations où l'on fabrique ce type de combustible [8].

4. Restrictions imposées aux échanges sur le marché de l'uranium

Les restrictions imposées par les États-Unis et la Communauté européenne aux ventes d'uranium produit dans les Nouveaux États indépendants sont parmi les facteurs qui ont eu les répercussions les plus fortes sur les échanges d'uranium.

Restrictions imposées par les États-Unis

Depuis 1991, les États-Unis imposent des restrictions aux importations d'uranium en provenance des républiques de l'ex-Union soviétique. À la fin de l'année 1998, des accords avaient été passés avec la Fédération de Russie, le Kirghizistan et l'Ouzbékistan prévoyant la limitation des importations en provenance de ces républiques en échange de la suspension des enquêtes antidumping entreprises par le Ministère du Commerce des États-Unis (*Department of Commerce – DOC*). L'accord suspensif signé avec la Fédération de Russie établit que, sous réserve de respecter un contingent spécifique, toute importation d'uranium ou d'unité de travail de séparation (UTS) d'origine russe lors d'une transaction sur le marché américain doit être couplée à l'achat d'une quantité équivalente d'uranium directement produit ou d'UTS d'origine américaine. L'accord suspensif conclu avec l'Ouzbékistan fixe un contingent d'importations fondé sur les niveaux de la production d'uranium américaine. L'uranium extrait dans la Fédération de Russie ou en Ouzbékistan pour être vendu aux États-Unis est directement décompté des contingents d'importations en provenance de chacun de ces pays, que ces importations correspondent à de l'uranium naturel ou à la composante uranium naturel d'un produit enrichi dans un pays tiers. Le contingent d'importations du Kirghizistan n'a pas été défini étant donné que ce pays n'a pas extrait d'U depuis que le début des enquêtes antidumping. Le Kazakhstan, le Tadjikistan et l'Ukraine ont mis fin aux accords suspensifs antérieurs passés avec le DOC. Ce faisant, ils ont accepté l'imposition de droits de douane par le DOC.

En juillet 1999, la Commission du commerce internationale des États-Unis (*U.S. International Trade Commission – ITC*) a décidé que les importations d'uranium du Kazakhstan ne portaient pas préjudice à l'industrie américaine de l'uranium. La décision de l'ITC ouvre donc sans restriction le marché américain au Kazakhstan. Les droits de douane demeurent toutefois applicables aux importations d'uranium en provenance du Tadjikistan et de l'Ukraine.

Depuis la fin de 1997, le DOC a mis au point des procédures permettant d'administrer et de faire respecter le contingent assigné à l'uranium naturel obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe. Aucune restriction n'a toutefois été imposée à la composante UTS de l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe.

Restrictions imposées par les pays de l'Union européenne

L'Agence d'approvisionnement d'Euratom, instituée par Traité Euratom (Chapitre VI), doit, par une politique commune d'approvisionnement, faire en sorte que tous les utilisateurs de la Communauté européenne bénéficient d'un approvisionnement régulier et équitable en minerais et combustibles nucléaires. Ces dispositions relatives aux approvisionnements ne prévoient pas de préférence communautaire applicable à la production des États membres de la Communauté [9].

Pour assurer cet approvisionnement régulier et fiable, l'Agence a pour politique d'éviter une trop grande dépendance de l'Union européenne envers une seule source (diversité des sources) et de faire en sorte que les transactions se fassent dans des conditions proches de celles du marché.

Dans la pratique :

- la diversité des sources signifie que tous les utilisateurs de l'UE ne doivent pas, en moyenne, dépendre des NEI *pour plus d'un quart environ de leurs besoins en uranium naturel et pour plus d'un cinquième environ de leur besoins en services d'enrichissement.*
- les conditions proches de celles du marché signifient des prix qui reflètent les coûts de production dans une économie de marché et qui soient compatibles avec les prix pratiqués par les meilleurs producteurs dans les économies de marché.

Afin d'éviter la rupture d'approvisionnement que pourrait provoquer une réduction des sources secondaires pour des raisons politiques ou autres, Euratom recommande aux utilisateurs de l'UE de conserver un portefeuille de contrats diversifiés à long terme à des conditions équitables avec les producteurs primaires et de veiller à limiter leur dépendance vis à vis de sources secondaires ne reflétant pas les coûts de production, faute de quoi la poursuite de l'exploitation de certaines mines existantes et la mise en exploitation de nouveaux gisements pourraient devenir non rentables, ce qui risquerait de compromettre la production primaire à long terme. Cependant, on ne connaît pas d'exemple de non conclusion de contrat uniquement pour des considérations de prix.

Depuis son origine [10], cette politique a été appliquée au cas par cas, au vu des avantages particuliers offerts dans chaque cas. Ce système a ainsi gagné en souplesse, notamment :

- en permettant aux utilisateurs de consommer certaines années plus que la part à laquelle ils ont droit (et de reporter leur déficit d'année en année) ;
- en autorisant des livraisons anticipées sur des contrats à long terme ;
- en autorisant les achats combinés de la production de l'UE et des matières en provenance des NEI sans que ces dernières soient décomptées de la part individuelle à laquelle a droit l'utilisateur ;
- en préservant le régime antérieur pour les livraisons au titre de contrats conclus avant l'annonce de cette la politique ;
- en permettant aux très petits utilisateurs de se procurer des quantités supérieures à la part à laquelle ils ont droit.

Depuis 1998, Euratom surveille de près la façon dont sont introduites sur le marché les matières issues de deux nouvelles sources secondaires, à savoir la composante uranium naturel du contrat relatif à l'uranium hautement enrichi passé par la Fédération de Russie et les États-Unis ainsi que le ré-enrichissement dans la Fédération de Russie rejets des usines d'enrichissement des pays de l'UE.

Comme ces arrangements sont censés améliorer la stabilité et la prévisibilité du marché, Euratom s'est félicité de l'accord (intergouvernemental) signé le 24 mars 1999 par les ministères américain et russe, ainsi que du contrat connexe conclu entre Minatom et les fournisseurs occidentaux (l'entreprise canadienne Cameco, le français Cogema et l'allemand Nukem) aux termes duquel les compagnies occidentales souscrivent une option d'achat. D'après ce contrat, les fournisseurs occidentaux pourront acheter la majeure partie de la composante uranium de l'uranium hautement enrichi (9 000 t d'U par an), et le reste devra être vendu, dans les limites des contingents américains, stocké ou utilisé pour mélange. Après avoir consulté toutes les parties concernées, Euratom autorisera les utilisateurs de l'UE à acquérir sans restriction la composante uranium naturel de l'uranium hautement enrichi dans le cadre de contrats spécifiant ou non l'origine des produits, sans que cela n'affecte la part des approvisionnements en provenance des NEI à laquelle ils ont normalement droit.

S'agissant de l'équivalent d'uranium naturel issu du réenrichissement des résidus appauvris d'origine occidentale, Euratom a annoncé [11], sur recommandation de son Comité consultatif, que ces matières pourraient être vendues sans restriction à condition qu'elles soient encore enrichies dans les pays de la UE. Selon EURATOM, on pourrait ainsi obtenir de l'ordre de 1 000 à 2 000 t d'U par an en équivalent d'uranium naturel. Une partie est vendue aux consommateurs de l'Union européenne, le reste est exporté. Euratom suit de près l'impact des ventes de résidus appauvris ré-enrichis et reverra, si nécessaire, sa politique.

La politique d'Euratom [12] a été confirmée sans ambiguïté par le Tribunal européen de première instance et par la Cour de justice dans l'affaire Kernkraftwerke Lippe-Ems [13]. Dans cette affaire, Euratom avait refusé la conclusion inconditionnelle d'un contrat de fourniture d'uranium naturel à un utilisateur allemand au motif que ce contrat aurait entraîné une dépendance excessive à l'égard des NEI et qu'il avait été négocié à un prix trop faible. La Cour rappelle les tâches et la mission d'Euratom et insiste sur l'importante marge d'appréciation dont elle dispose. Les Cours ont retenu trois obstacles juridiques permettant à Euratom de refuser la conclusion du contrat : la dépendance excessive susceptible de compromettre la sécurité d'approvisionnement (diversification), le prix non conforme aux prix du marché en violation de la disposition de l'article 14 de l'accord conclu en 1989 entre l'Union européenne et l'URSS [14] et le risque qu'en permettant à une compagnie individuelle d'acquérir un montant supérieur à la part à laquelle elle a droit, elle lui conférerait une position privilégiée, ce qu'interdit l'article 52 du Traité Euratom.

5. Transactions sur le marché spot

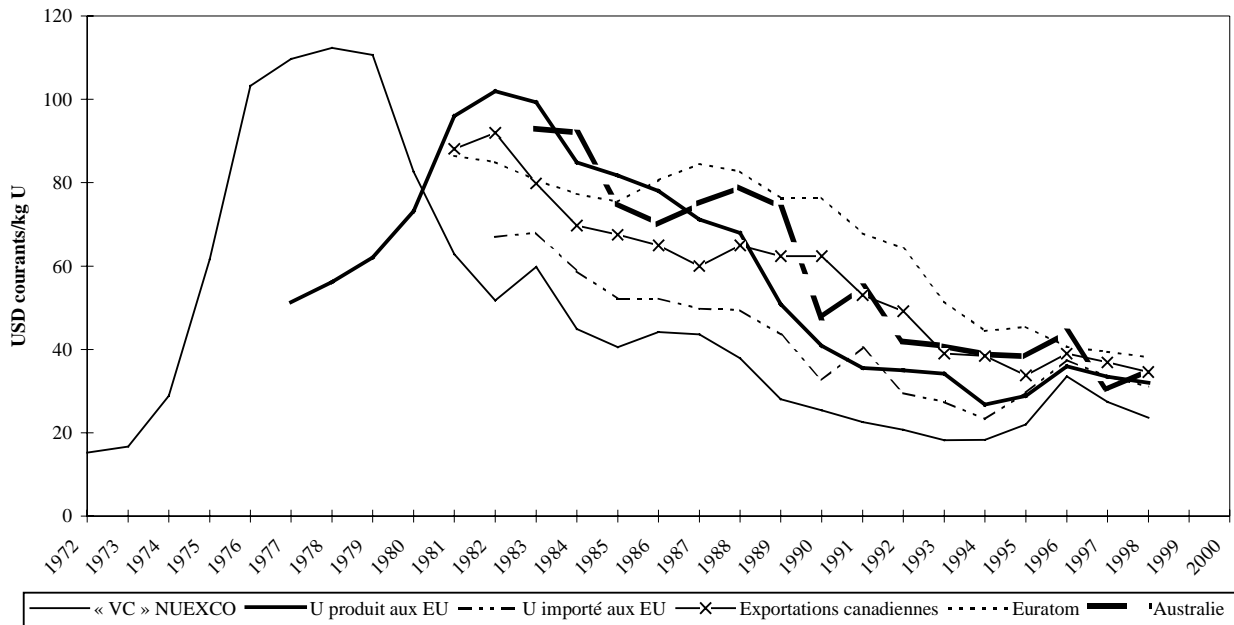
Le marché de l'uranium s'écarte nettement du modèle traditionnel de l'offre et de la demande où les producteurs vendent aux seules compagnies d'électricité. Les transactions sur les marchés secondaires ont pris de l'importance ces dernières années, qu'il s'agisse de ventes, de prêts et d'échanges d'uranium naturel et enrichi entre les compagnies d'électricité et les courtiers ou de toute transaction autre que l'achat direct d'uranium par une compagnie d'électricité à un fournisseur national ou étranger.

Certaines autorités nationales et internationales ont communiqué des statistiques de prix agrégées qui reflètent assez bien les tendances des prix dans les contrats à terme. De plus, des entreprises du secteur, telles que TradeTech (NUEXCO), NUKEM, etc., publient régulièrement des estimations des prix spot applicables aux livraisons immédiates ou à court terme. La figure 17 montre l'évolution des prix moyens de l'uranium à la livraison donnés par TradeTech (NUEXCO), EURATOM, le Service d'information sur l'énergie des États-Unis (*Energy Information Agency – EIA*), le Canada et l'Australie. Tous ces prix, sauf ceux d'EURATOM, correspondent à des volumes variables de ventes spot et à long terme. Les prix indiqués par EURATOM s'appliquent à des contrats pluriannuels. Les prix cités par TradeTech (NUEXCO) correspondent à la « valeur cotée » de NUEXCO et, depuis 1992, aux prix

« non corrigés » sur le marché spot. Les prix américains s'appliquent aux achats sur le marché intérieur et à l'étranger. La figure 17 fait apparaître nettement la baisse générale des prix observée dans le monde entier depuis 1982.

De sa valeur maximale de 42,90 USD/kg d'U (16,50 USD/livre d'U₃O₈) en juillet 1996, le prix spot « corrigé » est tombé à près de la moitié de sa valeur, soit 22,75 USD/kg d'U (8,75 USD/livre d'U₃O₈) en décembre 1998. Après une légère reprise qui a vu le prix remonter à 27,30 USD/kg d'U (10,50 USD/livre d'U₃O₈) en janvier 1999, ce prix était retombé à 26,52 USD/kg d'U (10,20 USD/livre d'U₃O₈) en juillet 1999. La moyenne établie par NUKEM pour le prix spot « non corrigé » de l'uranium en 1998 (tableau 13) était de 24,00 USD/kg d'U (9,23 USD/livre d'U₃O₈) et, pour le prix « corrigé », de 27,18 USD/kg d'U (10,45 USD/livre d'U₃O₈). TradeTech a obtenu des valeurs cotées similaires en 1998. Par rapport aux prix de 1996 « non corrigés » et « corrigés », les prix de 1998 ont augmenté respectivement de 35 % et de 32 %.

Figure 17. Évolution des prix de l'uranium



Notes:

- 1) Les prix donnés par NUXCO correspondent à la « valeur cotée ». Pour 1992-1998, il s'agit de prix « non corrigés ».
- 2) Les prix indiqués par Euratom s'appliquent à des contrats pluriannuels.

Sources: NUXCO (TradeTech), EIA, Nukem et Euratom, Canada et Australie.

Tableau 16. Prix moyens de l'uranium sur le marché spot en USD par kg d'U (USD/livre d'U₃O₈)

	1998	Dernier trimestre de 1998	Premier semestre de 1998
Valeur non corrigée			
Prix de Nukem	24.00 (9.23)	22.88 (8.80)	22.70 (8.73)
Valeur cotée de TradeTech	23.61 (9.08)	22.36 (8.60)	23.10 (8.88)
Valeur corrigée			
Prix de Nukem	27.18 (10.45)	23.76 (9.14)	27.64 (10.63)
Valeur cotée de TradeTech	26.57 (10.22)	23.10 (8.88)	27.56 (10.60)

Perspectives jusqu'en 2015

La demande d'uranium à court terme dépend fondamentalement de la puissance nucléaire installée. Les incertitudes quant à l'évolution possible de cette puissance sont limitées et donc les besoins à court terme sont assez prévisibles. La plupart des centrales nucléaires qui seront en service en 2018 et les délais de construction et de réalisation de nouvelles tranches dans certains pays sont assez bien établis. Des améliorations et modifications de la technologie des réacteurs nucléaires peuvent se répercuter sur la demande, mais n'auront sans doute pas d'effet important avant 2015. Il existe plusieurs moyens d'améliorer l'utilisation du combustible dans les réacteurs thermiques : meilleure gestion du cœur; diminution de la teneur de rejet des usines d'enrichissement ; et recyclage du plutonium. Du côté de la gestion du cœur, les relèvements du facteur de charge et des niveaux de puissance des réacteurs se traduisent par de plus forts besoins en uranium des centrales existantes tandis que l'augmentation des taux de combustion du combustible provoque l'effet inverse.

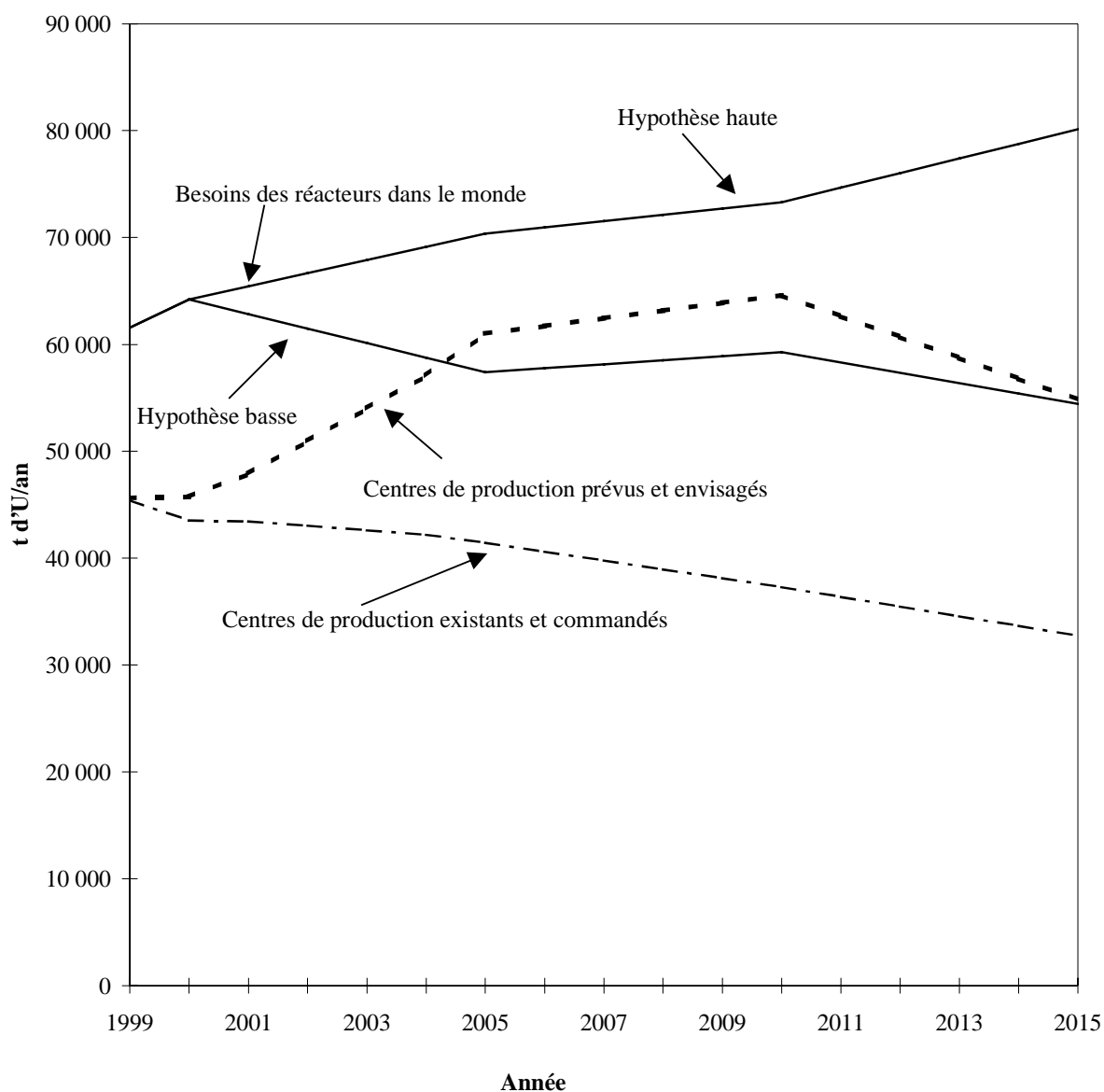
La fermeture précoce de réacteurs nucléaires est une autre source d'incertitude. Une diminution de la puissance nucléaire installée est envisageable essentiellement dans les pays qui possèdent des tranches nucléaires anciennes et où la restructuration du secteur de l'électricité pourrait se répercuter sur la durée de vie des centrales nucléaires. Dans l'hypothèse haute, on estime que le nombre projeté de nouvelles centrales dans le monde compensera les éventuels arrêts anticipés. Globalement, les besoins en uranium des réacteurs dans le monde devraient, dans cette hypothèse haute, continuer d'augmenter et passer de 59 551 tonnes d'U en 1998 à quelque 79 800 tonnes par an d'ici 2015. Dans l'hypothèse basse, en revanche, les fermetures de centrales se traduiraient par une réduction nette des besoins en uranium estimés à environ 54 500 tonnes en 2015.

L'évolution de l'offre sur le marché de l'uranium est difficile à prévoir à moyen terme à cause des incertitudes qui pèsent sur l'origine de l'uranium et sur la quantité d'uranium provenant de sources militaires qui parviendra, en fin de compte, sur le marché commercial. La majeure partie des besoins devrait cependant continuer à être satisfaite grâce à la production minière.

La disponibilité croissante de nouveaux approvisionnements provenant de la conversion des matières fissiles des ogives nucléaires et les augmentations récentes des stocks commerciaux conduisent à un excédent continu d'offre sur la demande, à des prix de marché bas et potentiellement à des retards dans l'accroissement des capacités de production. Cette situation pourrait limiter les chances de rééquilibrage du marché à court terme. En revanche, les faibles niveaux de production et les prélèvements continus sur les stocks civils et militaires pourraient continuer pendant plusieurs années. Une fois les stocks excédentaires épuisés, un marché plus favorable à l'offre pourrait s'établir créant les conditions d'une remontée des prix et de ce fait d'une reprise des activités de production.

Comme le montre la figure 18, la capacité théorique de production de tous les pays producteurs, établie sur la base des centres EXISTANTS, COMMANDÉS, PRÉVUS et ENVISAGÉS alimentés en RRA et RSE-I récupérables à un coût inférieur ou égal à 80\$/kg d'U, suffirait à satisfaire les besoins mondiaux en uranium dans l'hypothèse basse à partir de 2005. Pratiquement 65 % de cette capacité théorique de production est calculée sur la base des RRA récupérables à un coût inférieur ou égal à \$40/kgU. Cependant, la capacité théorique de production mondiale calculée sur la base de ces ressources ne suffirait pas à satisfaire les besoins mondiaux des réacteurs dans l'hypothèse haute pendant la période 2000-2015. À court et à moyen terme, les excédents commerciaux, les livraisons prévues d'uranium faiblement enrichi tiré de l'uranium hautement enrichi des ogives nucléaires, le ré-enrichissement des résidus appauvris et le retraitement du combustible irradié devraient continuer de combler le déficit.

Figure 18. **Capacité théorique de production annuelle d'uranium jusqu'en 2015***
 (à partir des RRA et RSE-I récupérables à un coût inférieur
 ou égal à \$80/kg d'U) et besoins des réacteurs dans le monde



* Inclut tous les producteurs d'uranium actuels et potentiels.
 Source: Tableaux 13 et 15.

À long terme, lorsque les stocks excédentaires seront épuisés, les besoins des réacteurs pourraient être satisfaits grâce à l'extension de projets en cours et au développement de nouveaux centres de production. Toutefois, il faut plusieurs années pour aménager de nouvelles installations de production d'uranium. En outre, la sévérité accrue de la réglementation relative à la sûreté radiologique et à l'environnement et les délais supplémentaires qu'imposent les procédures à suivre pour obtenir les autorisations nécessaires et réaliser les études d'impact sur l'environnement ont rendu plus difficile le

développement de projets de production d'uranium. Autrement dit, tout déficit prolongé de la production, en l'absence de stock excédentaire, pourrait déstabiliser le marché et, par voie de conséquence, exercer une pression à la hausse sur les prix de l'uranium.

D. RÉPERCUSSIONS DES ÉVOLUTIONS RÉCENTES SUR LES PERSPECTIVES À LONG TERME

Les craintes plus vives que suscite la sécurité à long terme des approvisionnements en combustibles fossiles et la prise de conscience de l'intérêt écologique des centrales nucléaires qui ne contribuent ni aux pluies acides ni au réchauffement de la planète peuvent provoquer, à long terme, une remontée plus forte que prévue de la demande d'uranium. En particulier, l'importance croissante accordée aux questions de réchauffement de la planète laisse entrevoir une attitude plus favorable à l'énergie nucléaire en tant que solution satisfaisant aux critères du développement durable.

Les facteurs déterminants pour l'équilibre de l'offre et de la demande à long terme sont le rythme de commande de nouvelles centrales, le rythme de fermeture des centrales actuellement en service dans le monde ainsi que le recours aux réacteurs avancés et à des techniques modernes de retraitement et d'enrichissement.

La consommation mondiale d'électricité devrait continuer à augmenter au cours des prochaines décennies pour satisfaire les besoins liés à la croissance démographique et au progrès économique soutenu. En fait, l'électricité devrait progresser plus vite que toutes les autres formes d'énergies finales dans le monde jusqu'en 2020 [15]. Ce seront les pays en développement qui verront leur consommation croître le plus. On prévoit un doublement de la consommation d'électricité par habitant dans les pays non membres de l'OCDE, qui atteindrait 1.8 MWh en 2020 [16].

Dans certaines régions, la hausse de la consommation d'électricité pourrait s'appuyer de manière significative sur l'électronucléaire. Suivant le scénario considéré, le Conseil mondial de l'énergie prévoit une progression annuelle de la production électronucléaire de quelque 0,9 % à 2,8 % de 1990 jusqu'en 2020 [17]. Les pays dotés de programmes électronucléaires s'efforcent également de conserver leurs installations nucléaires ou d'en prolonger la durée de vie.

Le retraitement est une technologie au point qui, si elle pleinement exploitée, pourrait avoir des incidences notables sur les besoins en uranium à long terme. Un programme de recyclage de tout le plutonium des réacteurs à eau ordinaire abaisserait de 17 % les besoins en uranium [18]. Il existe également une tendance à accroître les taux de combustion dans les réacteurs de puissance, ce qui a pour effet de réduire les besoins en uranium neuf. Ainsi, si l'on porte le taux de combustion de 40 à 50 gigawatts jour par tonne d'U, on peut abaisser les besoins en uranium de 4 à 5 % [19]. Parmi les autres technologies développées aujourd'hui et dont l'application pourrait aussi modifier de façon notable la situation, figurent l'exploitation de réacteurs à cycles associés du type REP/CANDU (le combustible irradié du REP étant réutilisé dans le CANDU, ce qui réduit d'environ 40 % les besoins en uranium de ce dernier) et les nouvelles techniques d'enrichissement. L'Afrique du Sud, les États-Unis, la France et le Japon travaillent toujours à la mise au point des procédés de séparation isotopique par laser de vapeur atomique (SILVA) et de molécules (SILMO), qui sont des techniques supposées présenter des avantages économiques par rapport aux technologies actuelles d'enrichissement par centrifugation et par diffusion, et qui pourraient de surcroît réduire les besoins en uranium naturel.

REFERENCES

- [1] AIEA (2000), *Proceedings of the International Symposium on MOX Fuel Cycle Technologies for Medium and Long-Term Deployment* (Compte rendu du Symposium international sur les technologies du cycle du combustible MOX destinées à être appliquées à moyen et à long terme) dans « MOX fuel use as a back-end option: trends, main issues and impacts on fuel cycle management », (Utilisation du combustible MOX comme option pour la partie terminale du cycle : tendances, problèmes principaux et incidences sur la gestion du cycle du combustible) par Fukuda, K., J.S. Choi, R. Shani, L. Van Den Durpel, E. Bertel et E. Sartori, IAEA-C&S Papers Series 3-P, 17-21 mai 1999, Vienne, Autriche.
- [2] Uranium Institute (1998), *The Global Nuclear Fuel Market – Supply and Demand 1998-220*, pages 106-108, Uranium Institute, Londres, Royaume-Uni.
- [3] Agence d’approvisionnement d’Euratom, *Annual Report 1998*, CCE, Luxembourg, 1999.
- [4] Energy Information Administration, *1998 Uranium Industry Annual*, DOE/EIA-0478(98), Washington DC, États-Unis, avril 1999.
- [5] McGraw Hill, *Nuclear Fuel*, 12 février 1996, New York, États-Unis, 1996.
- [6] US Department of Energy, *Plutonium Disposition Using Mixed Oxide Fuel in Commercial Reactors* (Élimination du plutonium par l’utilisation du combustible MOX dans les réacteurs commerciaux), Patrick Rhoads, *Sixth Annual International Policy Forum: Management and Disposition of Nuclear Weapons Material*, (6^e Forum annuel de politique internationale : gestion et élimination des matières issues des armements nucléaires), Office of Fissile Materials Disposition, Washington, D.C., États-Unis, juin 1999.
- [7] Agence internationale de l’énergie atomique, *Compte rendu de la Réunion d’un groupe consultatif sur la situation actuelle dans le domaine du traitement du combustible usé*, Vienne, Autriche, 7-10 septembre 1998.
- [8] OCDE/AEN, *La gestion du plutonium séparé – Les options techniques*, ISBN 92-64-25410-2, Paris, France, 1997.
- [9] Décision de la Commission du 19 juillet 1993, Journal officiel n°L 197 du 6 août 1993, p. 54, Tribunal de première instance, jugement du 15 septembre 1995, Affaires T-458/93 et T-523/93, ENU/Commission, Recueil de Jurisprudence 1995, II, p. 2459 et Cour de justice, jugement du 11 mars 1997, Affaire C-357/95P, ENU/Commission, Recueil de Jurisprudence 1997, I, p. 1 329.
- [10] Agence d’approvisionnement d’Euratom, *Rapport annuel 1997*, CCE, Luxembourg, p. 10-11.
- [11] Agence d’approvisionnement d’Euratom, *Rapport annuel 1998*, CCE, Luxembourg, p. 10.
- [12] Au niveau politique, voir les déclarations au Parlement européen citées dans le Livre rouge de 1997, p. 84. Voir aussi Commission européenne, Livre vert « Énergie pour l’avenir : Les sources d’énergie renouvelables », 1995, p. 207 et Livre blanc « Une politique de l’énergie pour l’Union européenne », 1995, p. 23.

- [13] Décision de la Commission du 21 février 1994, Journal officiel, n° 122 du 17 mai 1994, p. 20, Jugement du Tribunal de première instance du 25 février 1997, Affaires T-149/94 et T-181/97, KLE/Commission, Recueil de Jurisprudence II, 161, Cour de justice, Jugement du 22 avril 1999, Affaire C161/97P, KLE/Commission, Recueil de Jurisprudence 1999, p.2 057 à paraître, disponible sur le site Web des Cours.
- [14] Accord entre la Communauté économique européenne et la Communauté européenne de l'énergie atomique et l'Union des républiques socialistes soviétiques concernant le commerce et la coopération commerciale et économique du 18 décembre 1989, Journal officiel n° L 68 du 15 mars 1990. Cette disposition est maintenue, jusqu'à la conclusion d'un accord spécifique relatif à l'énergie nucléaire, par l'Article 22 de l'Accord de partenariat et de coopération entre les Communautés européennes et leurs États membres, d'une part, et la Fédération de Russie, d'autre part, Journal officiel n° L237 du 28 novembre 1997, p.3.
- [15] Energy Information Administration, *International Energy Outlook 1999*, DOE/EIA-0484(99), Washington, DC, États-Unis, mars 1999, p.101.
- [16] Agence internationale de l'énergie, *World Energy Outlook : 1999 Insights*, ISBN 92-64-17140-1, Paris, France, 1999, p.35.
- [17] Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués, Conseil mondial de l'énergie, *Global Energy Perspectives*, IIASA, Laxenburg, Autriche, 1998.
- [18] Agence internationale de l'énergie atomique, *Compte rendu du colloque international intitulé : Stratégie pour le cycle du combustible et les réacteurs : adaptation aux réalités nouvelles*, Vienne, Autriche, 3-6 juin 1997.
- [19] Uranium Institute, *The Global Nuclear Fuel Market-Supply and Demand 1998-2020*, Uranium Institute, Londres, Royaume-Uni, 1998, p. 67-68

III. URANIUM : CONTRIBUTIONS NATIONALES CONCERNANT LA PROSPECTION, LES RESSOURCES, LA PRODUCTION, LA DEMANDE ET L'ENVIRONNEMENT

On trouvera dans la Partie III du présent rapport les contributions nationales sur la prospection, les ressources et la production de l'uranium. Ces contributions ont été fournies par les organismes gouvernementaux (Annexe 2) responsables du contrôle des matières premières nucléaires dans leurs pays respectifs, et les détails indiqués le sont sous la responsabilité des divers organismes en question. Dans les pays où des sociétés commerciales procèdent à la prospection, à l'extraction et à la production d'uranium, les renseignements sont d'abord soumis par ces sociétés au gouvernement du pays où elles opèrent, et peuvent être ensuite transmis à l'AEN ou à l'AIEA, à la discrétion du gouvernement concerné. Dans certains cas où des contributions nationales officielles n'ont pas été communiquées, et où il a été jugé utile de le faire dans l'intérêt du lecteur, le Secrétariat a rédigé des commentaires complémentaires ou établi des estimations afin de compléter le Livre rouge. Lorsque c'est le cas, il est clairement indiqué qu'il s'agit d'estimations du Secrétariat. Les abréviations techniques sont données dans l'Annexe 8.

L'AEN et l'AIEA ne sont pas sans savoir que des activités de prospection sont actuellement en cours dans un certain nombre de pays qui ne sont pas couverts par ce rapport. Elles savent également que, dans certains de ces pays, des ressources en uranium ont été découvertes. Elles ne considèrent cependant pas que l'ensemble de ces ressources soit de nature à modifier sensiblement les conclusions générales du présent rapport. Néanmoins, les deux Agences invitent les gouvernements de ces pays à fournir une réponse officielle au questionnaire devant servir à la préparation de la prochaine édition du Livre rouge.

Enfin, il convient de noter que les frontières nationales figurant sur les cartes n'ont qu'une valeur indicative et ne représentent pas nécessairement les frontières nationales reconnues par les pays Membres de l'OCDE et de l'AIEA. Des informations complémentaires sur les gisements d'uranium dans le monde sont disponibles (en anglais seulement) dans les publications de l'AIEA : « World Distribution of Uranium Deposits » (Répartition mondiale des gisements d'uranium) [STI/PUB/997] et « Guidebook to accompany the IAEA Map: World Distribution of Uranium Deposits » (Guide destiné à accompagner la carte de l'AIEA : Répartition mondiale des gisements d'uranium) [STI/PUB/1021]. La localisation de 582 gisements d'uranium est indiquée sur une carte géologique à l'échelle du 1/30 000 000ème. Le guide (qui est fourni à titre gracieux avec l'achat de la carte) et la carte fournissent des informations sur les gisements : type, contexte tectonique, âge, tonnage total des ressources, teneur moyenne en uranium, stade de production et méthode d'extraction. Ces ouvrages peuvent être obtenus sur demande à :

Agence internationale de l'énergie atomique
Unité de la vente des publications et de la publicité
Division des publications
B.P. 100, Wagramerstrasse 5
A-1400 Vienne, Autriche

Téléphone : (43) 1-2600-22529
Télécopie : (43) 1-2600-29302
messagerie électronique : sales.publications@iaea.org

• Afrique du Sud •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DES MINES

Historique

La prospection de l'uranium en Afrique du Sud a débuté à la fin des années 40, lorsqu'une évaluation à l'échelle mondiale des ressources en uranium a attiré l'attention sur la teneur en uranium des conglomérats à galets de quartz du Witwatersrand. Pour plus d'informations sur l'historique de la prospection de l'uranium et de l'aménagement des mines en Afrique du Sud, se reporter à l'Édition de 1997 du Livre rouge.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium

Aucune activité de prospection visant l'uranium en tant que produit primaire n'a été menée en Afrique du Sud depuis plus de dix ans, y compris en 1997 et 1998. Les activités de prospection dans le bassin du Witwatersrand ont été axées sur l'or et se sont elles-mêmes trouvées très ralenties en raison de la situation déprimée du marché de l'or. Il n'est fait état d'aucune information sur la répartition des activités de prospection d'uranium menées par des sociétés sud-africaines tant en Afrique du Sud même qu'à l'étranger, pour des raisons de confidentialité.

RESSOURCES EN URANIUM

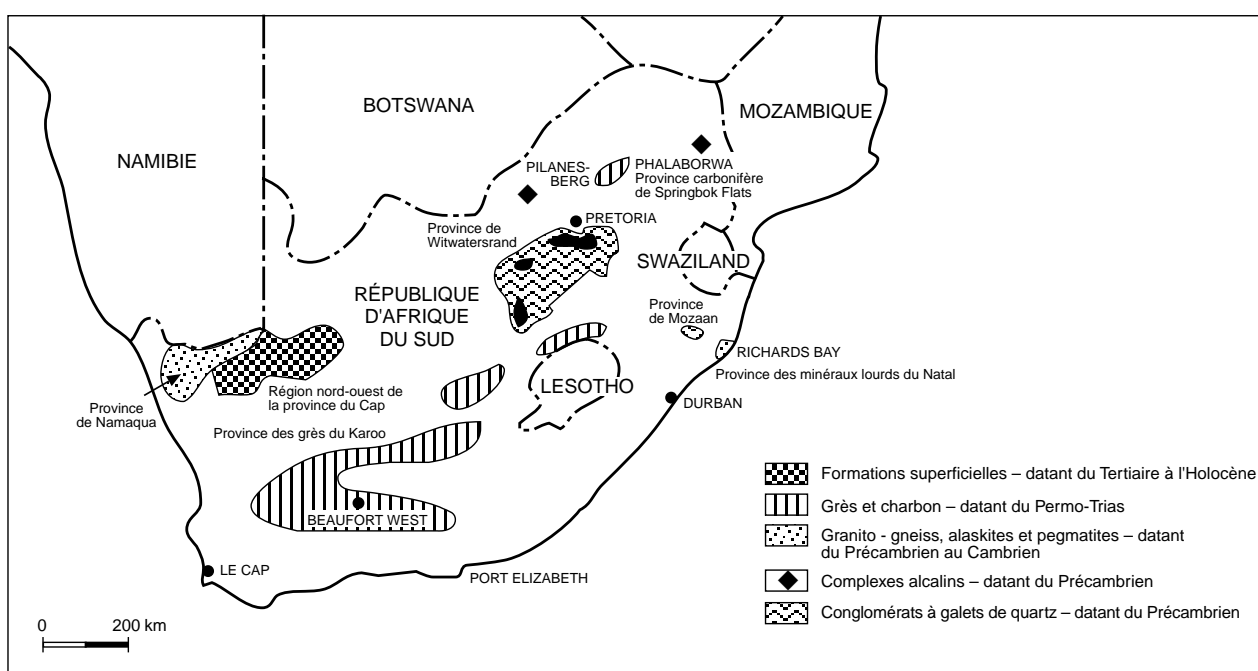
Ressources classiques connues en uranium (RRA et RSE-I)

Dans la mesure où aucune activité de prospection visant l'uranium en tant que produit primaire n'a été menée en Afrique du Sud, les modifications apportées aux ressources du pays en uranium découlent de la réévaluation des coûts du travail, ainsi que des fluctuations qui ont affecté le prix de l'or et le taux de change rand/dollar. Une fraction importante des ressources en uranium de l'Afrique du Sud se présente sous forme de sous-produit de l'or dans les conglomérats à galets de quartz du Witwatersrand. Il s'ensuit que les découvertes d'uranium ont lieu à l'occasion de travaux de prospection visant l'or. L'industrie de l'or en Afrique du Sud connaissant des jours difficiles, les activités de prospection ont subi des coupes sombres. C'est pourquoi les ressources en uranium de l'Afrique du Sud n'ont que peu augmenté par suite de ces activités.

Les principaux facteurs qui influent sur les ressources en uranium de l'Afrique du Sud sont le prix de l'or, les coûts du travail dans les mines, le taux de change dollar/rand et le prix de l'uranium. Après avoir presque doublé en 1995 et 1996, le prix de l'uranium sur le marché spot est retombé au cours des deux dernières ans pour retrouver les niveaux déprimés antérieurs, tempérant ainsi toute initiative en vue de relancer le secteur de l'uranium en Afrique du Sud que la hausse des prix de 1996 aurait pu favoriser. Comme les recettes obtenues pour l'uranium tiré d'une tonne de minerai du Witwatersrand ne représentent que 10 % des recettes totales, il faudrait que le prix de vente augmente

notablement pour ranimer l'intérêt susceptible d'être porté à la prospection et la production d'uranium. Le prix de l'or exprimé en dollars a chuté de 22 % entre janvier 1997 et janvier 1999. Cette chute se serait traduite par une réduction considérablement des ressources sud-africaines en uranium entrant dans les tranches de coût inférieur, n'eût été le fait que le taux de change rand/dollar a augmenté de 20 % pendant la même période. Le coût de la main-d'œuvre par tonne de minerai traitée dans les mines d'or du Witwatersrand, qui s'est accru de 10 % pendant les deux dernières années, n'a guère eu d'incidence sur les ressources, car le coût de la main-d'œuvre dans certaines des mines les plus riches en minerai n'a connu que des hausses minimales. Dans le cas des gisements du Karoo, certaines ressources ont été reclassées dans des tranches de coût inférieur par suite de l'augmentation du taux de change rand/dollar et du coût de la main-d'œuvre.

Localisation des provinces uranifères en Afrique du Sud



Aux fins de la présente analyse, on a utilisé un taux de change dollar/rand de 5,90 rands pour 1 dollar et un prix de l'or de 290 dollars l'once.

Les effets positifs et négatifs des facteurs mentionnés plus haut se sont mutuellement neutralisés et les ressources « connues » au 1er janvier 1999 (autrement dit les RRA et les RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U) ont augmenté très légèrement, de 5,4 % par rapport aux estimations de 1997.

Ressources raisonnablement assurées* (tonnes d'U)

Tranches de coût		
<40\$/kg d'U	<80\$/kg d'U	<130\$/kg d'U
121 000	232 900	292 800

* Compte tenu des pertes en cours d'extraction et de traitement – pourcentage variable.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
<40\$/kg d'U	<80\$/kg d'U	<130\$/kg d'U
48 100	66 800	76 400

* Compte tenu des pertes en cours d'extraction et de traitement – pourcentage variable.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et SR)

Vu la faiblesse des activités de prospection visant autant l'or que l'uranium, il n'y a guère, voire pas, de travaux en cours en vue de localiser de nouvelles zones dans lesquelles des gisements d'uranium sont susceptibles d'être découverts. Des travaux limités ont été consacrés à la localisation de bassins secondaires du type de celui de Witwatersrand qui se trouveraient en dehors des limites actuellement connues du bassin principal. L'absence de fonds pour des travaux de prospection de ce type de ressources spéculatives, a toutefois entravé l'obtention de résultats significatifs.

Au 1er janvier 1999, les RSE-II, dont le coût de production serait inférieur à 80 \$/kg d'U, représentaient 34 900 t d'U, soit la même estimation que celle faite au 1er janvier 1997. Les RS n'ont pas varié non plus et s'établissent à 1 113 000 t d'U sans précision de tranche de coût.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
27 900	34 900	147 900

* Compte tenu des pertes en cours d'extraction et de traitement – pourcentage variable.

« Disponibilité » des ressources « connues » (RRA et RSE-I)

Les ressources de l'Afrique du Sud entrant dans les catégories des RRA et des RSE-I, récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U, sont tributaires pour une large part des centres de production d'or existants et font l'objet d'une extraction en raison de leur teneur en or. Toutefois, seule une faible fraction de cet uranium est extraite, le reste finissant dans les bassins de retenue des résidus des mines d'or. La disponibilité des ressources présentes dans ces bassins dépend de leur degré de dilution dans des résidus non uranifères et de l'utilisation éventuelle de ces résidus pour le remblayage des zones exploitées.

Environ 46 % des RAR et des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 40 \$/kg d'U sont tributaires de centres de production existants ; cette proportion est d'environ 28 % pour ces mêmes catégories de ressources récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

En Afrique du Sud, la production d'uranium a débuté en 1952, date à laquelle une usine production d'uranium a été mise en service sur le site de la mine de la société West Rand Consolidated qui exploitait de l'uranium provenant des conglomérats à galets de quartz du supergroupe du Witwatersrand. La mise en service de quatre autres usines de production d'uranium dans divers centres a suivi de près, en 1953. La production s'est accélérée jusqu'en 1959, époque à laquelle 26 mines situées aux alentours du bassin du Witwatersrand alimentaient en minerai 17 usines d'uranium, ayant une production totale de 4 954 t d'U. La production est ensuite retombée à 2 262 t d'U en 1965.

En 1971, la société Palabora Mining est devenue le premier producteur d'uranium d'Afrique du Sud non implanté dans le bassin du Witwatersrand. Cette société produit de l'uranium en tant que sous-produit du cuivre provenant de sa mine à ciel ouvert dans la Province septentrionale.

La crise pétrolière mondiale des années 70 a suscité un regain d'intérêt pour l'uranium comme source d'énergie. Les producteurs d'uranium de l'Afrique du Sud ont répondu par un quasi triplement de leur production qui a atteint 6 143 t d'U en 1980.

Plusieurs décennies d'extraction et de traitement de minerais d'or ont engendré d'énormes quantités de résidus aux alentours du bassin du Witwatersrand, renfermant des réserves notables d'or et d'uranium. L'expansion rapide du marché de l'uranium a conduit à l'établissement d'usines retraitant ces résidus à Welkom (Joint Metallurgical Scheme – 1977), dans le Rand oriental (ERGO – 1978), et à Klerksdorp (Chemwes – 1979).

L'effondrement du marché de l'uranium au début des années 80 a eu de graves répercussions sur l'industrie de l'uranium en Afrique du Sud, entraînant la fermeture de 16 usines de production d'uranium depuis 1980, y compris celle de Western Areas dans les derniers mois de 1997. À la fin de 1998, il ne restait plus que trois usines de traitement de l'uranium alimentées par trois mines seulement.

Évolution de la production d'uranium (tonnes d'U contenu dans le concentré)

Méthode de production	Total avant 1996	1996	1997	1998	Total jusqu'à la fin de 1998	Prévisions 1999
Production d'uranium comme sous-produit	148 071	1 436	1 100	994	151 601	950

État de la capacité théorique de production

À la fin de 1998, trois mines produisaient encore de l'uranium : Hartebeestfontein et Vaal Reefs, à Klerksdorp, et Palabora dans la Province septentrionale (ex-Transvaal-Nord). Dans les deux premières de ces mines, l'uranium est obtenu comme sous-produit de l'or, et dans la dernière, comme sous-produit du cuivre. La mine Western Areas a cessé toute production d'uranium en 1997.

La mine de Hartebeestfontein dispose d'une usine de production d'uranium capable de traiter 3,2 millions de tonnes de minerai par an. Cette usine utilise un cycle de lixiviation inverse qui améliore la production d'or. Au cours des quelques dernières années, l'usine a fonctionné à un taux de récupération de l'uranium 65 %, ce qui optimise les coûts de récupération de l'uranium. Bien que la production d'uranium ne soit pas en elle-même rentable, le procédé de lixiviation inverse améliore notablement la récupération de l'or et donc la rentabilité globale de l'exploitation.

La mine de Vaal Reefs n'alimente plus qu'une seule usine de production d'uranium sur trois auparavant qui représentaient conjointement une capacité de traitement atteignant 9 millions de tonnes de minerai par an. L'usine restante a une capacité de traitement de 2,8 millions de tonnes de minerai par an. Malgré cette capacité réduite, cette mine a assuré plus de 75 % de la production totale d'uranium du pays.

La mine de Palabora est une grande mine de cuivre exploitée à ciel ouvert, dans laquelle l'uranium est obtenu comme sous-produit. Le minéral uranifère, l'uranothorianite, est d'abord concentré dans une installation de séparation par gravité, en même temps que d'autres minéraux lourds. L'uranium est ensuite récupéré au moyen d'un lixiviation par voie acide et d'une extraction par solvants. L'usine d'uranium d'une capacité annuelle de 2 millions de tonnes permet d'obtenir des concentrés par séparation gravimétrique à partir du minerai.

La capacité de production des usines du Witwatersrand a subi d'importantes réductions à la fin des années 80 et au début des années 90, mais la situation s'est stabilisée ces dernières années et aucune fermeture d'usine n'est intervenue en 1995-1996. Toutefois, avec le rétablissement en 1997 d'une conjoncture défavorable, deux autres usines ont dû fermer. En 1998, pour la première fois en 45 ans, la production d'uranium en Afrique du Sud est tombée en dessous de 1 000 t d'U.

La mine de Western Areas produisait l'uranium à la plus forte teneur du Witwatersrand avant que la production d'uranium ne cesse à la fin de 1997. Elle alimentait une usine de traitement d'une capacité de 650 000 t de minerai par an. Le fait que la direction de la mine a décidé de mettre fin à la production d'uranium illustre bien l'état déprimé du marché de l'uranium.

L'état des installations dans lesquelles la production d'uranium a été arrêtée se résume comme suit. Les neuf usines de production d'uranium qui ont été fermées et sont en cours de démantèlement : Beisa, Blyvooruitzicht, Buffelsfontein, Dreifontein, Ergo, Freegold, Harmony (Merriespruit), Stilfontein et West Rand Consolidated. La production d'uranium ne pourrait redémarrer dans ces installations que si elles étaient complètement reconstruites. L'usine d'uranium de Randfontein (Cooke) a été convertie pour l'extraction de l'or.

La situation des trois usines de production d'uranium en exploitation, de même que de celle du centre de Western Areas récemment fermée, est résumée dans le tableau ci-après.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Tous les producteurs d'uranium appartiennent à diverses sociétés privées. Comme ces sociétés sont cotées sur diverses places boursières, il est impossible de déterminer les parts relatives des participations nationales et étrangères. Aucune modification importante n'est intervenue dans la structure de la propriété des divers producteurs d'uranium depuis 1990, mais l'ensemble du secteur des mines d'or a fait l'objet d'une rationalisation notable. Toutes les mines d'or de la société Anglo American, par exemple, ont été regroupées au sein d'une entité unique et la société Gencor s'est retirée de toute participation active dans le secteur des mines d'or en Afrique du Sud. Les principales

mines de la Gencor ont été regroupées dans le parc de mines de Gold Fields, tandis que ses mines les moins importantes ont été vendues à la société Randgold. Les deux mines de la société Anglovaal, notamment la mine de Hartebeestfontein produisant de l'uranium, ont été regroupées au sein d'une nouvelle compagnie du nom d'Avgold.

L'État ne participe à aucune activité minière relative à l'uranium.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1er janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2	Centre n° 3	Centre n° 4
Dénomination du centre de production	Hartebeestfontein	Vaal Reefs	Western Areas	Palabora
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	En service	Fermé	En service
Date de mise en service	1956	1977	1982	1979
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Vaal Reefs	Vaal Reefs	Elsburg Reefs	Palabora
• Type de gisement	Conglomérats à galets de quartz	Conglomérats à galets de quartz	Conglomérats à galets de quartz	Gisement intrusif
Exploitation minière :				
• Type	ST	ST	ST	CO
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	9 000-10 000	24 000-31 000	3 000-3 800	80 000
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	Variable	Variable	Variable	Variable
Installation de traitement :				
• Type	LA/ES	LA/ES	LA/ES	LA/ES
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	9 000 - 10 000	9 000-10 000	9 000-10 000	10 000
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	Variable	Variable	Variable	Variable
Capacité nominale de production (<i>tonnes d'U/an</i>)	200-500	800-1 000	200-300	100-250
Projets d'expansion	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

Emploi dans le secteur de l'uranium

L'uranium n'étant obtenu que comme sous-produit, aucun chiffre précis n'est disponible concernant l'emploi dans le secteur de la production d'uranium.

Centres de production futurs

Il n'y a pas de centres de production d'uranium commandés ou prévus en Afrique du Sud. Étant donné le caractère de sous-produit qui s'attache à la plupart des ressources en uranium de l'Afrique du Sud, il n'est pas possible de prévoir si des centres de production envisagés pourraient être alimentés

par les ressources connues existantes entrant dans la catégorie des RRA et des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U. La ventilation par tranche de coût d'une grande partie des ressources en uranium de l'Afrique du Sud repose sur la valeur des ressources en or associées, les coûts de main-d'œuvre et le taux de change dollar/rand, facteurs qui n'ont que peu de rapports avec le marché de l'uranium. Dans l'hypothèse de conditions favorables pour tous ces facteurs, l'Afrique du Sud pourrait se trouver en mesure de revenir aux niveaux de production atteints à la fin des années 70 et au début des années 80, soit plus de 6 000 t d'U par an. Si le prix de l'or et, plus encore, le prix de l'uranium ne se redressent pas notablement, il ne sera pas possible d'atteindre ce niveau de production d'uranium.

Il faut d'importants délais pour reconstruire les usines de production d'uranium dans les centres où la production a cessé ou pour construire de nouveaux centres. En plus de ces producteurs classiques potentiels, les gisements liés aux grès et aux formations carbonifères du Karoo pourraient assurer des niveaux de production d'environ 2 000 t d'U par an.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Il existe en Afrique du Sud des zones liées à l'exploitation minière présentant une contamination radioactive, en particulier sur les sites d'usines existantes ou déclassées. Lorsque d'anciens terrains miniers sont réutilisés, la radioactivité de la zone est contrôlée et un nettoyage est effectué si nécessaire. Le Conseil de la sûreté nucléaire (*Council for Nuclear Safety*) de l'Afrique du Sud est l'organisme réglementaire chargé de mettre en œuvre la législation nucléaire applicable à ces activités, et les normes en vigueur sont conformes à celles adoptées au plan international. De vastes zones autour des mines d'or/uranium sont occupées par des bassins de boues résiduelles et des déblais rocheux. L'Afrique du Sud dispose cependant d'une législation rigoureuse en matière d'environnement, garantissant que ces zones sont convenablement remises en état. Les problèmes d'environnement liés à l'exploitation des mines d'or/uranium dans le bassin du Witwatersrand sont la pollution par la poussière, la contamination des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que la radioactivité résiduelle. D'anciennes usines d'or et d'uranium sont en cours de déclassement. Les résidus de ces opérations sont décontaminés afin de les amener à des niveaux de radioactivité acceptables au plan international, puis sont vendus.

Coût de la gestion de l'environnement

Comme l'uranium n'est obtenu que sous forme de sous-produit en Afrique du Sud, il est impossible d'affecter des coûts précis de gestion de l'environnement aux activités d'extraction de l'uranium. L'industrie minière sud-africaine consacre des ressources considérables à la protection de l'environnement à tous les stades des activités minières, de la prospection à l'extraction et à la fermeture des mines et usines de traitement.

BESOINS EN URANIUM

L'Afrique du Sud ne possède qu'une centrale nucléaire, celle de Koeberg. Cette centrale comporte deux réacteurs : Koeberg I, mis en service en 1984, et Koeberg II, qui a été couplé au réseau en 1985. Conjointement, ces réacteurs consomment 200 t d'U par an.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Les besoins intérieurs en uranium de l'Afrique du Sud sont couverts par la production des mines de ce pays.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2010

La centrale de Koeberg a une puissance installée de 1 842 MWe. Des sites susceptibles d'accueillir d'autres centrales nucléaires ont été identifiés, mais il n'est pas prévu de construire de futures centrales, étant donné l'excédent actuel de puissance installée des centrales classiques alimentées au charbon.

La société ESKOM travaille activement à la mise au point d'un modèle de réacteur dit « à lit de boulets ». Il s'agit de petits réacteurs nucléaires de conception modulaire d'une puissance de 100 MWe. Plusieurs de ces tranches peuvent fonctionner en tandem afin de satisfaire les besoins en énergie correspondant à des situations spécifiques. Il est prévu de mettre une centrale de ce type en service en 2000.

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires jusqu'en 2010

Les besoins en uranium des réacteurs de la centrale de Koeberg devraient demeurer constants, représentant 200 t d'U par an. Aucune nouvelle grande centrale nucléaire du type de celle de Koeberg n'est prévue. Le développement du recours à l'électronucléaire dépend de la réussite du projet de réacteurs à lit de boulets.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Les politiques nationales de l'Afrique du Sud visant la production et l'exportation de l'uranium sont exposées dans la Loi de 1993 sur l'énergie nucléaire (*Nuclear Energy Act, 1993*), modifiée. Comme la Loi couvre à la fois les activités de la Société de l'énergie atomique d'Afrique du Sud (*Atomic Energy Corporation of South Africa Ltd – AEC*) et de l'organisme national chargé de la réglementation nucléaire, le Conseil de la sûreté nucléaire (*Council for Nuclear Safety – CNS*), cela prête à confusion, d'aucun croyant que l'AEC et le CNS ne sont qu'une seule et même entité. De toute évidence, il ne convient pas qu'un organisme de réglementation et un organisme participatif soient régis par la même loi. Le Parlement est actuellement saisi de deux nouveaux projets de lois, qui ont pour objectif de dissocier les fonctions du CNS et de l'AEC, tout en instaurant une gestion plus transparente et plus responsable au sein de ces deux organismes. Une fois promulguées, ces nouvelles Lois remplaceront la Loi actuellement en vigueur dont les dispositions pertinentes sont analysées ci-après.

Nul n'est autorisé à mener des activités de prospection ou d'extraction de l'uranium sans la permission du Ministre des affaires minières et énergétiques (*Minister of Mineral and Energy Affairs*). Cette permission ne peut être refusée que si le Ministre est convaincu que le fait d'accorder au demandeur la permission de donner suite à ses projets est de nature à menacer la sécurité de l'État.

Aucune restriction n'est imposée à la participation d'intérêts étrangers à la prospection et à l'extraction de l'uranium, les activités menées par des entreprises étrangères étant soumises aux mêmes prescriptions légales que celles applicables aux sociétés sud-africaines. Dans la pratique, la prospection et l'exploitation minière de l'uranium sont régies par les mêmes lois et règlements applicables aux autres substances.

L'État n'entreprend pas d'activités de prospection. Il limite son action à des travaux généraux de recherche, à l'évaluation des ressources nationales, à la cartographie géologique, aux levés aéroportés ainsi qu'aux études hydrogéologiques, géochimiques et géophysiques régionales.

La Loi sur l'énergie nucléaire stipule également que nul ne peut céder de l'uranium ou en exporter hors de l'Afrique du Sud, si ce n'est avec l'autorisation du Ministre. Dans l'exercice de ce contrôle, le Ministre est tenu de consulter la Société de l'énergie atomique (AEC) d'Afrique du Sud, dont les membres représentent divers intérêts nationaux, notamment ceux du secteur des mines d'uranium. En pratique, les fonctions dévolues au Ministre sont exercées par le président de l'AEC.

• Allemagne •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Les faits marquants figurent dans l'édition de 1991 du Livre rouge.

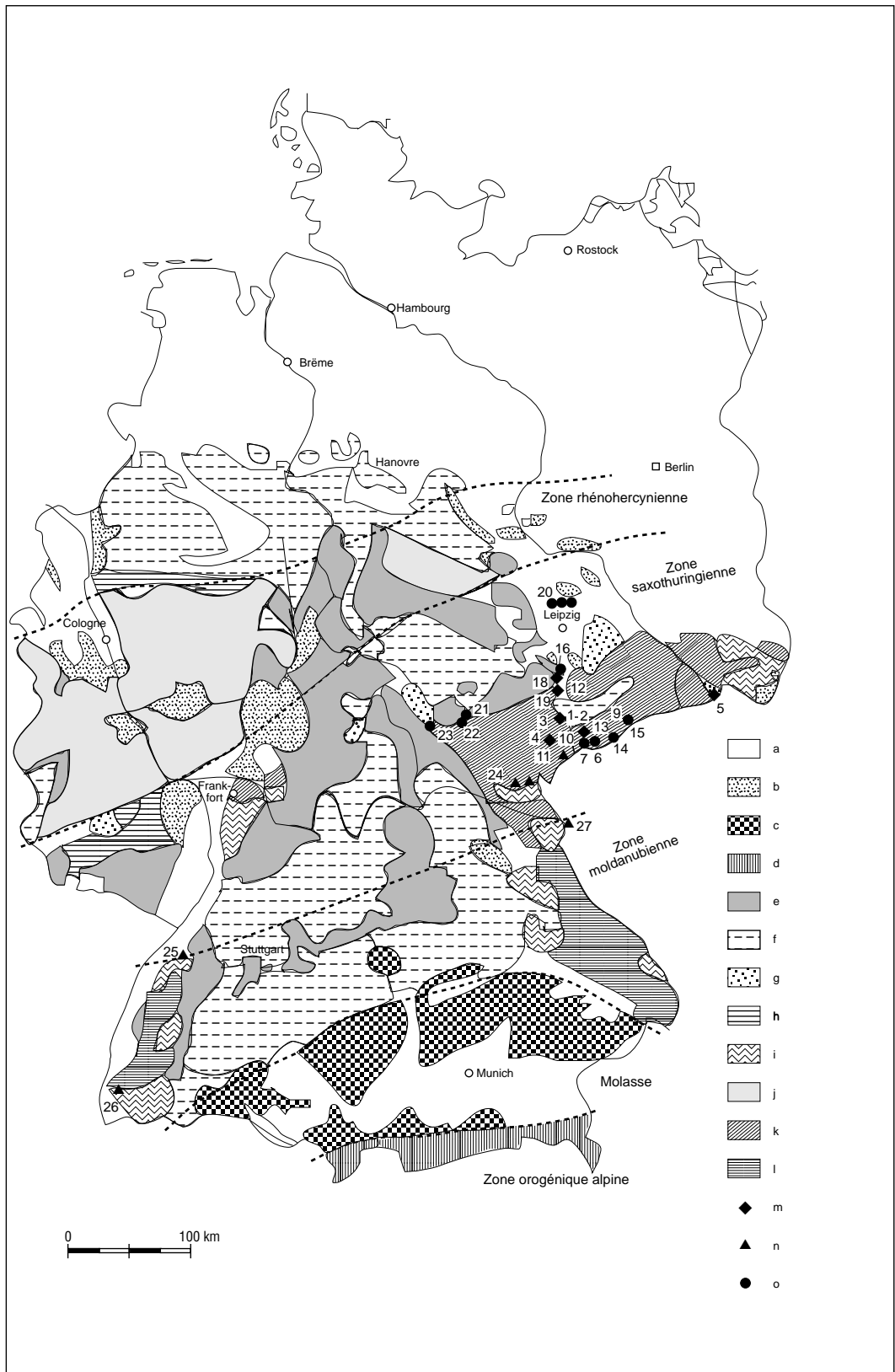
Activités récentes et en cours

Au cours des années 1997 et 1998, il n'y a pas eu d'activités de prospection en Allemagne, et le gouvernement fédéral n'intervient pas dans les projets de prospection de l'uranium à l'étranger. Il n'existe pas non plus de projet futur de prospection. Depuis 1997, aucune société allemande n'a pris part à des activités de prospection de l'uranium.

Dépenses de prospection de l'uranium à l'étranger

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé :				
<i>(milliers de deutsche mark)</i>	4 800	6 800	0	0
<i>(milliers de dollars des États-Unis)</i>	3 137	4 000	0	0

Gisements et indices uranifères en République fédérale d'Allemagne



LÉGENDE

I GÉOLOGIE

- a. Quaternaire
- b. Tertiaire
- c. Molasse alpine (Tertiaire)
- d. Zone orogénique alpine (Mésozoïque)
- e. Grès datant du Mésozoïque
- f. Mésozoïque
- g. Roches volcaniques datant du Permien (rhyolites)
- h. Permo-Carbonifère
- i. Granites varisques
- j. Zone rhéno-hercynienne (Paléozoïque)
- k. Zone saxo-thuringienne (métamorphique)
- l. Zone moldanubienne (métamorphique)
- m. Gisements renfermant > 5 000 tonnes d'uranium
- n. Gisements renfermant de 500 à 5 000 tonnes d'uranium
- o. Indices d'uranium

II GISEMENTS ET INDICES D'URANIUM

- 1 Ronneburg, Thuringe
- 2 Schlema, Saxe
- 3 Culmitzsch-Sorge-Gauern, Thuringe
- 4 Zobes, Saxe
- 5 Königstein, Saxe
- 6 Tellerhäuser, Saxe
- 7 Johanngeorgenstadt, Saxe
- 8 Freital, Saxe
- 9 Annaberg, Saxe
- 10 "Weisser Hirsch" (Antonsthal), Saxe
- 11 Schneckenstein, Saxe
- 12 Hauptmannsgrün-Neumark, Saxe
- 13 Rittergrün, Saxe
- 14 Bärenstein, Saxe
- 15 Marienberg, Saxe
- 16 Zeitz-Baldenhain, Thuringe
- 17 Prehna, Thuringe
- 18 Untitz, Thuringe
- 19 Gera-Süd, Thuringe
- 20 Serbitz, Kyhna-Schenkenberg et Werben, Saxe
- 21 Rudolfstadt, Thuringe
- 22 Dittrichshütte, Thuringe
- 23 Schleusingen, Thuringe
- 24 Grossschloppen, Bavière
- 25 Müllenbach, Bade-Wurtemberg
- 26 Menzenschwand, Bade-Wurtemberg
- 27 Mähring-Poppenreuth, Bavière

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Suite à l'arrêt des activités d'extraction de l'uranium et à la fermeture de certains centres de production, les ressources classiques connues ont été réestimées en 1993. Les RRA et RSE-I sont passées de la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U à celle comprise entre 80 et 130 \$/kg d'U. Par ailleurs, on a pu noter une baisse générale des ressources classiques entrant dans la tranche de coût inférieure à 130 \$/kg d'U.

Les ressources classiques connues dans la tranche de coût supérieure à 130 \$/kg d'U sont les mêmes que celles indiquées dans l'édition de 1991 du Livre rouge. Les ressources classiques connues se trouvent principalement dans des mines fermées qui sont en cours de déclassement. Leur disponibilité future reste incertaine.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Suite à une réévaluation, l'ensemble des RSE-II a été classé dans la tranche de coût supérieure à 130 \$/kg d'U. Une faible partie de ces ressources, non encore estimée, pourrait éventuellement être récupérée à un coût compris entre 80 et 130 \$/kg d'U.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Un historique de la production d'uranium figure dans l'édition de 1991 du Livre rouge.

État de la capacité théorique de production

Il n'existe aucune production commerciale d'uranium en Allemagne. Toutefois, on estime à 30 t d'U la quantité d'uranium récupérée à la suite d'opérations de remise en état en 1998.

Deux centres de production, ceux de Ellweiler et de Crossen, ont été fermés définitivement en 1989. Les deux usines seront démantelées et les terrains seront remis en état. À l'usine de Seelingstädt, en Thuringe, certaines parties restent en activité pour le traitement des boues résultant d'activités souterraines de lixiviation à la mine de Königstein (Saxe). Depuis 1992, la production provient d'opérations de remise en état de la mine de Königstein.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En août 1998, la société Cameco a parachevé sa prise de contrôle des sociétés Uranerz Exploration and Mining Ltd. (UEM) Canada, et Uranerz USA Inc. (UUS), reprises à leur société-mère allemande Uranerzbergbau GmbH (dont Preussag et Rheinbraun, détiennent chacune 50 %). Au Canada, la Cameco a acquis les parts détenue par UEM dans les mines de Key Lake et Rabbit Lake

(33,3 %), de McArthur River (28 %) et de Midwest (20 %). Aux États-Unis, la Cameco a racheté à l'UUS sa participation de 58 % dans la mines de Crow Butte, tandis qu'en Australie, elle a repris la participation de 6,45 % détenue par la société Rheinbraun dans la société Energy Resources of Australia (ERA).

Emploi dans le secteur de l'uranium

La totalité du personnel actuel est affectée à des travaux de déclassement et de remise en état. À la fin de 1998, les effectifs s'établissaient à 3 450 personnes, alors qu'ils étaient de 3 980 à la fin de 1997 et de 4 200 à la fin de 1996.

Centres de production futurs

Aucun nouveau centre de production n'est prévu en Allemagne.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Depuis 1991, la société WISMUT GmbH poursuit d'importants travaux de déclassement et de remise en état dont on trouvera ci-après la description.

Réaménagement des sites miniers

À la fin de 1998, environ 90 % des travaux souterrains de remise en état étaient achevés. Ces travaux comprenaient notamment la décontamination et la fermeture de quelque 1 400 km de galeries de mine, ainsi que le remblayage des puits et des ouvrages peu profonds à l'aide de quelque 4,8 millions de m³ de matériaux afin de stabiliser la surface et d'éviter toute incidence négative sur l'hydrogéologie. Dans la région d'Aue-Schlema, la remise en état des cavités souterraines près de la surface revêt une importance particulière et se poursuivra pendant plusieurs années.

La procédure de noyage a commencé à Ronneburg en 1998 et se poursuit dans trois mines : Gittersee, Aue-Schlema et Ronneburg. Le noyage de la mine d'Aue-Schlema à une profondeur de 1 800 m a débuté en 1991. À la fin de 1998, environ 65 % (25 millions de m³) des cavités de mines à ciel ouvert avaient été inondés. La mine de Pöhla est complètement submergée depuis novembre 1995. Il faudra environ une douzaine d'années pour noyer entièrement la mine de Ronneburg. À la mine de Königstein exploitée par lixiviation in situ, une procédure expérimentale de noyage est en cours, l'objectif étant de démarrer le noyage proprement dit en 2001.

Remise en état des verses à stériles miniers et de la mine à ciel ouvert de Lichtenberg

L'exploitation minière a conduit à l'accumulation en surface de déblais représentant un volume total de 300 millions de m³. La remise en état des stériles se fait de préférence sur le site même et comprend notamment le remodelage et/ou l'aménagement paysager, le recouvrement et la remise en végétation des tas de déblais.

À Ronneburg, la majeure partie des résidus miniers a été transférée dans la mine à ciel ouvert de Lichtenberg afin de stabiliser la mine du point de vue géomécanique et de réduire les effets des eaux d'exhaure acides provenant des résidus miniers. Au cours de la période d'exploitation, environ 150 millions de m³ ont été extraits jusqu'à une profondeur de 240 m. Jusqu'en 1990, la mine à ciel ouvert a été partiellement remblayée à l'aide de quelque 76 millions de m³ de déblais. À la fin de 1998, 32 % du volume libre de la mine à ciel ouvert étaient déjà comblés. La zone sera complètement remise en état en 2009-2010.

Remise en état des résidus de traitement

Le traitement chimique des minerais d'uranium dans les usines de Crossen et de Seelingstädt a engendré quelque 160 millions de m³ de résidus qui ont été déposés dans des bassins. Les résidus de traitement et les installations d'évacuation à Trünzig, Culmitzsch, Helmsdorf et Dänkrütz seront remis en état in situ. À la fin de 1998, 41 % de la superficie occupée par les résidus avaient été recouverts d'une couverture temporaire.

Activités de remise en état de l'environnement en surface

Des installations et bâtiments de production représentant un volume de 735 000 m³ sont appelés à être démolis. À la fin de 1998, les travaux de démolition étaient réalisés à 53 %. En 1998, ils avaient produit quelque 76 000 m³ de gravats et 22 000 t de ferraille avaient été recyclées. Le site minier a déjà été remis en état à 14 %.

Épuration des eaux

Avant de pouvoir rejeter les eaux d'exhaure dans l'environnement, il faut d'abord les traiter pour en extraire les polluants. Des installations d'épuration des eaux ont déjà été mises en place sur les sites d'Aue-Schlema et de Pöhl. D'autres installations sont prévues à Königstein et à Seelingstädt, qui entreront en service d'ici à 2001. À Ronneburg, les eaux d'infiltration sont traitées à l'aide de cendres. Le traitement des eaux d'exhaure débutera dès que le noyage sera terminé. Un important programme est mené en vue de mettre au point des systèmes passifs de traitement des eaux propres au site.

Surveillance

L'accent est mis sur la surveillance de la qualité de l'air et de l'eau au voisinage des installations de la société Wismut. On procède au contrôle des rejets de polluants dans les plans d'eau superficiels et des concentrations qui en résultent par des prélèvements périodiques d'échantillons en de nombreux points de mesure préétablis. En outre, un réseau de postes de surveillance des eaux souterraines a été installé pour déceler les infiltrations provenant des déblais de stériles et des bassins de résidus, ainsi que pour vérifier la qualité des eaux souterraines. La surveillance de l'air contaminé provenant des puits d'aérage et les ventilateurs a mis en évidence une réduction notable des contaminants présents dans l'air à la suite de la fermeture des puits et des ventilateurs des mines.

Toutes les données relatives à l'environnement sont stockées dans une base de données centrale sur l'environnement. Ces données font l'objet d'une assurance qualité, sont actualisées en permanence et mises à la disposition des autorités compétentes en matière de surveillance et de réglementation.

Financement

Les activités de démantèlement et de remise en état de la société Wismut sont financées à l'aide de ressources inscrites au budget fédéral. Le coût global est estimé à 13 milliards de DEM. À la fin de 1998, l'ensemble des dépenses s'élevait à quelque 5,7 milliards de DEM, y compris les importantes sommes affectées à la restructuration de la société, à la réduction socialement acceptable des effectifs et à des projets de création d'emplois.

Coût de la gestion de l'environnement

(millions de DEM)

Après fermeture	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Surveillance	94,0	29,5	30,5	25,0	179,0
Fermeture des bassins de résidus	166,5	36,0	43,0	45,0	290,5
Déclassement/décontamination	252,5	23,5	20,5	19,5	316,0
Gestion des effluents (gaz, liquides)	182,5	59,0	52,5	64,0	358,0
Remise en état des sites	189,0	30,0	31,0	42,5	292,5
Évacuation des déchets radioactifs	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Activités réglementaires	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL (y compris frais généraux)	884,5	178,0	177,5	196,0	1 436,0

BESOINS EN URANIUM

Aucun changement significatif n'est intervenu par rapport aux précédentes éditions du Livre rouge en ce qui concerne la situation du parc nucléaire et donc les besoins futurs en uranium restent les mêmes.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement n'a pas changé.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La participation de sociétés privées et/ou étrangères aux activités de prospection, de production et de commercialisation de l'uranium n'est soumise à aucune restriction pour autant que celles-ci s'exercent conformément aux lois en vigueur. À la fin de 1990, le gouvernement a cessé de subventionner la prospection de l'uranium.

PRIX DE L'URANIUM

Se reporter aux informations émanant de l'Agence d'approvisionnement d'Euratom.

• Argentine •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET MISE EN VALEUR DES MINES

Historique

Les activités de prospection de l'uranium en Argentine ont débuté en 1951-1952. Le gisement de Huemul, du type lié à des grès, a été découvert en 1954, lors d'une campagne de prospection de minéralisations cuprifères de type couche rouge. Le district de Tonco, comprenant les gisements de Don Otto et de Los Berthos renfermés dans des grès, a été décelé grâce à des levés géophysiques aéroportés effectués en 1958. Vers la fin des années 50 et au début des années 60, des levés aéroportés ont également conduit à la découverte, en Patagonie, du gisement de Los Adobes qui est lié à des grès.

Au cours des années 60, les activités de prospection par levés terrestres ont permis de découvrir les gisements de type filonien de Schlagintweit et de La Estela dans des formations granitiques. Les ressources renfermées dans ces gisements ont ensuite été extraites respectivement dans les centres de production de Los Gigantes et de La Estela. En 1968, le gisement du Dr. Baulies, renfermé dans des sédiments volcanoclastiques, a été découvert par levé aéroporté dans le district de la Sierra Pintada dans la province de Mendoza.

Au cours des années 70, la poursuite des travaux de prospection à proximité des indices uranifères découverts auparavant en Patagonie, ont permis de localiser deux nouveaux gisements renfermés dans des grès, à Cerro Condor et Cerro Solo. Un levé aéroporté effectué en 1978 en Patagonie a contribué à la découverte du petit gisement de Laguna Colorada renfermé dans des formations volcaniques.

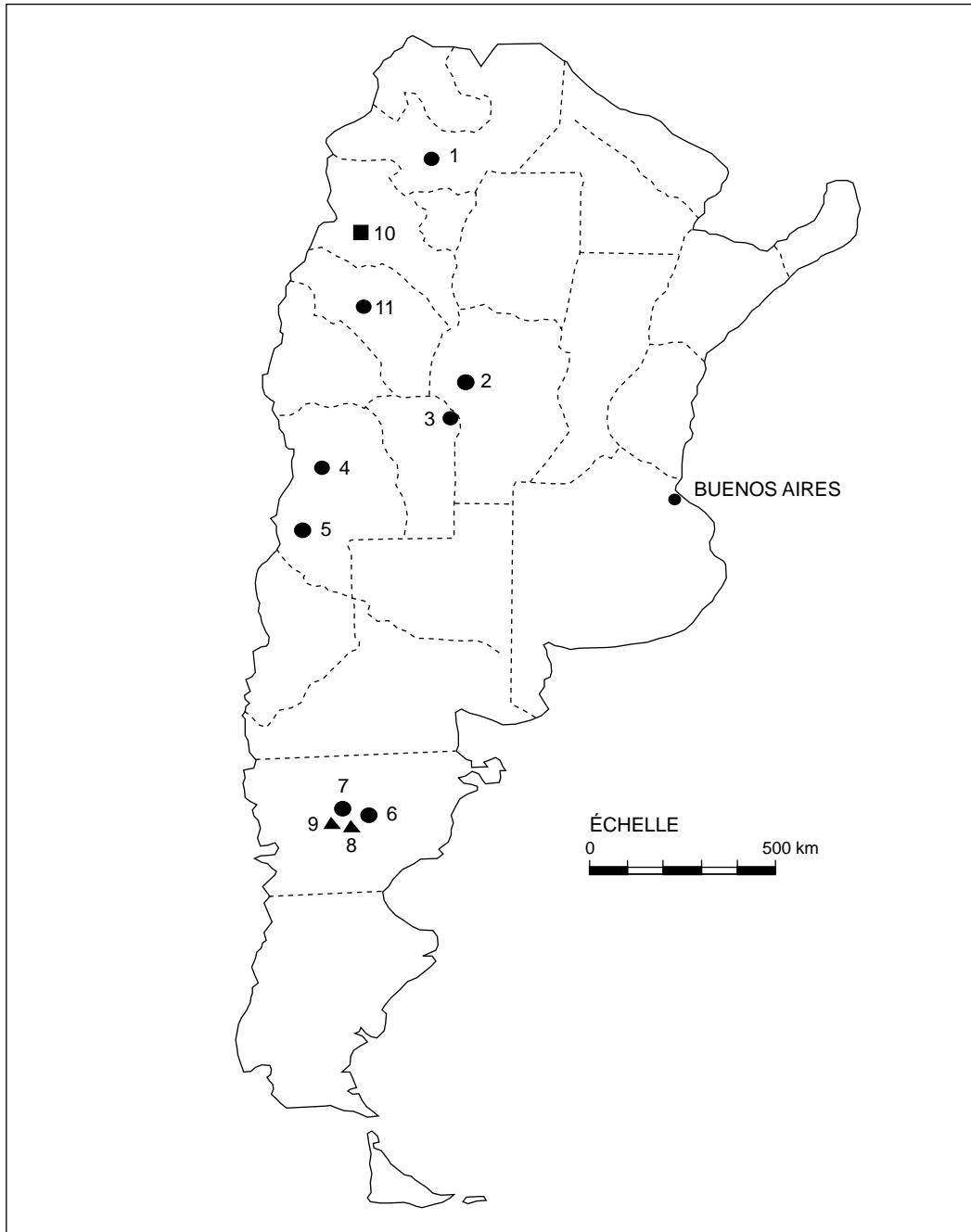
Au cours des années 80, un levé aéroporté exécuté sur des terrains granitiques a permis de mettre en évidence un certain nombre d'importantes anomalies radiométriques. Parmi celles-ci, quelques-unes situées au-dessus du batholite d'Achala ont été retenues en vue d'investigations complémentaires qui ont permis de repérer plusieurs minéralisations de type filonien, parmi lesquelles figurent celles qui prolongent les gisements de Schlagintweit et de La Estela. Ultérieurement, en 1986, la minéralisation de type filonien de Las Termas a été localisée par des activités de prospection au sol. À la fin des années 80, un programme de prospection a été lancé dans l'ensemble du pays en vue d'évaluer les unités géologiques qui sont considérées comme susceptibles de renfermer de l'uranium.

En 1990, des activités de prospection ont été entreprises au voisinage du gisement de Cerro Solo en Patagonie. Des forages qui, à la fin de 1996, atteignaient plus de 52 000 m, ont été pratiqués afin d'évaluer le potentiel des portions de la structure de paléochenaux favorables à la présence d'uranium. Ces travaux ont permis de délimiter plusieurs corps minéralisés supplémentaires renfermant des ressources représentant plusieurs milliers de tonnes. Parallèlement à ces travaux, on a poursuivi l'évaluation de certaines unités géologiques favorables à la présence d'uranium, de même que la prospection de la minéralisation de Las Termas.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

En 1997 et 1998, les activités de prospection se sont poursuivies à l'échelle tant régionale que locale.

Gisements d'uranium en Argentine



- ✖ En exploitation ; usine de traitement
- Épuisé
- En cours de reconnaissance
- ▲ Prospection

- 1. Don Otto (grès)
- 2. Schlagintweit (filonien)
- 3. La Estela (filonien)
- 4. Dr. Baulies (volcanoclastique)
- 5. Huemul (grès)
- 6. Los Adobes (grès)

- 7. Cerro Condor (grès)
- 8. Cerro Solo (grès)
- 9. Laguna Colorada (volcanoclastique)
- 10. Las Termas (filonien)
- 11. Los Colorados

L'évaluation régionale du potentiel uranifère des unités géologiques favorables à la présence d'uranium s'est poursuivie. Des levés géologiques et radiométriques ont été effectués pour déceler les anomalies uranifères liées à des granites (Las Termas).

Les investigations locales ont porté sur la poursuite de l'évaluation du gisement de Cerro Solo, où des forages supplémentaires représentant 3 800 m ont permis de réévaluer et de reclasser les ressources dans des tranches de coûts inférieures. Les résultats de travaux antérieurs et récents ont été évalués dans des études de pré-faisabilité.

Dans le cadre des activités régionales, on a poursuivi l'évaluation géologique du potentiel uranifère national. En outre, l'appel d'offres pour l'exploitation du gisement de Cerro Solo a été préparé et était susceptible d'être publié en 1999.

Statistiques de sondage de l'uranium

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (<i>mètres</i>)	8 332	3 841	0	3 700
Nombre de trous de sondage forés par des organismes publics	96	27	0	28

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues en uranium (RRA et RSE-I)

Les ressources connues de l'Argentine entrant dans les catégories des RRA et des RSE-I récupérables à un coût inférieur à 130 \$/kg d'U s'élevaient à 9 930 t d'U au 1er janvier 1999. Ce chiffre est à rapprocher de celui de 11 950 t d'U, estimation indiquée au 1er janvier 1997. Ces estimations de ressources représentent les ressources nettes, déduction faite de la production passée.

L'estimation de tonnage pour 1999 comprend 2 640 t d'U dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U, 5 240 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U et 7 480 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Comparés à ceux de 1997, ces chiffres accusent une baisse de 1 360 t d'U dans la tranche de coût inférieure à 130 \$/kg d'U et une augmentation de 2 640 t d'U dans la tranche de coût inférieure à 40 \$/kg d'U. L'augmentation de 620 t d'U dans la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U peut être attribuée à une révision à la hausse des ressources du gisement de Cerro Solo qui a fait l'objet d'études de pré-faisabilité.

Bien que l'estimation globale des RSE-I dans la tranche de coût inférieure à 130 \$/kg d'U ait diminué de 740 t d'U pour s'établir à 2 450 t d'U au 1er janvier 1999, la plupart de ces ressources ont désormais été reclassées dans des tranches de coûts inférieures : 2 380 t d'U ont ainsi été transférées dans la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U, tandis que 2 030 t d'U l'ont été dans la tranche de coût inférieure à 40 \$/kg d'U.

Presque toutes les ressources connues de l'Argentine récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U sont tributaires de centres de production existants ou commandés. Les récentes modifications apportées aux estimations de coûts sont le résultat des études de pré-faisabilité réalisées depuis la précédente estimation.

Ressources raisonnablement assurées*

(tonnes d'U)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
2 640	5 240	7 480

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
2 030	2 380	2 450

* S'agissant de ressources récupérables, déduction faite des pertes en cours d'extraction et de traitement (25 %).

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Au 1er janvier 1999, les RSE-II de l'Argentine récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U s'élevaient à 1 440 t d'U au total contre 1 100 t d'U au 1er janvier 1997. L'Argentine ne fait pas état de ressources spéculatives.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II

(tonnes d'U)

Tranches de coûts	
< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	1 440

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

L'Argentine produit de l'uranium depuis le milieu des années 50. Au total, sept centres de production à l'échelle industrielle ont été en service à différentes époques. En outre, une installation pilote a fonctionné de 1953 environ jusqu'en 1970. Un diagramme récapitulatif de l'histoire des centres argentins de production d'uranium a été publié dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

Entre le milieu des années 50 et 1996, la production cumulée d'uranium s'est élevée à 2 482 t d'U. En 1995, la production provenait des centres de Los Colorados et de San Rafael, tandis qu'en 1996, après la fermeture du centre de Los Colorados, seul le centre de San Rafael a produit du minerai. Les chiffres relatifs à la production sont indiqués dans le tableau ci-après.

Évolution de la production d'uranium

	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	Prévisions 1999
Méthode d'extraction	<i>(tonnes d'U contenues dans le minerai)</i>					
Méthodes classiques :						
• À ciel ouvert	2 052	16	30	7	2 105	6
• En souterrain	400	0	0	0	400	0
<i>Sous-produit – Souterrain</i>						
Total partiel	2 452	16	30	7	2 505	6
Méthode de production	<i>(tonnes d'U contenues dans le concentré)</i>					
Usine de traitement	702	0	0	0	702	0
Lixiviation en tas	1 750	16	30	7	1 803	6
TOTAL	2 452	16	30	7	2 505	6

Le complexe de la mine et de l'usine de Los Colorados, situé dans la province de La Rioja, a été fermé à la fin de 1995. Ce complexe, entré en service en 1993, appartenait à Uranco S.A., société privée, qui en assurait l'exploitation. Le minerai, extrait d'un petit gisement gréseux situé dans cette zone, était traité dans l'usine de récupération par échange d'ions réinstallée sur ce site après la fermeture du centre de La Estela. La capacité nominale annuelle de production de l'usine de Los Colorados était de 30 t d'U.

La fermeture du complexe de Los Colorados a modifié la structure de la propriété de la production d'uranium en Argentine. Depuis 1996, l'industrie minière de l'uranium est entièrement contrôlée par la CNEA, organisme public.

État de la capacité théorique de production

À l'heure actuelle, le seul centre de production en exploitation est l'installation de San Rafael. Sa capacité théorique de production annuelle est de 120 t d'U environ. On trouvera, récapitulés dans le tableau qui suit, les détails techniques du complexe de la mine et de l'usine de San Rafael.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Le niveau de l'emploi continue de baisser dans l'industrie de l'uranium en Argentine. Les effectifs qui étaient d'environ 450 personnes en 1980 sont tombés à 100 en 1996, et à 80 en 1997.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1996	1997	1998	Prévisions 1999
180	80	80	80

Précisions techniques concernant le centre de production d'uranium

Nom du centre de production	Complejo Minero Fabril San Rafael
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	En service
Date de mise en service	Septembre 1979
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement	Sierra Pintada Volcanoclastique
Exploitation minière : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	À ciel ouvert 700 n.d.
Installation de traitement : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Capacité moyenne de traitement (<i>t d'U/an</i>)	Échange d'ions 700 83
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	120
Projets d'agrandissement	n.d.

Projection de la capacité théorique de production à court terme

L'Argentine ne communique pas de projections relatives à la capacité théorique de production au-delà de 2001. Le tableau qui suit résume les données disponibles.

Capacité théorique de production à court terme

(tonnes d'U/an)

1999				2001				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	0	40	40	0	0	40	40	0	0	40	40

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Des accords contractuels prévoyant la réhabilitation du terrain occupé par l'usine déclassée de Malargüe ont été passés entre le Gouvernement de l'Argentine (en tant que propriétaire de la société ayant exploité l'usine) et la province de Mendoza (en tant que propriétaire des terrains). La CNEA a dû ainsi déboursier environ 12 millions de dollars des États-Unis pour assainir et remettre en état la zone préalablement occupée par l'usine. En outre, un projet visant la restitution du terrain occupé par le complexe, actuellement fermé, de la mine et de l'usine de Los Gigantes est à l'étude.

D'autres informations sur la gestion de l'environnement et sur les mesures correspondantes prises pour réduire au minimum les incidences environnementales au cours de l'exploitation et du déclassement des mines et des installations ne sont pas disponibles.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins en uranium de l'Argentine au-delà de l'an 2000 dépendront de la date d'achèvement de la tranche II de la centrale nucléaire d'Atucha, qui n'est pas connue avec certitude. Les renseignements actuellement disponibles sur la puissance nucléaire installée et les besoins connexes en uranium sont résumés dans les tableaux suivants.

Puissance nucléaire installée jusqu'en 2015

(MWe)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
940	940	940	n.d.	n.d.	n.d.

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
150	150	150	n.d.	n.d.	n.d.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La législation nucléaire récemment approuvée prévoit la privatisation des centrales nucléaires qui appartiennent actuellement à la CNEA. Dans cette hypothèse, les besoins en uranium augmenteront dans la mesure où l'acquéreur des deux centrales nucléaires qui sont actuellement en exploitation, devra aussi s'engager à achever la construction de la troisième tranche, celle d'Atucha II, et à la mettre en service. La stratégie adoptée par la CNEA en matière d'approvisionnements en uranium a consisté à profiter du faible niveau des prix de l'uranium pour réduire au minimum la part fournie par la production nationale. Sur la base de cette stratégie, environ 100 t d'U/an sont achetées sur le marché à court terme. Cette stratégie devrait être maintenue jusqu'à ce que la situation du marché de l'uranium se modifie.

STOCKS D'URANIUM

À la fin de 1998, l'ensemble des stocks d'uranium détenus par le Gouvernement fédéral s'élevait à 2 t d'U sous forme de concentrés d'uranium.

PRIX DE L'URANIUM

Les informations relatives aux prix de l'uranium ne sont pas disponibles.

• Arménie* •

BESOINS EN URANIUM

Aucune modification n'a été apportée au programme d'énergie nucléaire de l'Arménie au cours des deux dernières années. Les besoins en uranium à court terme de ce pays s'élèvent à 89 t d'U par an pour l'exploitation de la centrale nucléaire de Metsamor équipée d'une tranche de réacteur WWER-440, représentant une puissance installée de 407,5 MWe (376 MWe nets). Les besoins en uranium pour 2015 n'ont pas encore été estimés, mais dépendront de la politique que le pays adoptera pour le secteur de l'énergie nucléaire.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
376	376	376	0	376	0	376	n.d.	n.d.

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
89	89	89	0	89	0	89	n.d.	n.d.

* C'est la première fois que l'Arménie fournit un rapport destiné au Livre rouge.

STRATÉGIES EN MATIÈRE D'ACHAT ET D'APPROVISIONNEMENT

C'est la Fédération de Russie qui fournit le combustible nucléaire nécessaire à l'exploitation de la centrale nucléaire de Metsamor. La stratégie de l'Arménie en matière d'achat de combustible nucléaire est demeurée inchangée au cours des deux dernières années et ne sera pas modifiée dans un avenir prévisible. L'Arménie ne conserve pas de stock d'uranium naturel. Les données relatives aux prix d'achat de l'uranium ne sont pas disponibles.

• Australie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique¹

On peut distinguer deux grandes périodes dans la prospection de l'uranium en Australie : de 1947 à 1961 et de 1966 à aujourd'hui. Au cours de la première période, le Gouvernement australien a adopté des mesures visant à encourager la prospection, notamment un système de primes à la découverte de minerai d'uranium. On a alors assisté à une activité intense dans la plupart des régions minéralisées de l'Australie ; les recherches étaient essentiellement menées par des prospecteurs individuels, équipés de compteurs Geiger, qui ont été à l'origine de nombreuses découvertes. Plusieurs des gisements localisés au cours de cette période ont été exploités, les plus importants étant ceux de Mary Kathleen, Rum Jungle et Radium Hill.

Les besoins en uranium à des fins militaires ayant diminué au début des années 60, la demande en uranium a subi un déclin brutal, de sorte que la prospection de l'uranium a été pour ainsi dire inexistante entre 1961 et 1966. La seconde phase de prospection de l'uranium en Australie a commencé en 1966. Cette reprise a été encouragée en 1967 par une nouvelle politique d'exportation visant à promouvoir la prospection de nouveaux gisements. Ces activités de prospection ont, pour la plupart, été entreprises par des sociétés disposant d'importants budgets de recherche et utilisant des techniques géologiques, géochimiques et géophysiques de pointe. Plusieurs découvertes importantes ont été réalisées grâce à des levés aéroportés effectués au moyen de spectromètres gamma multi-canaux. Ces découvertes se sont traduites par une forte augmentation en Australie des RRA bon marché (récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U) qui sont passées de 6 200 t d'U en 1967 à 622 000 t d'U en 1996. Parmi les principaux gisements d'uranium mis à jour au cours de cette seconde phase d'exploration figurent ceux qui suivent.

1. Pour un résumé de l'historique de la prospection d'uranium en Australie, voir I. Lambert, A. McKay and Y. Miezitis (1996) *Australia's Uranium Resources: Trends, Global Comparisons and New Developments*, Canberra, Bureau of Resource Sciences.

des gisements liés à une discordance :

district uranifère d'Alligator Rivers :	Ranger (1969) ¹ , Nabarlek (1970), Koongarra (1970), Jabiluka (1971)
province de Paterson :	Kintyre (1985)

un gisement dans un complexe bréchiq

plateau continental de Stuart :	Olympic Dam (1975)
---------------------------------	--------------------

des gisements superficiels :

gîtes de calcrète dans les sédiments tertiaires recouvrant le massif de Yilgarn :	Yeelirrie (1971), Lake Way (1972), Lake Maitland (1972)
--	--

des gisements gréseux :

district uranifère de la baie de Frome :	Beverley (1970), East Kalkaroo (1971), Honeymoon (1972)
district uranifère de Pandanus creek/Westmoreland :	Junnagunna (1976)
bassin de Ngalia :	Bigrlyi (1970), Walbiri (1970)
bassin de l'Amadeus :	Angela (1973), Pamela (1973)
bassin de Carnarvon :	Manyingee (1974)
bassin d'Officer :	Mulga Rock (1978)

des gisements volcaniques :

district uranifère de Georgetown/Townsville :	Maureen (1971), Ben Lomond (1976)
---	-----------------------------------

Après l'essor qu'a connu la prospection de l'uranium en Australie vers la fin des années 70, les dépenses de prospection ont fortement diminué, chutant de leur niveau record de 89 millions de dollars australiens² en 1980 à 26,4 millions de dollars australiens en 1983. Ce déclin brutal de la prospection est imputable aux baisses des prix de l'uranium et aux politiques d'économies d'énergie adoptées face aux chocs pétroliers des années 70.

En 1983, le Gouvernement travailliste a adopté une politique connue comme la politique des « trois mines », consistant à n'autoriser les exportations d'uranium qu'à partir des mines de Nabarlek, Ranger et Olympic Dam. Malgré l'effet dissuasif de cette politique sur la prospection de l'uranium, la découverte du gisement Kintyre dans la province de Paterson (Australie occidentale) a entraîné une augmentation des dépenses de prospection entre 1985 et 1988. À partir de 1989, la prospection n'a ensuite pas cessé de décliner pour atteindre le plus bas niveau jamais observé de 7,2 millions de dollars australiens en 1994. Ce déclin était dû à la chute des prix sur le marché spot depuis 1976, aux excédents de stocks d'uranium dans les pays occidentaux et aux ventes d'uranium provenant des pays de l'ex-Union soviétique.

1. L'année de la découverte est indiquée entre parenthèses.

2. Dépenses exprimées en dollars australiens (AUD) de 1997.

Activités récentes et en cours de prospection et d'aménagement des mines d'uranium

Depuis 1994, les dépenses de prospection de l'uranium ont augmenté pour atteindre 19,37 millions de dollars australiens en 1998, l'Australie figurant parmi les rares pays où ces dépenses se sont accrues. Ce redressement a été imputable à l'abandon de la politique des « trois mines » par le gouvernement de coalition Libéral-National après son arrivée au pouvoir en 1996, ainsi qu'au relèvement des prix de l'uranium depuis 1996.

Parmi les principales régions ayant fait l'objet de travaux de prospection de l'uranium en 1997 et 1998, on peut citer :

- la Terre d'Arnhem (Territoire du Nord) – prospection visant des gisements liés à des discordances dans des métasédiments du Paléoprotérozoïque situés sous une épaisse couverture de grès de Kombolgie ;
- la province de Paterson (Australie occidentale) – prospection visant des gisements liés à des discordances dans des métasédiments du Paléoprotérozoïque du complexe métamorphique de Rudall, qui renferme le corps minéralisé de Kintyre ;
- la baie de Frome (Australie méridionale) et le bassin d'Officer (Australie occidentale) – prospection visant des gisements de type gréseux ;
- la zone de Westmoreland (nord-ouest du Queensland) – prospection visant des gisements de type gréseux dans les sédiments du Protérozoïque du Bassin de McArthur ;
- la zone d'Olympic Dam (Australie méridionale) où les forages de prospection se sont poursuivis le long de la bordure méridionale du gisement ;
- la fenêtre tectonique du mont Isa (nord-ouest du Queensland) – poursuite de la prospection sur le site du gisement de Valhalla où la minéralisation est située dans une séquence bréchique de schistes ferrugineux, de sédiments tufacés et de basaltes (Protérozoïque), présentant de l'hématite et une altération saline ;
- les dépôts de calcrète – prospection visant la minéralisation de l'uranium à l'intérieur du calcrète présent dans les réseaux hydrographiques du Tertiaire recouvrant les roches granitiques du massif de Yilgarn (Australie occidentale).

Dépenses de prospection et activités de forage sur le territoire national

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé :				
<i>(milliers de dollars australiens)</i>	14 920	23 630	19 370	n.d.
<i>(milliers de dollars des États-Unis)</i>	11 842	18 754	15 373	n.d.
Sondages superficiels exécutés par le secteur privé <i>(mètres)</i>	19 293	63 418	78 085	n.d.
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	non connu	Non connu	non connu	n.d.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Entre le 1er janvier 1997 et le 1er janvier 1999, les changements suivants sont intervenus dans les estimations des ressources en uranium de l'Australie entrant dans les catégories des RRA et des RSE-I :

- les RRA récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U ont diminué de 15 000 t d'U ;
- les RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U ont augmenté de 11 000 t d'U ;
- les RRA récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 \$/kg d'U ont augmenté de 1 000 t d'U ;
- les RSE-I récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 \$/kg d'U ont augmenté de 14 000 t d'U.

Ces changements s'expliquent par :

- des réévaluations des ressources des corps minéralisés d'Olympic Dam, Beverley, Honeymoon et Valhalla. Les estimations les plus récentes pour ces corps minéralisés ont été calculées soit par les sociétés minières soit par l'*Australian Geological Survey Organisation* (Organisation australienne des recherches géologiques) de concert avec les sociétés minières ;
- l'amélioration des taux de récupération métallurgique obtenus par l'usine de Ranger (de 85,51 % en 1997 à 86,77 % en 1998), qui a amené à augmenter les estimations des ressources récupérables à partir du corps minéralisé de Ranger n° 3 ;
- les RRA bon marché ont été réduites par la production d'uranium à partir des mines de Ranger et d'Olympic Dam, qui a atteint au total 10 399 t d'U pour 1997 et 1998.

Les ressources en uranium du gisement d'Olympic Dam contiennent du cuivre (co-produit), ainsi que de l'or et de l'argent (sous-produits).

Dans les catégories des RRA et des RSE-I, les chiffres de ressources en uranium communiqués par l'Australie ne tiennent pas compte de l'uranium récupérable comme sous-produit de l'extraction d'autres minéraux.

Les pertes anticipées en cours d'extraction et de traitement du minerai sont déterminées pour chaque gisement. Elles varient en fonction des méthodes d'extraction utilisées (ou envisagées pour les gisements non encore exploités), des procédés métallurgiques employés (ou envisagés pour les gisements non encore exploités), ainsi que de la minéralogie du minerai et de la gangue.

Dans le cas des mines de Ranger et d'Olympic Dam, les chiffres les plus récents communiqués par les sociétés exploitantes quant aux pertes en cours d'extraction et de traitement du minerai ont été utilisés pour calculer les ressources récupérables.

En ce qui concerne les ressources connues en uranium récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U, elles dépendent pour 84 % de centres de productions existants.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources en uranium entrant dans les catégories des RSE-II et des RS ne sont pas estimées en l'Australie.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La production d'uranium en Australie a débuté en 1954. De 1954 à 1971, quelque 7 800 t d'U ont été produites en vue de l'exécution de contrats passés avec l'Autorité de l'énergie atomique du Royaume-Uni (*United Kingdom Atomic Energy Authority – UKAEA*) ou l'Agence conjointe de développement (*Combined Development Agency*), (organisme commun d'achats du Royaume-Uni et des États-Unis pour la défense). La production a essentiellement été assurée à partir de deux mines, Rum Jungle (Territoire du Nord) et Mary Kathleen (Queensland). Le reste provenait d'un certain nombre de petits gisements situés à South Alligator Valley (Territoire du Nord) et à Radium Hill (Australie méridionale). La production a cessé après que les tonnages requis pour honorer les contrats aient été extraits, sauf à Rum Jungle où elle s'est poursuivie jusqu'à épuisement des corps minéralisés, et où l'excédent par rapport aux tonnages faisant l'objet de contrats a été stocké.

La seconde phase de production d'uranium en Australie a débuté en 1976 avec la reprise de l'exploitation du gisement de Mary Kathleen. La production a démarré en juin 1980 à Nabarlek (Territoire du Nord), en août 1981 à Ranger (Territoire du Nord), et en septembre 1988 à Olympic Dam (Australie méridionale). Sur le site de Nabarlek, l'exploitation minière s'est achevée en 1979 et le minerai extrait a été stocké en vue d'un traitement ultérieur. La production a cessé en 1988, après traitement de la totalité du stock.

État de la capacité théorique de production

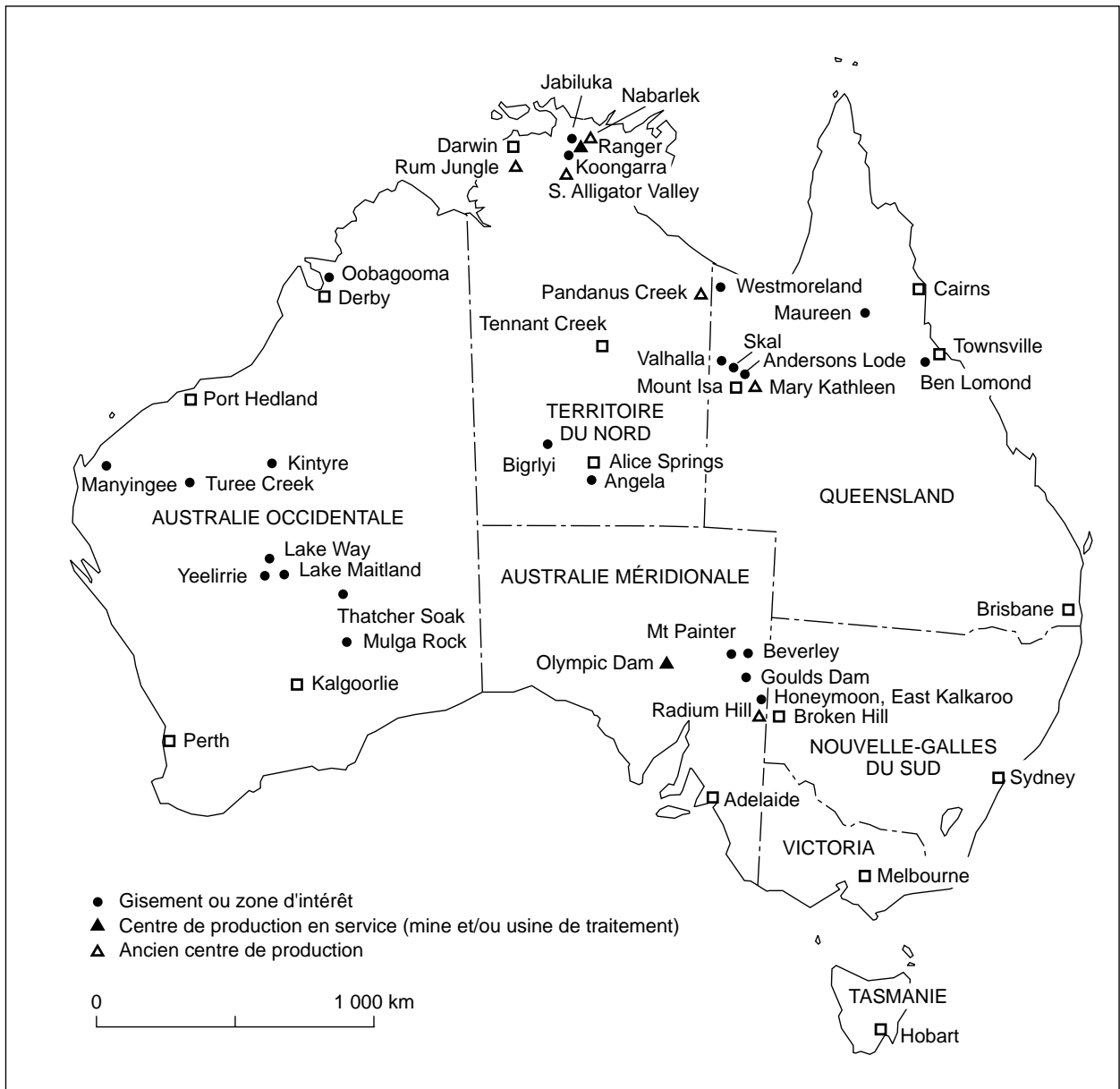
On produit actuellement de l'oxyde d'uranium dans les installations de Ranger et d'Olympic Dam. En 1998, la production totale de l'Australie atteignait 5 790 t d' U_3O_8 (4 910 t d'U), dont 4 050 t d' U_3O_8 provenaient de l'usine de Ranger et 1 740 t d' U_3O_8 de l'usine d'Olympic Dam. La production totale en 1998 a été inférieure de 11 % à celle de 1997.

Complexe de Ranger

L'exploitation à l'échelle industrielle du corps minéralisé n°3 de Ranger a débuté au milieu de 1997. Le corps renfermait en juin 1998 des réserves prouvées et probables représentant au total 16,3 millions de tonnes de minerai d'une teneur moyenne de 0,29 % en U_3O_8 (47 200 t d' U_3O_8). Le corps minéralisé n°3 est situé à 1 km au nord du puits à ciel ouvert n°1 qui est épuisé et qui est utilisé depuis août 1996 pour l'évacuation des résidus de traitement.

En août 1997, la société *Energy Resources of Australia Ltd* (ERA) a réussi à porter la capacité de traitement de l'usine de Ranger à 5 000 t d' U_3O_8 par an. L'ERA a décidé de fermer temporairement la nouvelle installation de grenailage à compter du 8 janvier 1999 à cause des conditions défavorables du marché. On estime qu'en 1999, la production devrait se situer aux alentours de 4 000 t d' U_3O_8 .

Gisements d'uranium et zones d'intérêt en Australie



Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2	Centre n° 3	Centre n° 4	Centre n° 5	Centre n° 6
Nom du centre de production	Ranger	Olympic Dam	Jabiluka	Beverley	Honeymoon	Kintyre
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Prévu	Prévu	Prévu	Prévu
Stade d'exploitation	Mine et usine en service	Mine et usine en service	Mine en construction depuis juin 1998	n.d.	En attente d'autorisation gouvernementale	En attente d'autorisation gouvernementale
Date de mise en service	1981	1988	2001	2000	–	–
Source de minerai :						
• Noms des gisements	Ranger 1, corps n° 3	Olympic Dam	Jabiluka	Beverley	Honeymoon	Kintyre
• Type de gisement	Lié à une discordance	Complexe bréchique	Lié à une discordance	Grès	Grès	Lié à une discordance
Exploitation minière :						
• Type (CO/ST/LIS)	CO	ST	ST	LIS	LIS	CO
• Tonnage (t de minerai/an)	2.4 millions (a)	4 millions	450 000 (e)	n.d.	n.d.	0.6 million
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	65	65	n.d.
Usine de traitement (acide/alcalin) :						
• Type (EI/ES/LA)	Acide CBH, LA, ES	Acide CBH, FLOT, LA, ES	Acide CBH, ES, LA	EI, LA	ES, LA	Acide (concass., tri radioactif, sépar. gravim.) ES, LA
• Tonnage (t de minerai/an)	2 millions	3.4 millions	450 000	n.d.	n.d.	45 000
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	85	66 (c)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/an)	4 240	1 442	2 290	848	848	1 020
Projets d'agrandissement	(b)	(d)	(e)		n.d.	n.d.

- (a) Dans le passé, les tonnages de minerai extraits chaque année ont atteint jusqu'à 2,4 millions de tonnes.
- (b) L'objectif qui était de porter la capacité de l'usine de traitement à 2 millions de tonnes de minerai par an (4 240 t d'U/an) a été atteint en août 1997. Si la proposition de l'ERA de traiter le minerai de Jabiluka dans l'usine de Ranger est approuvée, la capacité de cette usine serait encore accrue pour atteindre environ 5 090 t d'U/an (6 000 t d'U₃O₈/an). Aux termes d'un accord passé avec le gouvernement fédéral d'Australie, l'ERA peut porter la production jusqu'à 5 090 t/an, si elle estime qu'il est commercialement possible de le faire.
- (c) Source : Rapport de la société WMC à la *Securities and Exchange Commission*, Washington DC, 1992.
- (d) La capacité de production de l'usine doit être portée à 8,5 millions de tonnes de minerai par an pour produire 3 900 t d'U/an (4 600 t d'U₃O₈/an) d'ici à la fin de 1999.
- (e) La production de Jabiluka sera limitée jusqu'à ce que le corps minéralisé de Ranger soit épuisé. L'exploitation minière à l'échelle industrielle du gisement de Jabiluka sera atteinte en 2009.

Évolution de la production d'uranium

	Total avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	Prévisions 1999
Méthode d'exploitation minière	<i>(tonnes d'U contenues dans le minerai)</i>					
Exploitation classique :						
• à ciel ouvert	62 319 (a)	3 509	4 063	3 434	73 325	3 392
• souterrain		1 466 (b)	1 425 (b)	1 476 (b)	4 367	3 053
TOTAL	62 319	4 975	5 488	4 910	77 692	6 445
Méthodes de production	<i>(tonnes d'U contenues dans le concentré)</i>					
Usine de traitement	62 319	4 975	5 488	4 910	77 692	6 445
TOTAL	62 319	4 975	5 488	4 910	77 692	6 445

- (a) Le total pour la période avant 1996 correspond à la production conjointe à partir de l'exploitation tant à ciel ouvert qu'en souterrain.
- (b) La production à partir d'Olympic Dam est notifiée par la société sous forme de tonnes de concentrés de minerai d'uranium. Les teneurs de ces concentrés ne sont pas indiquées, mais sont habituellement supérieures à 98 % d' U_3O_8 . Il n'est pas tenu compte ici de la teneur de ces concentrés.

Centre d'Olympic Dam

Le gisement d'Olympic Dam qui renferme du cuivre, de l'uranium, de l'or et de l'argent est le gisement le plus important au monde d'uranium bon marché. En décembre 1998, les réserves prouvées plus probables s'élevaient au total à 336 000 t d' U_3O_8 . La production d'uranium est liée à celle du cuivre.

Le projet d'agrandissement d'Olympic Dam a commencé en janvier 1997 et les travaux de construction se sont poursuivis tout au long de 1998. L'agrandissement permettra de porter la capacité annuelle de production à 200 000 t de cuivre raffiné et à 4 600 t d' U_3O_8 , soit le triple de la production actuelle. À ce rythme, l'usine traitera 9 millions de tonnes de minerai par an. Cet agrandissement, qui constitue le projet de développement le plus important de l'Australie méridionale, devrait représenter un coût final estimé à 1,94 milliard de dollars australiens.

Le projet d'agrandissement comprend notamment les éléments suivants : un système de roulage électrique automatisé sur rail et un nouveau poste de concassage ; une nouvelle installation de broyage autogène faisant appel à la technologie la plus récente ; une nouvelle fonderie ; une installation hydrométallurgique agrandie et un troisième puits de desserte.

Jabiluka

La société ERA propose d'exploiter le corps minéralisé de Jabiluka par des méthodes en souterrain. Le gisement de Jabiluka représente des réserves prouvées et probables s'élevant au total à 19,5 millions de tonnes d'une teneur moyenne de 0,46 % en U_3O_8 (90 400 t d' U_3O_8).

L'option préférée de l'ERA consisterait en une exploitation minière en souterrain, le minerai devant être traité à l'usine de Ranger. Le minerai serait transporté par camion sur une distance de 22 km jusqu'à Ranger en empruntant une voie d'acheminement qui est entièrement située à l'intérieur de la zone de la concession minière, tandis que les résidus seraient évacués dans les puits à ciel ouvert de Ranger. Cette solution est dénommée « option de l'usine de traitement de Ranger ».

Comme autre solution, l'ERA a proposé, dans la Déclaration d'incidences sur l'environnement, de construire une usine de traitement à côté de la mine afin d'y concentrer et d'y traiter le minerai à l'intérieur de la zone de concession minière de Jabiluka. Cette solution est dénommée « option de l'usine de traitement de Jabiluka ».

En août 1998, après avoir examiné les recommandations du Ministre de l'environnement relatives à la seconde option, le Ministre fédéral des ressources et de l'énergie a donné le feu vert officiel pour l'aménagement des installations de traitement du minerai à Jabiluka. Cette décision met un point final au processus fédéral d'approbation en application de la Loi sur la protection de l'environnement (Incidences des propositions) [*Environmental Protection (Impact of Proposals) Act*] visant la mine de Jabiluka et les options en matière de traitement du minerai soit à Jabiluka soit à Ranger. L'ERA considère qu'il est préférable, du point de vue de l'environnement, de traiter le minerai à Ranger plutôt qu'à Jabiluka. La société poursuit les négociations avec les propriétaires aborigènes, par l'intermédiaire de leurs mandataires habilités, à savoir le Conseil des terres du nord (*Northern Lands Council*), en vue de trouver un terrain d'entente concernant le lieu où il convient de traiter le minerai.

Les travaux de construction sur le site de Jabiluka ont démarré juin 1998. Le bassin de retenue des eaux est terminé. La construction de la rampe d'accès de 1 150 m a été achevée au début de 1999.

Beverley

Le gîte uranifère de Beverley renferme des ressources récupérables par lixiviation in situ (LIS) représentant au total au moins 10 600 t d' U_3O_8 . Le gisement se trouve dans des sables à grains fins à moyens non cimentés (aggloméré) et interstratifiés avec des argiles et des limons (formation de Namba datant du tertiaire supérieur). La minéralisation uranifère forme trois zones lenticulaires désignées sous le nom de lentilles Nord, Centre et Sud. Les lentilles Nord et Centre sont situées dans la partie centrale de trois paléochenaux, tandis que la lentille Sud se trouve dans le paléochenal méridional. La minéralisation se rencontre à une profondeur moyenne de 107 m de la surface, et l'épaisseur globale du sable minéralisé est généralement de l'ordre de 20 à 30 m.

En janvier 1998, la société Heathgate a entrepris des essais de lixiviation in situ en vue de confirmer la viabilité des méthodes LIS. Ces essais ayant donné des résultats positifs, il est proposé d'utiliser pour l'exploitation commerciale de l'acide sulfurique et de l'oxygène afin de dissoudre l'uranium in situ, puis des techniques à base de résines échangeuses d'ions pour récupérer l'uranium dans l'usine de traitement.

La société Heathgate propose de recueillir dans un premier temps les effluents liquides dans les bassins de retenue de l'usine. Il existe deux options pour l'évacuation de ces effluents : soit les réinjecter dans des zones déjà excavées de l'aquifère de Beverley, soit laisser l'eau s'évaporer dans des bassins en surface avant d'évacuer les résidus solides dans une installation d'évacuation ouvragée. La société considère que la réinjection dans l'aquifère minéralisé constitue la meilleure méthode d'évacuation du point de vue tant de l'environnement que de l'exploitation.

Dans le cadre de la procédure d'évaluation des incidences sur l'environnement, le Bureau des sciences rurales (*Bureau of Rural Sciences*) a réalisé une évaluation indépendante de l'aquifère de Beverley pour le compte du Ministère fédéral de l'environnement. Il en ressort que l'aquifère de Beverley est une nappe bien délimitée et captive contenant des eaux souterraines semi-stagnantes. Sur la base de cette évaluation, on a conclu que par rapport aux autres options envisagées pour l'évacuation de ces effluents liquides, la meilleure solution consiste à les évacuer dans la zone

minéralisée septentrionale. En avril 1999, le Ministre de l'industrie, des sciences et des ressources (*Minister for Industry, Science and Resources*) a officiellement autorisé le démarrage de l'exploitation commerciales par LIS à Beverley.

Le forage des puits a débuté au milieu de 1999 et la construction de l'installation de LIS se poursuit. La production devrait démarrer au milieu de 2000 à une cadence annuelle de 1 000 t d' U_3O_8 .

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En août 1998, l'ERA, qui exploite la mine et l'usine de traitement de Ranger, appartenait aux sociétés suivantes :

	% du capital émis
North Limited	68,39
Autres actionnaires de catégorie A	6,51
Cameco	6,45
UG Australia Developments Pty Ltd	4,19
Interuranium Australia Pty Ltd	1,98
Cogéma Australia Pty Ltd	1,31
OKG Aktiebolag	0,54
Japan Australia Uranium Resources Development Co. Ltd	10,64

Le projet d'Olympic Dam est désormais entièrement contrôlé par WMC.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les effectifs des centres de production australiens ont très légèrement augmenté par suite de la reprise du traitement en continu du minerai au complexe de Ranger et de l'agrandissement du centre d'Olympic Dam.

Centres de production futurs

En ce qui concerne les gisements situés à Honeymoon et aux alentours, qui appartiennent à la société *Southern Cross Resources Australia P/L*, les ressources récupérables par des méthodes de LIS sont les suivantes :

Gisement ou zone de production possible	Catégorie de ressources	Ressources (tonnes d' U_3O_8)	Teneur (% d' U_3O_8)
Honeymoon (y compris le prolongement de Honeymoon)	Mesurées	3 700	0,156
East Kalkaroo	Indiquées	900	0,140
Goulds Dam	Présumées	18 000	0,098

Le gisement de Honeymoon est de type remplissage laminé et se situe au niveau d'une interface d'oxydation-réduction dans des sables à grains grossiers datant du tertiaire, le long des marges latérales d'un coude de paléochenal. Il se trouve à une profondeur comprise entre 100 et 120 m.

En mai 1996, la société *Southern Cross Resources Incorporated* a acheté le projet. La rénovation de l'installation d'extraction par solvants (qui avait été construite par les propriétaires précédents) a débuté au second semestre de 1997 et cette installation a été mise en service au début de 1998.

En avril 1998, le Ministère chargé du secteur primaire et de l'énergie d'Australie méridionale a autorisé la société à procéder à des essais de lixiviation sur le terrain en utilisant de l'acide sulfurique et un oxydant pour mobiliser l'uranium à partir de l'aquifère profond. Parmi les oxydants testés figuraient l'oxygène gazeux, l'eau oxygénée et du sulfate de fer [Fe₂(SO₄)₃].

La récupération de l'uranium se fait à l'usine au moyen d'un circuit d'extraction et de précipitation par solvant. On a étudié tant l'extraction par solvant que des techniques utilisant des résines échangeuses d'ions ; toutefois, les résultats obtenus à l'aide de l'extraction par solvants se sont avérés de loin supérieurs car la teneur extrêmement élevée en chlorures des eaux souterraines a empêché le processus d'échange d'ions de bien fonctionner.

Un projet de Déclaration d'incidences sur l'environnement relative à ce projet devrait être diffusé vers la fin de 1999. L'exploitation commerciale envisagée produira jusqu'à 1 000 t d'U₃O₈ par an.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Territoire du Nord

La mine de Ranger est actuellement la seule mine en exploitation dans le Territoire du Nord. La mine de Nabarlek a cessé toute production et le site a été remis en état avec succès. La surveillance de ce dernier du point de vue de l'environnement se poursuit. Ces deux mines, ainsi que la mine prévue de Jabiluka où les travaux de construction ont débuté en juin 1998, sont situées dans la région d'Alligator Rivers.

Bien que le Gouvernement fédéral possède de l'uranium dans le Territoire du Nord et continue d'assumer sa responsabilité tant pour la gestion de l'environnement que pour la recherche qui s'y rapporte dans la région d'Alligator Rivers, c'est le Gouvernement du Territoire du Nord qui est responsable de la réglementation courante des activités minières. Les compétences des deux gouvernements découlent d'un ensemble de textes législatifs et d'accords passés entre eux afin de limiter le plus possible les incidences de l'exploitation minière sur l'environnement.

Le Bureau fédéral de l'expert à l'environnement (*Office of the Supervising Scientist – OSS*) a surveillé les aspects des activités d'extraction du minerai d'uranium intéressant l'environnement dans la région d'Alligator Rivers depuis le démarrage des travaux d'extraction dans les mines de Ranger et de Nabarlek au début des années 80. L'Expert à l'environnement, avec le concours de l'Institut de recherches écologiques relevant de l'Expert à l'environnement (*Environmental Research Institute of the Supervising Scientist – ERISS*), coordonne et supervise les mesures prises pour protéger l'environnement de la région d'Alligator Rivers des effets de l'exploitation minière et pour le remettre en état. L'OSS évalue le comportement des mines du point de vue de l'environnement, y compris les travaux de remise en état de la mine Nabarlek, par une procédure d'audits semestriels.

L'expert à l'environnement a régulièrement attesté, notamment dans son rapport annuel pour l'exercice s'achevant le 30 juin 1998, du niveau élevé de protection de l'environnement atteint dans la région d'Alligator Rivers et observé que les activités minières ont eu une incidence négligeable sur l'environnement alentour.

Jabiluka

Le gisement de Jabiluka est situé dans la concession minière adjacente à celle de Ranger et la société ERA préférerait la solution consistant à intégrer la mise en valeur de ce gisement aux activités existantes menées à Ranger. Elle propose de démarrer la production en 2001 pour la porter progressivement à environ 4 000 t d'U₃O₈ par an. Cette proposition a été soumise à la procédure conjointe de Déclaration d'incidences sur l'environnement au niveau fédéral et à celui du Territoire du Nord. Une déclaration d'incidences sur l'environnement a été diffusée pour commentaires de la part du public en octobre 1996 et la réponse, sous forme de supplément, est parue en juin 1997.

En août 1997, le Ministre fédéral de l'environnement a fait savoir au Ministre des ressources et de l'énergie que, d'après les éléments de preuve dont on dispose, il ne semblait pas y avoir de problème du point de vue de l'environnement susceptible d'empêcher l'ERA de mettre en œuvre à Jabiluka la solution ayant sa préférence. L'avis du Ministre de l'environnement était accompagné de plus de 70 recommandations à respecter dans le cadre du projet afin d'assurer la préservation des valeurs inscrites dans la Convention pour la protection du patrimoine mondial et dans la Convention de Ramsar relative aux zones humides, c'est à dire la protection de la flore et de la faune ainsi que du patrimoine culturel (y compris les sites sacrés). Le Ministre des ressources et de l'énergie a officiellement informé l'ERA de ses exigences relatives au projet, donnant ainsi pleinement effet aux recommandations du Ministre de l'environnement.

L'ERA continue de rechercher le consentement des propriétaires aborigènes pour mettre en œuvre la solution ayant sa préférence, à savoir traiter le minerai de Jabiluka à Ranger. Parallèlement, elle poursuit ses travaux concernant l'autre solution qui consiste à installer une usine de traitement autonome à Jabiluka.

En avril 1998, le Ministre de l'environnement a décidé qu'il fallait un Rapport public sur l'environnement concernant le projet d'usine à Jabiluka afin de compléter les informations déjà fournies dans le cadre de la précédente procédure d'évaluation des incidences sur l'environnement. L'évaluation du projet s'est achevée en août 1998 date à laquelle le Ministre de l'environnement a informé le Ministre des ressources et de l'énergie qu'il était possible de donner suite à la proposition de traiter le minerai à Jabiluka à condition que les résidus miniers soient en totalité remis sous terre. Le Ministre des ressources et de l'énergie a par la suite informé l'ERA qu'il souscrivait à l'avis du Ministre de l'Environnement, imposant des exigences supplémentaires liées à l'aménagement de l'usine proposée à Jabiluka.

Sur la base des autorisations qui lui avaient déjà été accordées en matière d'environnement, l'ERA a commencé les travaux de construction à Jabiluka, en juin 1998.

En juillet 1999, la Comité du patrimoine mondial de l'UNESCO se proposait d'examiner si l'aménagement du site Jabiluka était de nature à mettre « en danger » les valeurs du patrimoine mondial que représente le Parc national de Kakadu. Le Gouvernement australien ne reconnaît pas que le parc de Kakadu soit en danger et soutient qu'une évaluation objective de l'importante documentation disponible le démontre clairement. Le Comité du patrimoine mondial a décidé de ne pas mettre Kakadu dans la liste des « en danger ».

Australie méridionale

Olympic Dam

Le projet d'Olympic Dam est régi par la législation du Gouvernement de l'État d'Australie méridionale, et principalement par la Loi de 1982 relative à Roxby Downs (ratification de contrat) [*Roxby Downs (Indenture Ratification) Act*] telle que modifiée (Contrat bilatéral). Ce contrat impose à l'exploitant (WMC Ltd) de rédiger et d'appliquer un Programme de gestion de l'environnement qui doit être révisé et soumis au Gouvernement de l'État tous les trois ans pour approbation. Le nouveau plan a été approuvé pour trois ans à compter du 1er mars 1999. Ce document (Manuel de gestion de l'environnement) ainsi que les Programmes de gestion de l'environnement correspondants, de même que les rapports annuels soumis en application de ces programmes, sont tous des documents à la disposition du public.

En juillet 1996, la WMC Ltd a annoncé son intention de solliciter les autorisations requises en matière de réglementation et d'environnement pour agrandir son projet d'Olympic Dam en vue de produire 350 000 t/an de cuivre et de produits connexes (uranium, or et argent). La société a proposé de commencer par augmenter d'ici à 2001 la production de cuivre, de 85 000 à 200 000 t/an, et celle de sous-produits connexes (uranium, or et argent). La production d'uranium passerait de 1 700 à environ 4 600 t d' U_3O_8 par an. En février 1997, il a été annoncé que l'agrandissement serait accéléré pour atteindre le niveau de production prévu de 200 000 t de cuivre par an avant la fin de 1999.

Le projet d'agrandissement a fait l'objet d'une procédure conjointe d'évaluation de la Déclaration d'incidences sur l'environnement (DIE) par les autorités fédérales et le Gouvernement de l'État d'Australie méridionale. En mai 1997, une DIE a été diffusée pour commentaires de la part du public, les réponses étant publiées sous forme de supplément en octobre 1997. En décembre 1997, le Ministre fédéral de l'environnement a informé le Ministre des ressources et de l'énergie que, d'après les éléments de preuve disponibles, l'agrandissement semblait acceptable du point de l'environnement et il a formulé un certain nombre de recommandations pour faire en sorte que le projet se poursuive sous une stricte surveillance environnementale. En juin 1998, le Ministre des ressources et de l'énergie a officiellement informé la WMC de ses exigences visant l'agrandissement prévu, afin de mettre en vigueur les recommandations du Ministre de l'environnement.

La production d'Olympic Dam a été portée à 200 000 t de cuivre par an plus tôt que prévu, avant la fin du premier trimestre de 1999. On dispose pour ce projet des autorisations voulues du point de vue de l'environnement pour produire jusqu'à 350 000 t par an de cuivre (et une production connexe d'environ 7 700 t d' U_3O_8 par an) à condition qu'aucune modification notable ne soit apportée aux techniques utilisées. Il n'est cependant pas prévu à l'heure actuelle d'agrandissement destiné à porter la capacité de production au-delà des 200 000 t par an de cuivre.

De nouvelles modalités de consultation entre les autorités fédérales, les autorités de l'État et les collectivités locales ont aussi été mises en place en 1998 dans le but de faciliter des échanges mutuels efficaces d'informations relatives aux aspects environnementaux et aux questions connexes relatives au projet d'Olympic Dam. Il s'agit du Comité consultatif sur l'environnement d'Olympic Dam (*Olympic Dam Environment Consultative Committee – ODECC*) et du Forum consultatif de la population d'Olympic Dam (*Olympic Dam Community Consultative Forum – ODCCF*). L'ODECC comprend des représentants de la WMC, ainsi que des autorités de l'État d'Australie méridionale et du Gouvernement fédéral. L'ODCCF est constitué de représentants d'organismes de défense de l'environnement, des Aborigènes, du Comité de l'État sur les ressources en eau dans les régions arides (*State Arid Areas Water Resources*), des éleveurs de bétail, des habitants de Roxby Downs (agglomération construite spécialement pour le projet d'Olympic Dam) et de l'ODECC.

Beverley

La société *Heathgate Resources Pty Ltd (Heathgate)* prévoit d'exploiter une mine d'uranium par lixiviation in situ (LIS) à Beverley et de produire jusqu'à 1 000 t d' U_3O_8 par an à partir du milieu de l'an 2000. Le projet a fait l'objet d'une procédure conjointe d'évaluation de la DIE par les autorités fédérales et le gouvernement de l'État d'Australie méridionale. Une DIE a été diffusée pour commentaires de la part du public en juin 1998, les réponses ayant été publiées sous forme de supplément en septembre 1998.

En décembre 1998, le Ministre fédéral de l'environnement a informé le Ministre de l'industrie, des sciences et des ressources¹ que, d'après les éléments de preuve à sa disposition, la mine de Beverley était acceptable du point de vue de l'environnement à condition qu'elle soit exploitée sous une stricte surveillance environnementale. Toutefois, en ce qui concerne la proposition de la société consistant à évacuer les résidus liquides par réinjection dans l'aquifère de Beverley, le Ministre de l'Environnement a recommandé qu'aucune autorisation fédérale ne soit délivrée avant que la société Heathgate ne confirme que l'aquifère et les eaux souterraines environnantes sont totalement indépendants du point de vue hydraulique.

En mars 1999, après examen plus approfondi d'une étude et d'un rapport complémentaire par la Division de la science des sols et des eaux (*Land and Water Sciences Division*) du Bureau des sciences rurales, le Ministre fédéral de l'environnement a informé par écrit le Ministre de l'industrie, des sciences et des ressources qu'il était parvenu à la conclusion que la partie septentrionale de la séquence aquifère de Beverley est bien isolée des eaux souterraines environnantes et donc qu'elle se prête à l'injection de résidus liquides provenant de la mine de Beverley. En avril 1999, le Ministre de l'industrie, des sciences et des ressources a officiellement informé la société Heathgate de ses exigences visant l'aménagement de la mine de Beverley, qui traduisent les recommandations du Ministre de l'Environnement pour que la mine soit convenablement gérée et surveillée. La société Heathgate est notamment tenue d'établir un Plan de gestion et de surveillance de l'environnement et de le soumettre au gouvernement d'Australie méridionale pour examen et approbation.

Honeymoon

La société *Southern Cross Resources Australia Pty Ltd* projette d'aménager une mine d'uranium exploitée par LIS qui produira jusqu'à 1 000 t d' U_3O_8 par an. Le projet fait actuellement l'objet d'une procédure conjointe d'évaluation de la DIE par les autorités fédérales et le gouvernement d'Australie méridionale. Une DIE devrait être diffusée pour commentaires de la part du public vers la fin de 1999.

Australie occidentale

Une procédure conjointe d'évaluation de la DIE par les autorités fédérales et le gouvernement d'Australie occidentale a été engagée à la suite de la soumission en 1996 par la société *Canning Resources Pty Ltd* (filiale de *Rio Tinto Ltd*) d'un projet de mise en valeur du gisement d'uranium de Kintyre. Toutefois, en août 1997, la société Rio Tinto a annoncé que l'aménagement du site de Kintyre avait été mis en veilleuse en raison de la chute des prix de l'uranium et des retards pris par la reconnaissance des titres de propriété tribale.

1. À la suite de l'élection au niveau fédéral du 3 octobre 1998, les questions ayant trait aux ressources minérales et à l'énergie, y compris l'uranium, relèvent désormais de la compétence du Ministre de l'industrie, des sciences et des ressources.

POLITIQUES, STOCKS ET PRIX EN MATIÈRE D'URANIUM

Politiques nationales relatives à l'uranium

Aucune modification notable n'est intervenue au cours des deux dernières années. L'édition de 1997 du Livre rouge a donné une description des modifications apportées aux politiques à la suite de l'élection, en mars 1996, du gouvernement de coalition Libéral-National qui a été réélu en octobre 1998.

STOCKS D'URANIUM

En raison de leur caractère confidentiel, les informations sur les stocks des producteurs ne sont pas disponibles.

PRIX DE L'URANIUM

Les prix annuels moyens de l'uranium exporté d'Australie se sont établis comme suit :

1990	61,08 AUD/kg d'U
1991	71,01 AUD/kg d'U
1992	57,43 AUD/kg d'U
1993	60,28 AUD/kg d'U
1994	53,06 AUD/kg d'U
1995	55,74 AUD/kg d'U
1996	53,96 AUD/kg d'U
1997	48,93 AUD/kg d'U
1998	57,28 AUD/kg d'U

• Belgique •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Jusqu'en 1977, on n'a eu connaissance que de quelques indices d'uranium en Belgique. Ceux-ci étaient liés en général aux schistes noirs d'âge viséen supérieur-namurien dans le bassin de Dinant, et d'âge révinien dans le massif de Stavelot ou associés aux brèches de la craie du Viséen et du Frasnien dans le massif de Visé.

De 1977 à 1979, la prospection de l'uranium a connu un regain d'intérêt, qui s'est traduit par deux études, l'une sur les indices du massif de Visé et l'autre sur l'uranium contenu dans les phosphates crétacés du bassin de Mons.

De 1979 à 1981, la Communauté européenne et le Ministère des affaires économiques ont financé une reconnaissance générale des ressources en uranium dans les régions où affleure le Paléozoïque en Belgique. Le Service géologique a coordonné trois types de prospection sur une superficie d'environ 11 000 km² : levés radiométriques autoportés, exploration géochimique alluvionnaire et étude hydrochimique. Les universités belges de Mons, Louvain (UCL) et Bruxelles (ULB) ont été chargées des travaux. Le compte rendu général a été publié en 1983.

De 1981 à 1985, les recherches ont essentiellement été réalisées au laboratoire de Mons dans le but d'examiner l'environnement géologique des principales anomalies identifiées au cours de la prospection générale (Viséen-Namurien, Dévonien inférieur).

De 1985 à 1988, un programme de prospection financé par le Service des ressources souterraines (région wallonne) a débouché sur la découverte d'anomalies et de gisements (contenant plus de 1 % d'équivalent uranium en certains points) dans des formations de grès et de schistes du Dévonien inférieur et dans des formations superficielles en Haute-Ardenne.

Des activités de prospection stratégique et tactique de l'uranium ont été poursuivies dans le Dévonien inférieur des Ardennes belges et à partir d'indices uranifères isolés découverts au cours d'une prospection préliminaire autoportée. Le projet a été financé conjointement par la CEE et le Service géologique de Belgique, durant la période 1979-1982. Au cours de cette campagne, différentes méthodes géochimiques et géophysiques ont été appliquées (radon dans les eaux de source, radon souterrain, spectrométrie gamma) pour les indices découverts au cours de la seconde phase, et des fouilles et sondages à faible profondeur (environ 10 m). Le Service géologique a prélevé des carottes de sondage à plus grande profondeur et a mené des levés par diagraphie dans des trous de sondage, à l'échelon régional.

On estime actuellement qu'aucune des régions étudiées ne présente d'intérêt économique. Bien que de nombreux indices variés aient été découverts, les quantités d'uranium contenues dans les indices présentant une teneur supérieure à 100 ppm sont inférieures à une tonne.

On a également évalué la quantité d'uranium contenue dans les phosphates du Bassin de Mons et une nouvelle évaluation des ressources en P_2O_5 de ce bassin permet de fixer les ressources non classiques en uranium à environ 40 000 tonnes d'U. Ce chiffre comprend quelque 2 000 tonnes d'U renfermées dans des zones se prêtant à l'extraction des phosphates, bien que les concentrations soient inférieures à 10 % de P_2O_5 et à 100 ppm d'équivalent uranium.

RESSOURCES EN URANIUM

Il n'est fait mention d'aucun gisement important d'uranium en Belgique.

PRODUCTION D'URANIUM

La Belgique possède une capacité de production de 45 t d'U par an à partir de phosphates importés. Pour 1997 et 1998, il est fait état d'une production annuelle respectivement de 27 et 15 tonnes d'U. Aucune production n'est prévue en 1999. La société *Prayon-Rupel Technologies* (PRT) a décidé de cesser toute récupération d'uranium à partir de phosphates importés. L'installation sera décontaminée avant d'être démantelée.

Précisions techniques concernant le centre de production d'uranium

(au 1er janvier 1999)

	Centre n° 1
Dénomination du centre de production	PRT
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	Déclassement
Date de mise en service	1980
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement	Phosphates provenant du Maroc
Exploitation minière : • Type (CO/ST/in situ) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/an</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	Aucune
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/an</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	Procédé DEPA-TOPO 130 000 t de P_2O_5
Capacité nominale de production (<i>tonnes d'U/an</i>)	45
Projets d'agrandissement	Aucun

Structure de la propriété et emploi dans le secteur l'uranium

Depuis l'édition de 1997 du Livre rouge, il n'y a pas eu de changement dans la structure de la propriété de la production d'uranium, ni dans l'emploi dans ce secteur. La capacité de production d'uranium de 45 tonnes d'U appartient à 100 % à une société privée, la PRT.

Production future

On ne prévoit pas de nouvelles capacités de production en Belgique d'ici à 2015.

BESOINS EN URANIUM

La puissance nucléaire installée nette en Belgique est de 5 713 MWe (nets) et la demande d'uranium associée, 1 050 tonnes d'U par an, ne devrait pas changer d'ici à 2015.

En 1990, les trois plus grandes compagnies privées d'électricité belges ont fusionné pour former une seule compagnie d'électricité privée dénommée *Electrabel*. *Synatom* est la société belge chargée par *Electrabel* de la gestion du cycle du combustible nucléaire des sept réacteurs commerciaux. Jusqu'en 1994, *Synatom* était une société détenue à part égales par le secteur privé, représenté par *Electrabel*, et par le secteur public, représenté par la *Société nationale d'investissement* (SNI). En 1993, l'État belge a décidé de privatiser la SNI et de vendre à *Tractebel*, qui est la société mère d'*Electrabel*, les parts détenues par la SNI dans le secteur énergétique, y compris *Synatom*. L'État belge a gardé une part lui conférant un droit de veto sur toute décision qui ne serait pas conforme à la politique énergétique du gouvernement.

STOCKS D'URANIUM

Synatom détient un stock stratégique d'uranium correspondant à deux ans de fonctionnement des centrales. Ces réserves sont constituées d' U_3O_8 , d' UF_6 naturel et d' UF_6 enrichi.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

À la fin de 1993, le Parlement belge a tenu un débat approfondi sur la partie terminale du cycle du combustible et a voté une résolution approuvant la poursuite du contrat de retraitement passé en 1978 par *Synatom* à la *Cogéma*. Ceci permet de recycler les quantités de plutonium produites sous forme de combustible MOX utilisé dans les centrales de Doel-3 et Tihange-2, ce qui réduira la demande annuelle d'uranium naturel d'environ 4 % au cours des prochaines années.

PRIX DE L'URANIUM

Aucune information sur les prix de l'uranium n'est disponible pour des raisons de confidentialité.

• Brésil •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DES MINES

Historique

C'est en 1952 que le Conseil national de la recherche du Brésil a entrepris la prospection systématique des minéraux radioactifs. On trouvera dans l'édition de 1997 du Livre rouge davantage de détails sur l'histoire de la prospection de l'uranium dans ce pays.

À la suite de la réorganisation du programme nucléaire brésilien en 1988, les activités dans le secteur de l'uranium ont été confiées à un organisme spécial dénommé *Urânio do Brasil S.A.*, qui est une filiale de *Indústrias Nucleares do Brasil (INB)*, holding chargé de toutes les activités liées au cycle du combustible nucléaire. Depuis 1991, il a été mis fin à toutes les activités de prospection de l'uranium. Entre la création de *Nuclebrás* en 1974 et 1991, les dépenses totales consacrées à la prospection de l'uranium se sont élevées à environ 189 millions de USD. Par suite d'une nouvelle restructuration en 1994, *Urânio do Brasil S.A.* a été dissoute et ses activités ont été transférées à l'INB.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

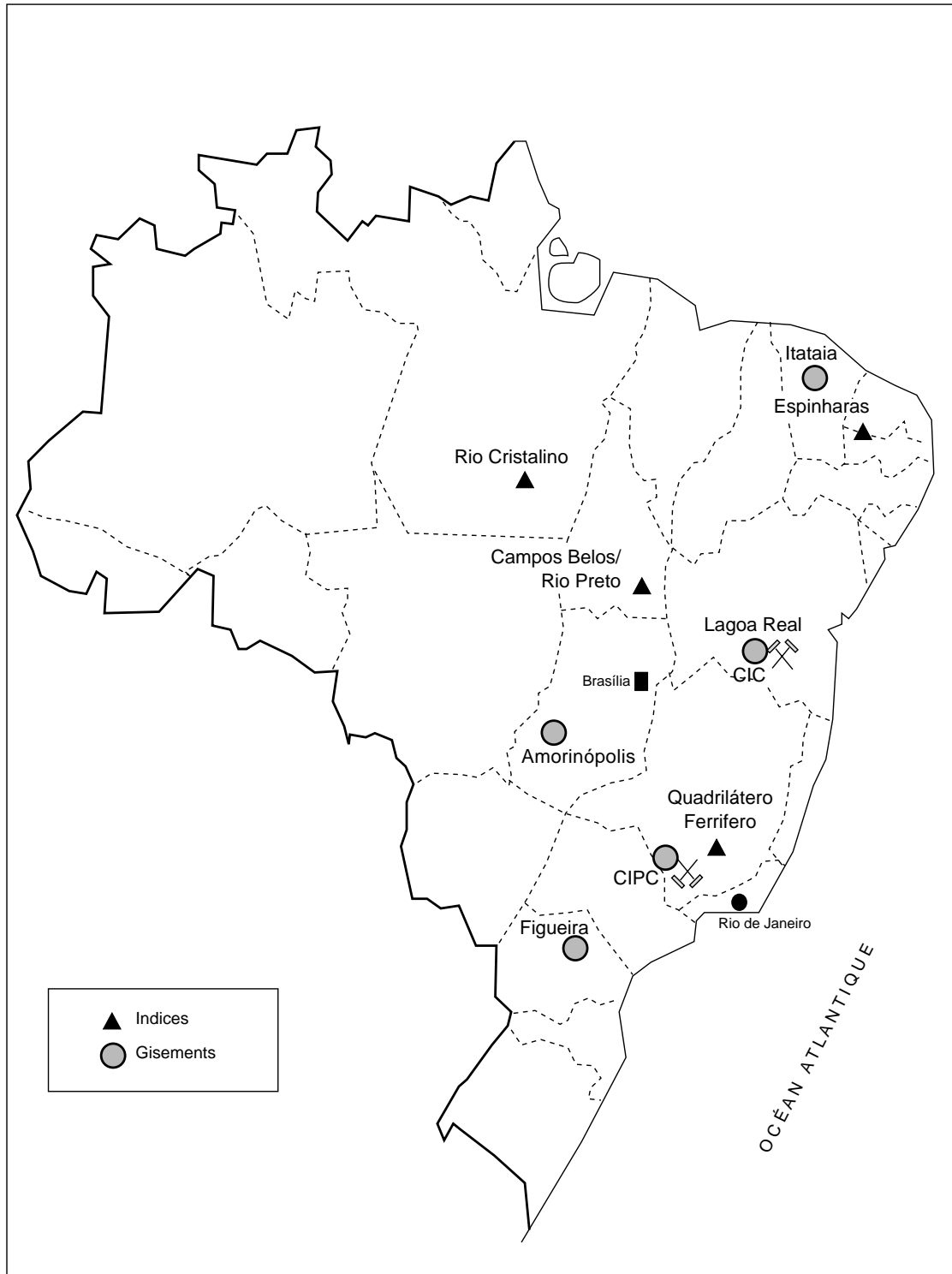
Les études de faisabilité relatives au projet d'exploitation minière de Lagoa Real, menées en 1995 et 1996, ont abouti à la décision d'entreprendre la production. Le démarrage des travaux d'aménagement de Lagoa Real a été retardé et reporté à 1999. Les dépenses de prospection prévues par l'INB pour 1999 sont estimées à environ 500 000 BRL, soit 414 000 USD.

RESSOURCES EN URANIUM

Les ressources classiques en uranium du Brésil, tant connues que non découvertes, sont renfermées dans les gisements suivants :

- Poços de Caldas (mine d'Osamu Utsumi), comportant les corps minéralisés A, B, E et Agostinho (gisements de type remplissage de cheminées bréchiques) ;
- Figueira et Amarinópolis (grès) ;
- Itataia, y compris les gisements contigus d'Alcantil et de Serrotes Baixos (gisements métasomatiques) ;
- Lagoa Real, Espinharas et Campos Belos (gisements métasomatiques [albitiques]) ;
- autres gisements, notamment celui du Quadrilátero Ferrífero renfermant les gisements de Gandarela et de Serra des Gaivotas (conglomérats à galets de quartz).

Gisements et indices uranifères au Brésil



Ressources classiques connues en uranium (RRA et RSE-I)

Les ressources classiques connues du Brésil ont été estimées avant 1992. Au 1er janvier 1999, les RRA et les RSE-I du Brésil s'élevaient à un total de 262 000 t d'U dans la catégorie des ressources in situ récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U. Ces chiffres n'ont pas changé depuis la dernière édition du Livre rouge.

Ressources raisonnablement assurées*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
56 100	162 000	162 000

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	100 200	100 200

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les estimations relatives aux ressources non découvertes sont résumées dans les tableaux suivants.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	120 000	120 000

Ressources spéculatives*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		Total
< 130 \$/kg d'U	Non spécifiée	500 000
0	500 000	

* S'agissant de ressources in situ.

PRODUCTION D'URANIUM

L'installation de production d'uranium de Poços de Caldas, dont la capacité nominale est de 360 t d'U par an, est entrée en service en 1981. Elle a appartenu à la société d'État *Nuclebrás* jusqu'à la restructuration des activités nucléaires du Brésil, en 1988, date à laquelle *Nuclebrás* a été dissoute et ses actifs transférés à *Urânio do Brasil S.A.* Depuis que cette dernière a été à son tour dissoute, en 1994, la production d'uranium est contrôlée à 100 % par la société d'État *Indústrias Nucleares do Brasil*.

Entre 1990 et 1992, le centre de production de Poços de Caldas a été maintenu en réserve en raison de la hausse des coûts de production et de la réduction de la demande. La production a redémarré à la fin de 1993 et s'est poursuivie jusqu'en octobre 1995. Après deux ans de mise en réserve, le centre de Poços de Caldas a été fermé en 1997 et un programme de déclassement a été lancé en 1998.

Évolution de la production d'uranium

(tonnes d'U contenu dans des concentrés)

Méthode de production	Avant 1996	1996	1997	1998	Total jusqu'à la fin de 1998	Prévisions 1999
Exploitation classique :						
• À ciel ouvert	1 030	0	0	0	1 030	150

État de la capacité théorique de production

Le centre de production de Poços de Caldas a été fermé en 1997 et la production devrait démarrer à Lagoa Real en 1999.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La propriété du secteur des mines d'uranium du Brésil est à 100 % entre les mains du Gouvernement représenté par la société d'État, *Indústrias Nucleares do Brasil*. Celle-ci contrôlait aussi le centre de Poços de Caldas, dénommée *Complexo Minerio-Indústrial do Planalta de Poços de Caldas (CIPC)*. Les données relatives à la structure de la propriété des centres de production commandés et prévus ne sont pas disponibles.

Emploi dans le secteur de l'uranium

De 1988 à 1998, la société CIPC a réduit ses effectifs d'environ 70 %. On s'attend que les effectifs augmentent en 1999 afin de doter en personnel le projet de Lagoa Real.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1996	1997	1998	Prévisions 1999
305	280	180	380

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

Dénomination du centre de production	Poços de Caldas	Lagoa Real	Itataia
Catégorie de centre de production	Existant	Commandé	Prévu
Stade d'exploitation	Fermé	Pré-opérationnel	Étude de faisabilité
Date de mise en service	1981	1999	n.d.
Source de minerai : • Nom des gisements • Types de gisements	Mine de Cercado En remplissage de cheminées bréchiqes	Cachoeira Métagmatiques	Itataia Phosphorite
Exploitation minière : • Type (CO/ST/in situ) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)		CO/ST 1 000 90	CO n.d. 50
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/ES 2 500 80	LET/ES 1 000 80	Flot./LA/ES n.d. 70
Capacité nominale de production (<i>tonnes d'U/an</i>)	360	250	325
Projets d'agrandissement	Aucun	Oui	n.d.
Autres remarques	Fermé en 1997	Démarrage en 1999	Co-produit

Centres de production futurs

Le démarrage de la production au centre de Lagoa Real est prévu en 1999. Le gisement a été découvert en 1977 et ses ressources connues sont estimées à 85 000 t d'U dans la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U. Le minerai sera exploité par des méthodes d'extraction à ciel ouvert d'abord à partir de l'Anomalie n° 13, désormais dénommée mine de Cachoeira. L'uranium sera extrait par lixiviation en tas par voie acide. Il est fait état de coûts en capital de 23 millions de USD. Au démarrage, le centre aura une capacité théorique de production de 250 t d'U par an, et il est projeté de la porter à 430 t d'U par an.

Capacité théorique de production à court terme

(tonnes d'U/an)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
150	150	–	–	250	250	–	–	250	250	–	–

2005				2010				2015			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
250	575	–	–	250	575	–	–	250	575	–	–

Dans le centre de production prévu d'Itataia, l'uranium serait récupéré comme co-produit du phosphate à partir d'épisyénites renfermant de l'apatite et de la collophanite. La mise en valeur de l'uranium et des phosphates du projet d'Itataia dépendra de nombreux facteurs, notamment des débouchés s'offrant à ces deux produits. La date du démarrage de la production n'a pas encore été fixée. Le tableau suivant indique les projections de capacité théorique de production jusqu'en 2015.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Les principaux problèmes d'environnement auxquels le secteur de production d'uranium doit faire face actuellement comprennent la surveillance du centre de Poços de Caldas depuis sa fermeture et la préparation du déclassement de la mine et de l'usine de traitement qui forment le complexe. En outre, une évaluation des incidences sur l'environnement du centre de production de Lagoa Real a déjà été établie.

On trouvera ci-après une analyse de la procédure d'autorisation concernant le centre d'exploitation minière et de traitement de l'uranium de Lagoa Real. L'accent est mis principalement sur les aspects du projet liés à la radioprotection et à la protection de l'environnement. Depuis le début, tous les travaux de planification visant ce centre dénommé *Complexo Minero Industrial de Caetité/Lagoa Real (CIC)* visent à faire en sorte que les systèmes spécifiques de traitement et d'évacuation des effluents soient conformes aux normes et règlements nationaux et internationaux.

La Commission nationale de l'énergie nucléaire (*Comissao Nacional de Energia Nuclear (CNEN)*), l'Institut brésilien des ressources naturelles et de l'environnement (*Instituto Brasileiro de Recursos Naturais Renovaveis e Meio Ambiente – IBAMA*) et le Conseil des ressources environnementales de l'État de Bahia (*CRA/BA*) sont les autorités chargées de délivrer les autorisations relatives au CIC. Dans une première étape, l'INB a soumis à l'IBAMA, au CRA/BA et aux autorités municipales du district de Caetité, l'étude d'impact sur l'environnement requise ou le rapport relatif aux incidences sur l'environnement correspondant. Le rapport final de sûreté doit être soumis à la CNEN.

Les démarches supplémentaires suivantes ont été engagées par l'INB en vue de solliciter l'autorisation d'exploiter le complexe mine/usine de traitement de l'uranium :

- 1989 L'étude de référence visant l'environnement, définie par les trois organismes (IBAMA, CNEN et CRA), a été entreprise et a porté sur une superficie de 100 km² autour du site ;
- 1995 L'INB a pris la décision de construire le projet de Lagoa Real pour un coût estimé équivalant à 20 millions de USD ;
- 1997 L'INB a soumis à la CNEN et à l'IBAMA l'Étude d'impact sur l'environnement et le Rapport relatif aux incidences sur l'environnement requis ;

À la suite de l'examen de l'Étude et du Rapport, l'IBAMA a organisé une audition publique dans la ville de Caetité en vue de commenter l'Étude et le RAPPORT. Environ 1 000 personnes de Caetité, de Lagoa Real et d'autres localités situées dans un rayon de 100 km ont pris part à l'audition publique, au cours de laquelle le projet a été approuvé.

L'IBAMA a délivré à l'INB une autorisation préliminaire. Si ce document n'autorisait pas l'INB à engager la phase de construction, il reconnaissait cependant que le demandeur s'était conformé à d'importantes exigences de la procédure d'autorisation.

1998 L'IBAMA et la CNEN ont délivré le permis de construire du complexe mine/usine de traitement.

Pendant cette période, l'INB a aussi soumis le Rapport sur le site requis de même que le Rapport préliminaire d'analyse de sûreté, et sollicité le Permis d'exploitation minière. Dès lors que ce permis est délivré, l'exploitation peut démarrer.

1999 La construction de la mine, de l'usine de traitement et du bassin de retenue des résidus a débuté en juin.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins actuels en uranium du Brésil pour la centrale nucléaire Angra I, équipée d'un REP de 630 MWe, sont d'environ 120 tonnes d'U/an. Avec l'achèvement et le démarrage de la tranche Angra II, qui est un REP d'une puissance de 1 245 MWe, les besoins en uranium augmenteront de 250 t d'U/an, au-delà du premier cœur qui exigera 560 t d'U. La tranche Angra II devrait être achevée en 1999

En outre, une troisième centrale nucléaire, dénommée Angra III, qui est du même type et de la même puissance qu'Angra II, devrait entrer en service vers 2004.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005	2010	2015	
					Hypothèse basse	Hypothèse haute
630	1 875	1 875	3 120	3 120	n.d.	n.d.

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
120	310	450	420	1 040	470	810	470	810

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Après avoir achevé la construction du projet de Lagoa Real sera construit et l'avoir mis en service avec succès, l'INB concentrera ses efforts sur l'aménagement des gisements d'Itaia qui renferment la ressource uranifère la plus importante du Brésil. Toutefois, comme l'uranium serait produit comme sous-produit du phosphate, les aspects économiques du projet dépendent surtout du marché des phosphates.

Par l'intermédiaire de l'INB, le Brésil est prêt à étudier la possibilité de participer à des projets conjoints avec des partenaires nationaux et internationaux. À l'heure actuelle, le gisement de Rio Cristalino fait l'objet d'une évaluation par des producteurs internationaux d'uranium, qui pourraient envisager de conclure un accord de coopération avec l'INB.

STOCKS D'URANIUM

Aucune information actuelle n'est disponible sur les stocks d'uranium.

• Canada •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Au Canada, la prospection de l'uranium a débuté en 1942 ; elle s'est déroulée en plusieurs phases distinctes, d'abord dans le secteur du Grand lac de l'Ours (Territoires du Nord-Ouest), puis dans les régions de Beaverlodge (Saskatchewan), de Blind River et d'Elliot Lake (Ontario) et enfin, vers la fin des années 60, dans le bassin d'Athabasca (Saskatchewan). Ces deux dernières régions, qui se sont révélées les plus favorables au Canada, ont fourni la totalité de l'uranium produit dans ce pays jusqu'à ce que la mine Stanleigh ferme à la fin de juin 1996. Après cette fermeture, qui mettait fin à plus de 40 ans de production d'uranium dans la région d'Elliot Lake (Ontario), la Saskatchewan est devenue la seule province productrice d'uranium au Canada.

Activités récentes et en cours

Comme les années précédentes, les activités de prospection de l'uranium ont été concentrées dans les régions favorables à la formation de gisements associés aux discordances du Protérozoïque, surtout dans le bassin d'Athabasca (Saskatchewan), mais aussi dans le bassin de Thelon (Territoires du Nord-Ouest).

En 1998, l'ensemble des dépenses canadiennes de prospection de l'uranium a atteint 60 millions de CAD (sauf indication contraire, la seule devise utilisée dans la présente section est le dollar canadien), alors que les activités de forage de prospection de l'uranium et les travaux de sondage en surface représentaient près 95 000 m, chiffre en baisse par rapport aux 104 500 m notifiés en 1997. Comme durant les dernières années, les dépenses globales de prospection sont en majeure partie imputables à des travaux avancés de prospection de l'uranium, aux activités d'évaluation des gisements, ainsi qu'aux dépenses de maintenance et de surveillance relatives aux projets en attente

d'autorisation de mise en production dans la Saskatchewan. Les dépenses de prospection de base devraient donc atteindre 25 millions de CAD en 1998, en légère baisse par rapport aux 27 millions de CAD indiqués en 1997. Ces dernières années, le nombre de sociétés menant d'importants programmes de prospection au Canada s'est réduit.

En 1997 et 1998, plus de 90 % des travaux combinés de prospection et de forage en surface ont été réalisés en Saskatchewan. En 1999, l'ensemble des forages de prospection de l'uranium ne devrait pas dépasser 70 000 m.

Les trois principaux exploitants, qui ont dépensé la quasi-totalité des 60 millions de CAD engagés, sont : Cameco Corporation, Cigar Lake Mining Corporation et Cogéma Resources Inc. Les dépenses de la Cogéma comprennent celles de la société Urangesellschaft Canada Limited.

La prospection de l'uranium se poursuit principalement dans les mêmes régions qu'au cours des années précédentes, avec des levés géophysiques et géochimiques et des travaux de forage en surface axés sur le prolongement des zones minéralisées, ainsi que sur des cibles plus profondes situées dans la partie peu explorée du bassin d'Athabasca (Saskatchewan). De même, dans les Territoires du Nord-Ouest, des travaux ont été exécutés le long de la formation Kiggavik, ainsi que de la bordure occidentale et de la partie nord-est du bassin de Thelon. Les recherches géologiques et les travaux de prospection de base se poursuivent dans la zone magmatique de Great Bear (Territoires du Nord-Ouest) et dans la partie ouest du bassin d'Athabasca (Alberta).

Dépenses de prospection et de développement et activités de forage sur le territoire national

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé (<i>millions de CAD</i>)	17	27	25	16
Dépenses du secteur public (<i>millions de CAD</i>)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Total partiel des dépenses de prospection	17	27	25	16
Total partiel des dépenses d'aménagement	22	31	35	30
Total des dépenses :				
(<i>millions de CAD</i>)	39	58	60	46
(<i>millions de dollars des États-Unis</i>)	28,5	42	41,1	30
Sondages superficiels exécutés par le secteur privé (<i>mètres</i>)	79 000	104 000	89 000	67 000
Total partiel des sondages de développement (<i>mètres</i>)	n.d.	500	6 000	2 000
Total des sondages (<i>mètres</i>)	79 000	104 500	95 000	69 000

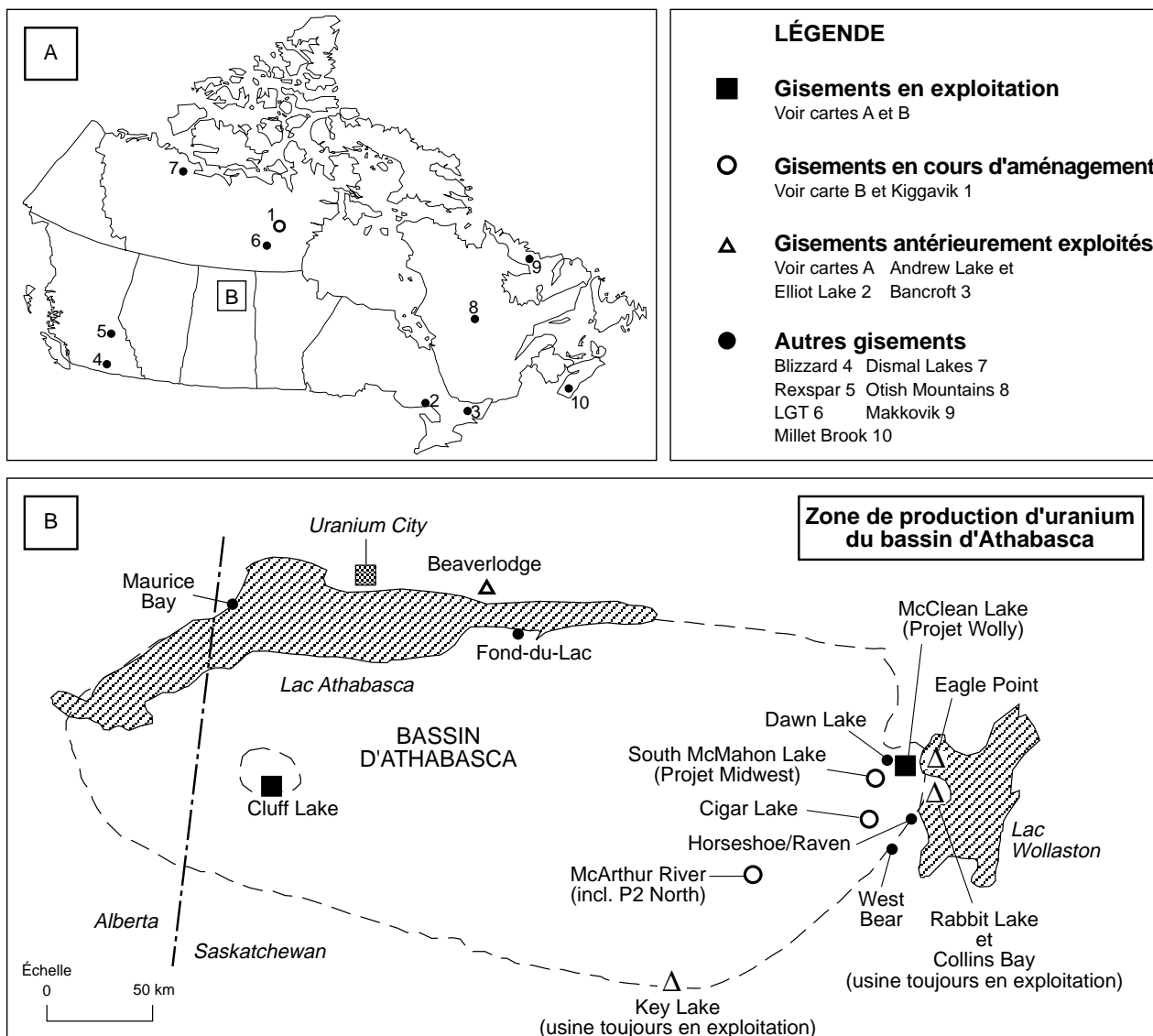
RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les estimations au 1er janvier 1999 des ressources canadiennes connues en uranium récupérables à un coût inférieur ou égal à 80 \$/kg d'U ont augmenté s'établissant à environ 433 000 t d'U contre

419 000 t d'U, au 1er janvier 1998. Cette révision en hausse de quelque 2,5 % est surtout imputable à l'augmentation des ressources de McArthur River. Au 1er janvier 1999, les ressources en uranium récupérables à un coût inférieur ou égal à 40 \$/kg d'U s'élevaient à environ 372 000 t d'U.

Gisements d'uranium du Canada



Source : Division de l'uranium et des déchets radioactifs, NRCan.

La majeure partie des ressources canadiennes connues en uranium se trouvent dans les gîtes liés aux discordances du Protérozoïque du bassin d'Athabasca (Saskatchewan) et du bassin de Thelon (Territoires du Nord-Ouest). La minéralisation d'uranium dans ces gîtes se trouve à la limite des discordances ou au-dessus et/ou au-dessous de cette limite, dans des associations minéralogiques monométalliques ou polymétalliques. La pechblende domine dans les gisements monométalliques, tandis que les associations uranium-nickel-cobalt sont prépondérantes dans les gisements polymétalliques. Les teneurs moyennes en uranium varient de moins de 1 % à 2-5 %, bien qu'elles dépassent 10 % dans certaines parties de gisements.

Aucune des ressources en uranium mentionnées ou quantifiées dans le présent rapport n'est associée à la production de co-produits ou de sous-produits de tout autre minéral d'importance économique.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

L'évaluation au 1er janvier 1999 est identique à celle du 1er janvier 1997 en ce qui concerne les tonnages de RSE-II et de RS. Les travaux de prospection se poursuivent dans les secteurs favorables à la découverte de ressources en uranium dans le bassin d'Athabasca (Saskatchewan) et dans le bassin de Thelon (Territoires du Nord-Ouest), où des gisements associés aux discordances du Protérozoïque sont les plus susceptibles de se trouver. Ces travaux ont donné des résultats positifs dans l'est du bassin d'Athabasca, ainsi que le long de la formation Kiggavik (Territoires du Nord-Ouest), où des découvertes ont été faites dans des secteurs où des estimations préalables avaient indiqué des ressources pronostiquées (RSE-II).

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Les débuts de l'industrie canadienne de l'uranium remontent à 1930, année de la découverte du gisement de pechblende de Port Radium (Territoires du Nord-Ouest). Ce gisement a été exploité pour son radium de 1933 à 1940, puis remis en exploitation en 1942 afin de répondre à la demande d'uranium générée par les programmes de défense britannique et américain. L'interdit frappant les travaux de prospection et de mise en valeur par des intérêts privés a été levé en 1947. À la fin des années 50, une vingtaine de centres de production d'uranium étaient en activité dans cinq districts différents. La production a atteint un niveau record en 1959 (12 200 t d'U), après quoi elle a commencé à diminuer en l'absence de nouveaux contrats d'approvisionnement pour la défense.

Évolution de la production d'uranium

	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	Prévisions 1999
Méthode d'exploitation minière	<i>(tonnes d'U contenues dans le minerai)</i>					
Exploitation classique						
• À ciel ouvert	n.d.	6 528*	9 266*	7 637*	n.d.	3 250
• En souterrain	n.d.	5 178*	2 765*	3 285*	n.d.	5 250
TOTAL	286 967**	11 706**	12 031	10 922	321 626	330 126

* Répartition estimée entre exploitation à ciel ouvert et exploitation souterraine.

** Production primaire. En 1996, 48 t d'U supplémentaires ont été récupérées à partir des sous-produits de l'installation de raffinage et de conversion de la Cameco. Depuis la fermeture de la mine Stanleigh de Rio Algom, à Elliot Lake, au milieu de 1996, les sous-produits des installations de raffinage et de conversion de la Cameco ne sont plus traités au Canada.

Malgré les programmes de constitution de réserves du gouvernement, la production a chuté rapidement, jusqu'à moins de 3 000 t d'U en 1966, date à laquelle il ne subsistait plus que quatre producteurs. Bien que les premières ventes commerciales d'uranium à des compagnies d'électricité aient été conclues en 1966, il a fallu attendre le milieu des années 70 pour que les prix et la demande aient suffisamment augmenté pour stimuler la reprise des travaux de prospection et de mise en valeur. À la fin des années 70, la situation de l'industrie s'était complètement rétablie et plusieurs nouvelles installations étaient en cours d'aménagement. La production a régulièrement augmenté pendant les années 80, au cours desquelles on a assisté à un transfert d'est en ouest de la majeure partie de la production canadienne d'uranium. Au début des années 90, la faiblesse des marchés et des prix a conduit à la fermeture de trois des quatre centres de production d'uranium de l'Ontario. Le dernier centre de production de cette province a fermé au milieu de 1996.

État de la capacité théorique de production

Aperçu général

La capacité théorique de production des installations canadiennes existantes a baissé au début des années 1990, en raison de la fermeture de plusieurs installations à Elliot Lake. Toutefois, l'accroissement de la production en Saskatchewan au milieu des années 90, surtout dans les exploitations minières de Rabbit Lake et de Cluff Lake, a permis à la capacité théorique de production de retrouver les niveaux de la fin des années 80. La production canadienne demeure en deçà de sa pleine capacité théorique. Les producteurs canadiens ont annoncé des réductions de production en 1999, face à la faiblesse des prix sur le marché de l'uranium et en vue de faciliter le démarrage des nouvelles mines d'uranium à forte teneur qui sont prêtes à être exploitées. En conséquence, la production canadienne qui dépassait 12 000 t d'U, en 1997, est tombée à 10 922 t d'U en 1998 et l'on peut s'attendre à ce qu'elle chute en dessous de 9 000 t d'U en 1999, avant de revenir à des niveaux plus proches de sa pleine capacité théorique.

Saskatchewan

Cameco contrôle à 100 % et exploite seule le centre de production de Rabbit Lake qui a produit 4 491 t d'U en 1998, volume légèrement en baisse par rapport au niveau de 4 633 t d'U enregistré en 1997. En octobre 1998, la Commission de contrôle de l'énergie atomique (CCEA) a renouvelé pour deux ans le permis d'exploitation de Rabbit Lake. Les activités minières à la mine souterraine d'Eagle Point de Rabbit Lake ont été suspendues en mars 1999, dans le cadre des réductions de production décidées par la Cameco.

L'usine de traitement de Rabbit Lake, qui devait fermer au début de la prochaine décennie, demeurera probablement en exploitation pendant 15 ans de plus, Cameco ayant l'intention de traiter une partie du minerai de Cigar Lake à l'usine de Rabbit Lake. Au début de 1999, cette société a entrepris une évaluation environnementale de ce projet. En attendant l'arrivée du minerai provenant de la mine de Cigar Lake, au cours de 2002, l'usine de Rabbit Lake traitera les stocks de minerai et ne fonctionnera qu'à la moitié de sa capacité.

Le centre de production de Key Lake est une co-entreprise exploitée par la société Cameco. En 1998, le traitement des stocks de minerai provenant du gîte Deilmann a produit 5 392 t d'U, chiffre en baisse légère par rapport à la production de 5 434 t d'U en 1997. Le 6 novembre 1998, la CCEA a

modifié le permis d'exploitation de Key Lake pour autoriser la transformation de l'installation de gestion des résidus miniers du gîte Deilmann accumulés dans la mine à ciel ouvert en dépôt de type sous eau et la construction d'installations de réception et de mélange pour traiter le minerai de la mine de McArthur River. Une fermeture prolongée de l'usine de traitement de Key Lake, à partir de juillet 1999, est nécessaire pour parachever la construction de ces installations. L'usine de Key Lake devait être remise en service au cours du dernier trimestre de 1999 et traiter le minerai à forte teneur en uranium de la mine de McArthur River.

La Corporation Cameco est l'exploitant de la co-entreprise de McArthur River où la construction se déroule conformément au budget et au calendrier prévus. La mine de McArthur River devrait entrer en exploitation au cours du dernier trimestre de 1999. Le 29 mai 1998, la CCEA a modifié le permis de construire de McArthur River pour autoriser la fabrication et la mise en place d'un système souterrain de récupération et de traitement du minerai ainsi que des installations de manutention du minerai en surface. La demande d'autorisation d'exploitation soumise par la Cameco pour la mine de McArthur River a fait l'objet d'un examen initial de la part la CCEA lors de sa réunion du 19 mai 1999.

Le 4 février 1999, la Cameco a annoncé que les réserves de McArthur River avaient augmenté de 35 % pour atteindre 98 000 t d'U. Les réserves et les ressources de McArthur River s'établissent désormais au total à 185 000 t d'U, la teneur moyenne étant de 12 %.

Au début de 1998, la mine de Cigar Lake, co-entreprise exploitée par la société Cigar Lake Mining Corporation, a franchi le cap de la procédure de l'évaluation environnementale. La mise à l'essai du matériel minier et des techniques d'exploitation minière s'est poursuivie comme prévu tout au long de l'année. La mise en production de la mine est programmée pour les derniers mois de 2002.

La société Cogéma Resources Inc. (CRI) contrôle à 100 % et exploite seule le centre de production d'uranium de Cluff Lake. L'exploitation à ciel ouvert du prolongement sud du corps minéralisé Dominique-Janine s'est achevée en juillet 1997 et toutes les activités minières ont eu lieu en souterrain en 1998 (corps minéralisés Dominique-Peter et Dominique-Janine). En 1998, la production s'est élevée à 1 039 t d'U, soit environ la moitié de la production de 1997. Cette chute brutale est pour une part imputable au ralentissement de la cadence de production rendu nécessaire pour éviter d'atteindre la saturation dans le domaine de la gestion des résidus.

Le 20 août 1998, la CRI a annoncé qu'en 2000 elle suspendra pour une durée indéterminée l'exploitation à Cluff Lake, en raison de la faiblesse des prix sur le marché et de l'insuffisance des réserves locales disponibles pour justifier les investissements requis pour la construction de la nouvelle installation de gestion des résidus nécessaire en 2001. Toutefois, la CRI a indiqué qu'elle mènera un programme dynamique de prospection dans le secteur de Cluff Lake et qu'elle pourrait redémarrer le centre, à condition que des réserves suffisantes soient découvertes et que les conditions du marché s'améliorent.

Le 18 décembre 1998, la CCEA a renouvelé le permis d'exploitation de Cluff Lake pour deux ans. Le 30 juin 1999, la CRI a soumis à la CCEA un plan détaillé de déclassement qui fait actuellement l'objet d'une évaluation environnementale.

Le centre de McClean Lake, qui est une co-entreprise exploitée par la CRI, a été mis en production en juillet 1999. La construction de l'usine de traitement est achevée depuis la fin de 1997, mais la production a été retardée par suite de délais dans la délivrance du permis. Le 14 août 1998, la CCEA a modifié le permis d'exploitation de McClean Lake afin de permettre l'exécution des travaux d'aménagement prescrits pour convertir la mine à ciel ouvert épuisée de JEB en installation de gestion

des résidus. La construction a été interrompue à deux reprises au cours de l'automne 1998 à cause de problèmes dus aux matériaux utilisés dans le système de drainage à filtre. Ces problèmes ont été résolus au début de 1999. La CCEA a modifié le permis d'exploitation de McClean Lake à deux reprises : d'abord le 25 mars 1999, afin de permettre d'achever la construction de l'installation de gestion des résidus, puis le 18 juin 1999, pour autoriser le traitement du minerai entreposé. La production a démarré peu après.

L'extraction des stériles de la mine à ciel ouvert Sue C de McClean Lake a cessé à la fin de 1998. Comme la CRI ne disposait pas à ce moment-là du permis nécessaire pour traiter le minerai, elle a mis à pied 45 % de ses effectifs à McClean Lake au début de janvier 1999. Lorsque que la construction de l'installation de gestion des résidus a repris, la CRI a rappelé bon nombre de travailleurs du chantier de construction et de l'usine. Le 19 août 1999, la CRI a obtenu l'examen du dossier visant à modifier le permis d'exploitation de McClean Lake afin de démarrer l'exploitation minière du gisement Sue C.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En avril 1998, la structure des sociétés exploitant des mines d'uranium au Canada a été modifiée de façon sensible lorsque la Cameco a annoncé qu'elle avait conclu un accord de principe visant l'acquisition des deux filiales de la société allemande Uranerzbergbau GmbH (UEB), à savoir Uranerz Exploration and Mining Limited et Uranerz USA Inc. Après que la transaction ait été approuvée par les organismes de réglementation antitrust canadiens, allemands et américains, l'acquisition a été parachevée le 11 août 1998 pour un montant global de 489 millions de CAD. Cette acquisition a renforcé la position de la Cameco en tant que premier producteur mondial d'uranium, augmentant de 30 % environ les réserves, les ressources et les niveaux de production d'uranium de la société. Les principaux actifs canadiens acquis par la Cameco ont inclus une participation de 33,33 % dans les mines d'uranium de Key Lake et de Rabbit Lake, de 27,92 % dans la mine de McArthur River et de 20 % dans la mine de Midwest.

Le 27 avril 1999, la Cameco et la CRI ont acquis la participation de 2 % sans droit de vote de la KEPCO (Korea Electric Power Corp.) dans la co-entreprise d'uranium de Cigar Lake pour une somme qui n'a pas été dévoilée. Le 5 mai 1999, la Cameco a cédé certains de ses intérêts dans le secteur de l'uranium en Saskatchewan (17 % de l'usine de traitement de Key Lake, 14 % de la mine de McArthur River et, sous réserve d'un droit de préemption, 20 % de la mine de Midwest) à la CRI pour un montant total de 250 millions de CAD. Le 25 août 1999, Denison Mines Ltd. a annoncé qu'elle avait exercé son droit de préemption pour acquérir une participation supplémentaire de 5,17 % dans le capital de Midwest.

À la suite de ces transactions, la Cameco conserve une participation de 83,33 % dans la mine de Key Lake, 69,805 % dans le projet de McArthur River et de 50,025 % dans le projet de Cigar Lake. La CRI, pour sa part, conserve une participation de 16,67 % dans le capital de Key Lake, de 30,195 % dans celui de McArthur River, de 37,1 % dans celui de Cigar Lake et de 70,83 % dans celui de Midwest. Denison Mines Ltd. et OURD (Canada) Co. Ltd. (filiale de la société japonaise Overseas Uranium Resources Development Corporation) conservent une participation respectivement de 24,67 % et 4,5 % dans le projet de Midwest. Quant aux sociétés Idemitsu et TEPCO (Tokyo Electric Power Co. Inc.), elles conservent une participation respectivement de 7,875 % et 5 % dans le capital de Cigar Lake.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium au Canada

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2	Centre n° 3	Centre n° 4
Nom du centre de production	Key Lake	Rabbit Lake	Cluff Lake	McClellan Lake
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	En service	En service	En service
Date de mise en service	1983	1976	1980	Inconnu
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Deilmann Lié à des discordances	Collins Bay, et Eagle Point Lié à des discordances	Dominique-Peter/Janine Lié à des discordances	Sue A-C, JEB et McClellan Lié à des discordances
Exploitation minière : • Type (CO/ST/IS) • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	Stock	ST n.d. 90 (estimés)	ST n.d. 85 (estimés)	CO/ST n.d. n.d.
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/ES > 800 97	LA/ES > 2 500 97	LA/ES > 900 98	LA/ES n.d.
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	5 400	3 900	1 900	2 300
Projets d'agrandissement	Visent le gîte de McArthur River	Visent le gîte de Cigar Lake		Visent le gîte de Cigar Lake
Autres remarques	Minerai de McArthur River destiné à alimenter l'usine	Exploitation suspendue à Eagle Point (31 mars 1999)	Suspension prévue des activités en 2000	

Emploi dans le secteur de l'uranium

En 1997, le nombre d'emplois directs dans l'industrie canadienne de l'uranium s'élevait à 1 105. Les pertes d'emploi engendrées par la fermeture de la dernière exploitation d'uranium à Elliot Lake et la cessation de toute activité minière à Key Lake ont été compensées en partie par l'augmentation des effectifs liée à la mise en valeur des gisements de McClellan Lake et de McArthur River. En 1998, le nombre de travailleurs a légèrement augmenté pour passer à 1 134, à mesure que les travaux d'aménagement de McArthur River et de Cigar Lake progressaient. L'emploi devrait rester au même niveau en 1999. À court terme, la mise en exploitation de ces nouvelles mines à forte teneur en uranium en Saskatchewan devrait maintenir le nombre d'emplois directs au niveau actuel, malgré la suspension des activités à Cluff Lake.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium au Canada

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 5	Centre n° 6	Centre n° 7	Centre n° 8
Nom du centre de production	McArthur River	Cigar Lake	Midwest	Kiggavik
Catégorie de centre de production	Commandé	Prévu	Prévu	Prévu
Stade d'exploitation	Stade final de construction et d'autorisation	Évaluation environnementale terminée en 1998	Évaluation environnementale terminée en 1998	Étude de faisabilité en cours
Date de mise en service	Fin 1999	Fin 2002	2003	Début des années 2000
Source de minerai :				
• Nom des gisements	P2N et autres	Cigar Lake	Midwest	Kiggavik, Andrew Lake
• Type de gisement	Lié à des discordances	Lié à des discordances	Lié à des discordances	Lié à des discordances
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/IS)	ST	ST	ST	CO
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Installation de traitement :				
• Type (EI/ES/LA)				n.d.
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	Traitement du minerai à Key Lake	Traitement du minerai à Rabbit Lake et à McClean Lake	Traitement du minerai à McClean Lake	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)				n.d.
Capacité de production nominale (<i>t d'U par an</i>)	6 900 (estimées)	4 600 (estimées)	2 300 (estimées)	1 200 (estimées)

Centres de production futurs

De tous les projets d'exploitation minière en Saskatchewan qui ont déjà franchi le cap de la procédure d'évaluation environnementale, seul le projet en coparticipation de McClean/Midwest vise à créer un nouveau centre de production. Les autres projets en cours d'aménagement auront simplement pour effet de prolonger la durée de vie des centres de production existants. Le minerai du gisement de Cigar Lake alimentera les usines de McClean Lake et de Rabbit Lake, tandis que celui du gisement de McArthur River prolongera la durée de vie de l'usine de Key Lake. Hormis ces projets en Saskatchewan, seul le projet de Kiggavik (Territoires du Nord-Ouest) est actuellement envisagé comme centre de production supplémentaire au Canada, mais il est peu probable qu'il se concrétise avant une date avancée de la prochaine décennie.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Évaluation des incidences sur l'environnement

Le 13 novembre 1997, la Commission conjointe fédérale-provinciale d'évaluation environnementale des projets d'exploitation de mines d'uranium dans le nord de la Saskatchewan a présenté aux gouvernements concernés son rapport sur les projets de Midwest et de Cigar Lake. Dans leurs réponses au rapport de la Commission conjointe remises au début d'avril 1998, les gouvernements fédéral et provincial ont souscrit à l'opinion de cette dernière selon laquelle les mines d'uranium de Midwest et de Cigar Lake devaient passer au stade de l'autorisation, sous réserve de certaines conditions propres à chaque site. En soumettant son rapport final, la Commission conjointe a mis fin à la procédure d'évaluation environnementale détaillée des nouvelles mines d'uranium au nord de la Saskatchewan.

Depuis la diffusion du rapport final de la Commission conjointe, la Cameco a annoncé son intention de traiter une partie du minerai de Cigar Lake à Rabbit Lake (et non pas à McClean Lake comme initialement prévu). Comme il s'agit d'un important changement d'orientation par rapport au projet examiné par la Commission conjointe, ces nouveaux plans en matière de traitement appellent une évaluation environnementale qui est en cours. Le projet de la CRI de suspendre les activités au centre de production d'uranium de Cluff Lake fait aussi l'objet d'une évaluation environnementale. Ces deux évaluations se déroulent conformément aux procédures prévues dans la Loi canadienne de 1995 sur l'évaluation environnementale. Contrairement à la série antérieure d'évaluations qui a été menée par des commissions d'examen, les deux évaluations en cours se font dans le cadre d'études approfondies entreprises par le demandeur.

Le Canada figurant au premier rang des producteurs et exportateurs mondiaux d'uranium, il lui appartient de démontrer que ses producteurs d'uranium se conforment à des normes strictes en matière de santé, de sûreté et de protection de l'environnement. Les procédures fédérales-provinciales d'évaluation environnementale aident notablement à faire face à ces responsabilités.

Mines en exploitation

En se conformant aux recommandations des commissions d'évaluation environnementale et aux exigences réglementaires du gouvernement provincial de la Saskatchewan et de la CCEA, les sociétés minières d'uranium consacrent des ressources et des travaux importants à la protection de l'environnement. Jusqu'à présent, les producteurs canadiens d'uranium ont affecté plus 100 millions de CAD à la gestion environnementale des mines d'uranium existantes (plus de 20 millions de CAD pour la seule année 1998). Si l'on ajoute à ces chiffres les coûts en capital afférents, par exemple, à la construction d'installations de gestion des résidus et des stations de traitement des eaux, et d'autres coûts, tels que la dotation en personnel et le soutien technique nécessaires aux activités des services chargés de l'environnement, ces dépenses dépassent respectivement 300 millions et 50 millions de CAD.

Au-delà de cet engagement financier et opérationnel important en faveur de l'environnement, les producteurs d'uranium contribuent au développement durable des ressources en uranium du Canada. Ils forment et embauchent, par exemple, des habitants du nord de la Saskatchewan, dont les effectifs représentent désormais 48 % des travailleurs sur le site des mines, l'objectif étant de porter ce chiffre à 67 %. Les sociétés minières d'uranium offrent aux habitants de cette région des débouchés commerciaux accrus, ayant infusé plus de 250 millions de CAD dans l'économie locale au cours de la

seule année 1998. De plus, les producteurs d'uranium assurent aux comités locaux de surveillance de l'environnement une formation et un soutien, et participent financièrement à la mise au point d'une base de données sanitaires et démographiques concernant cette collectivité. De pareilles démarches permettent de faire en sorte que l'extraction des ressources en uranium assure aux résidents locaux des avantages à long terme sans entraîner d'importantes incidences sur la santé et l'environnement.

Déclassement

La fermeture de la mine Stanleigh de Rio Algom, en 1996, a mis un terme à 40 années de production d'uranium dans l'Ontario, et il est probable qu'elle marque la fin au Canada de l'exploitation en souterrain à grande profondeur des gisements liés à des conglomérats à galets de quartz, dont la teneur en uranium est relativement faible.

Le déclassement et la remise en état des biens de la société Denison Mines Ltd., à Elliot Lake, étaient pratiquement terminés en 1998, avec la construction du barrage définitif et la restauration du couvert végétal sur les surfaces occupées par les résidus à Stanrock. La société Rio Algom a indiqué en 1998 que les rejets de ses cinq mines fermées à Elliot Lake (Pronto, Nordic, Quirke, Panel et Stanleigh) dans les cours d'eau étaient entièrement conformes aux normes et qu'après la fermeture de la mine Stanleigh les charges de contaminants dans le bassin hydrographique de la rivière Serpent avaient considérablement diminué. En 1998, l'un barrage existant a été rehaussé, et l'on a achevé la construction de trois nouveaux barrages à faible perméabilité et d'un déversoir à débordement dans la zone de gestion des déchets et/ou résidus de la mine de Stanleigh. Les niveaux d'eau ont été relevé pour recouvrir les résidus et créer une barrière aquatique afin de réduire au minimum la formation d'acides et d'empêcher tout rejet radioactif dans l'atmosphère.

Le 23 avril 1999, la CCEA a modifié les permis de déclassement des sites miniers de Denison et de Stanrock. Les modifications ont consisté à étendre les limites des sites de manière à inclure des zones situées au-delà des aires définies dans les critères de décontamination et de prendre en compte les travaux de déclassement exécutés sur le site de la mine de Denison au cours des six dernières années.

Jusqu'à présent, les sociétés minières d'uranium ont affecté plus de 70 millions de CAD au déclassement des sites miniers d'Elliot Lake, dont plus de 8 millions de CAD pour la seule année 1998. En outre, ces sociétés canadiennes ont provisionné plus de 135 millions de CAD pour le déclassement et la fermeture des sites d'extraction et de traitement du minerai d'uranium actuellement en exploitation.

Coût de la gestion de l'environnement (en millions de CAD)

	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
En cours d'exploitation	> 100	> 20	> 20	> 20	> 160
Après fermeture	> 65	> 8	> 1,5	> 0,5	> 75
TOTAL	> 165	> 28	> 21,5	> 20,5	> 235

BESOINS EN URANIUM

Le 13 août 1997, le Conseil d'administration d'Ontario Hydro a rendu public son Plan d'optimisation du parc nucléaire, qui prévoit la mise en sommeil de sept de ses 19 réacteurs CANDU en exploitation afin de pouvoir consacrer les ressources existantes au rétablissement du niveau antérieur de performance dans les 12 autres réacteurs. Depuis cette annonce, quatre tranches de la centrale de Pickering et trois tranches en exploitation à la centrale A de Bruce ont été mises en sommeil (la tranche n°2 de la centrale de Bruce A ayant été mise sous cocon en 1995). Les décisions concernant le redémarrage de la centrale de Pickering A sont attendues en 1999, celles relatives au redémarrage de la centrale de Bruce A dépendront de la réussite globale du plan de remise à niveau des 12 tranches, des besoins du réseau et d'une analyse du dossier économique. La mise en sommeil de sept tranches CANDU a ramené les besoins en uranium du Canada à quelque 1 200 et 1 300 t d'U par an respectivement en 1998 et 1999.

Le 1er avril 1999, Ontario Hydro, qui a été la plus grande compagnie d'électricité d'Amérique du Nord, a été scindée en cinq entités distinctes. Les deux principales sociétés qui lui ont succédé sont Ontario Power Generation Inc., chargée d'exploiter les 80 centrales électriques de la Province (y compris les 19 réacteurs CANDU) et Ontario Hydro Services Co., chargée d'assurer le fonctionnement du réseau de transport de 29 000 km de la Province et l'alimentation en électricité d'environ 1 million d'usagers, principalement dans les zones rurales de l'Ontario.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

De la fin des années 60 à 1995, Ontario Hydro a couvert plus de 99 % de ses besoins en uranium par les contrats à long terme qu'elle avait passés avec des fournisseurs canadiens. En 1996, elle a rompu cette tradition en important 150 t d'U d'Australie. En 1997, de nouveaux contrats à long terme signés avec des fournisseurs australiens ont fait passer ce tonnage à 250 t d'U. La société Ontario Hydro a également passé un contrat à long terme avec un courtier en uranium des États-Unis portant sur la fourniture de 100 t d'U par an à partir de 1997. Grâce à ces contrats ainsi qu'à d'autres à long terme, la société Ontario Power Generation Inc. a couvert à peu près 90 % de ses besoins en uranium jusqu'à la fin de 2000 (pour un tiers environ auprès de fournisseurs étrangers), les 10 % restants l'étant par des achats sur le marché spot.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Le 20 mars 1997, le projet de loi C-23 intitulé *Loi sur la sûreté et la réglementation nucléaires (LSRN)* a reçu la sanction royale. Les projets de règlement d'application de cette Loi ont été diffusés par la CCEA pour commentaires en juillet 1998. Au début de 1999, la CCEA a entamé les consultations pour aborder les questions soulevées par les diverses parties prenantes à propos des projets de règlement. Parallèlement la CCEA a procédé à l'établissement de guides d'application de la réglementation. On prévoit que la LSRN entrera en vigueur en 2000.

Le 13 mars 1998, au terme de près de 10 années d'études et d'une procédure d'examen public approfondi, la Commission d'examen sur la gestion et le concept de stockage des déchets de combustible nucléaire (également connue sous le nom de « Commission Seaborn ») a publié ses recommandations. Cette Commission a conclu que, du point de vue technique, la sûreté du concept de stockage mis au point par Énergie Atomique du Canada Limitée (EACL) avait été, somme toute,

suffisamment démontrée à un stade conceptuel de mise au point, mais qu'en l'état, il n'était toujours pas établi que le concept bénéficie d'un large appui de la part du public. La Commission a aussi constaté que le concept, dans sa forme actuelle, ne présentait pas le niveau d'acceptabilité suffisant pour être adopté comme représentant la méthode canadienne de gestion des déchets de combustible nucléaire.

Dans sa réponse aux recommandations de la Commission Seaborn, le 3 décembre 1998, le Gouvernement du Canada a énoncé ses objectifs visant l'établissement d'un organisme chargé de la gestion des déchets (à mettre en place en tant qu'entité juridique distincte des producteurs et détenteurs de déchets) et d'un contrôle fédéral applicable aux prochaines étapes de la gestion à long terme, y compris l'évacuation, des déchets de combustible nucléaire. Le Ministre des ressources naturelles du Canada devrait soumettre au Cabinet dans les douze mois, les solutions qu'il préconise pour les mécanismes de contrôle fédéral.

Le 16 décembre 1998, l'EACL a annoncé que des restrictions budgétaires l'avait amenée à la décision de mettre fin à ses activités de recherche aux Laboratoires de Whiteshell, à Pinawa (Manitoba), d'ici à décembre 2001. Les installations nucléaires se trouvant sur ce site seront déclassées ; toutefois, deux programmes essentiels de recherche scientifique se poursuivront. Le programme de recherche sur la sûreté des réacteurs sera regroupé avec les installations d'EACL à Chalk River et à Sheridan Park (Ontario), tandis que le programme de gestion des déchets nucléaires sera privatisé, après consultation avec les principales parties prenantes.

STOCKS D'URANIUM

Le Gouvernement du Canada ne maintient aucun stock d'uranium naturel et les données relatives aux producteurs et compagnies d'électricité ne sont pas disponibles. En outre, comme il n'existe pas au Canada d'installation d'enrichissement ni de retraitement, il n'y a pas dans ce pays de stocks d'uranium enrichi ou retraité.

Bien que les réacteurs canadiens fonctionnent à l'uranium naturel, de faibles quantités d'uranium enrichi sont utilisées au Canada à des fins expérimentales, ainsi que dans les barres de dopage de certains réacteurs CANDU. De plus, de faibles quantités d'uranium appauvri sont parfois importées au Canada pour la fabrication à la demande de pièces de métal appauvri par la Cameco. Aucun changement important n'est intervenu dans les pratiques en matière de stocks des compagnies d'électricité, depuis l'édition de 1989 du Livre rouge.

RIX DE L'URANIUM

Statistiques sur les prix* de l'uranium à l'exportation (en CAD)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Prix moyen en CAD/kg d'U	59	50	51	47	53.60	51.30	51.10
Taux de change moyen	1.2083	1.2898	1.366	1.373	1.364	1.384	1.483
Prix moyen en USD/livre d'U ₃ O ₈	19	15	14	13	15.10	14.20	13.30
Pourcentage de livraisons sur le marché spot	< 1 %	< 1 %	< 1 %	2 %	1 %	< 1 %	< 2 %

* Prix moyen de toutes les livraisons en exécution de contrats d'exportation.

• Chili •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Les activités de prospection de l'uranium au Chili remontent au début des années 50. Au cours des quelques années qui ont suivi, la Commission de l'énergie atomique des États-Unis (USAEC), travaillant en coopération avec plusieurs organismes publics chiliens, a découvert des minéralisations uranifères liées à des gisements filoniens de cuivre de type hydrothermal et de haute température, des cheminées bréchiques à tourmaline comportant des minéralisations de cuivre et de molybdène, ainsi que dans des dykes pegmatitiques.

Peu de travaux de suivi ont été menés jusqu'en 1970, date à laquelle un programme conjoint de prospection de l'uranium a été lancé par la Commission chilienne de l'énergie nucléaire (CChEN) et le Conseil de l'énergie nucléaire [*Junta de Energia Nuclear – JEN*] d'Espagne. Le projet avait pour but de réaliser une étude de deux ans sur le potentiel uranifère du district de Tambillos, situé dans le Secteur IV, où se trouvent des gisements de cuivre, de fer et de cobalt.

De 1976 à 1980, la CChEN, avec l'aide du PNUD et de l'AIEA, a réalisé un programme de prospection régionale sur une superficie de 150 000 km². A l'aide de levés géochimiques du réseau de drainage et à des méthodes radiométriques aéroportées et terrestres, ce projet a permis de découvrir 1 800 anomalies par des techniques aéroportées et 2 000 anomalies par des levés géochimiques et radiométriques terrestres, et de définir 120 zones d'intérêt. Des travaux de suivi portant sur 84 zones d'intérêt ont abouti à la découverte de 12 indices uranifères, dont deux ont été retenus pour des études plus approfondies. Outre ce programme régional, le projet conjoint CChEN-PNUD/AIEA a évalué les ressources en uranium non classiques liées aux minerais de cuivre et aux phosphates.

De 1980 à 1984, la CChEN, en collaboration avec la société minière Pudahuel, a réalisé un programme de forage sur le gisement cuprifère et uranifère de Sagasca, situé dans le Secteur III. En outre, il a été procédé à des recherches techniques et économiques portant sur le potentiel uranifère du gisement de cuivre de Huinuintipa, situé dans le nord du pays.

En 1983, l'ajournement jusqu'en 2000 du programme électronucléaire chilien projeté et la faiblesse du marché international de l'uranium ont conduit à des compressions budgétaires et à des réductions d'effectifs rigoureuses à la CChEN, restreignant ainsi les activités ultérieures.

En 1986-1987, la CChEN et la Société pour le développement de la production [*Corporación de Fomento de la Producción – CORFO*] ont entrepris des recherches sur le gisement de phosphates de Bahía Inglesa (latitude 27 degrés, 45 minutes sud).

De 1990 à 1996, la CChEN a poursuivi d'autres travaux, notamment des recherches géologiques et métallogéniques visant l'uranium dans des zones principalement situées dans le nord du pays.

En 1990, la CChEN, de concert avec la Société minière nationale [*Empresa Nacional de Minería – ENAMI*] a lancé un programme de recherche portant sur le potentiel uranifère et thorifère des indices de terres rares. Ce projet porte sur des dizaines d'indices, parmi lesquels l'Anomalie 2,

connue également sous le nom de « Diego de Almagro », qui a été choisie comme cible prioritaire d'études complémentaires. Cette zone d'une superficie de 180 km² renferme une minéralisation stratiforme de type filonien comprenant un cortège de davidite, d'ilménite, de magnétite, de sphène, de rutile et d'anatase d'une teneur de 3,5-4 kg par tonne de terres rares, de 20-40 kg par tonne de fer et de 0,3-0,4 kg par tonne d'uranium.

Activités récentes et en cours

Il est prévu que le projet visant les terres rares se poursuive tout au long de 1999. Comme projet parallèle, la CChEN a entrepris en 1998 d'évaluer le potentiel uranifère national. Ce projet associe la recherche métallogénique à la création d'une base de données dans le but d'établir un ensemble de projets de recherche dont la mise en œuvre permettrait de mieux évaluer le potentiel uranifère du pays. Cette activité devrait se poursuivre tout au long de 1999.

En 1997-1998, le personnel du Service de géologie et d'exploitation minière de la CChEN comprenait deux géologues, deux géomètres et un assistant de terrain.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public (milliers de dollars des États-Unis)	153,58	196,36	178,43

Les dépenses indiquées ci-dessus comprennent les traitements et salaires, les dépenses de fonctionnement tant de l'ENAMI que de la CChEN, ainsi que les frais d'administration de la CChEN.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Le Chili fait état de ressources classiques connues représentant 954 t d'U au total, sans distinction entre les deux catégories de ressources et sans ventilation par tranche de coût. Cette nouvelle estimation des ressources est à comparer avec les 296 t d'U mentionnées dans le rapport précédent. L'estimation au 1er janvier 1999 comprend 68 t d'U provenant surtout des gisements de type superficiel à faible teneur (0,02 %) de Salar Grande et de Quillagua, ainsi que 886 t d'U renfermées dans des indices métasomatiques du Crétacé supérieur, principalement ceux d'Estación Romero et de Prospecto Cerro Carmen (terres rares) dont la teneur varie entre 0,02 et 0,17 % d'U.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources classiques non découvertes sont estimées à 4 500 t d'U au total, sans affectation à une catégorie de ressources ni ventilation par tranche de coût. La plupart de ces ressources (4 380 t) devraient se trouver dans les gisements de type métasomatique du Crétacé supérieur. Dans ce groupe, la majeure partie des ressources, soit 3 220 t d'U au total, est constituée par l'indice de terres rares de Prospecto Cerro Carmen.

BESOINS EN URANIUM

À l'heure actuelle, la production industrielle d'énergie ne s'accompagne d'aucun besoin en uranium. Toutefois, l'usine de fabrication d'éléments combustibles de la CChEN a démarré en mars 1998 la fabrication de 50 éléments combustibles pour un réacteur d'essai de matériaux. Il est prévu d'achever ce projet en 2001, ces éléments combustibles étant alors chargés dans le réacteur de recherche de La Reina. L'uranium nécessaire, soit 60 kg d'uranium enrichi à 19,75 % en ²³⁵U a été fourni par la Fédération de Russie.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Comme le prévoit la Loi 16 319, la CChEN a pour mandat de conseiller le Gouvernement sur toutes les questions liées à l'utilisation pacifique de l'énergie nucléaire. Elle est également chargée d'élaborer, de proposer et d'appliquer les plans nationaux de recherche, de développement, d'utilisation et de contrôle visant tous les aspects de l'énergie nucléaire.

Le droit minier (Loi 18 248 de 1983) permet à des particuliers d'acheter des concessions minières et de produire ensuite de l'uranium. Toutefois, vu l'importance stratégique de l'uranium et des autres matières radioactives, la Loi confère à la CChEN un droit de veto préalable sur toute vente d'uranium. Comme les activités liées à l'uranium n'ont suscité aucun intérêt de la part des particuliers en raison des conditions du marché international, l'évaluation du potentiel uranifère national et sa mise à jour figurent toujours au mandat de la CChEN dans le cadre du Plan national de développement de l'énergie nucléaire, comme l'a confirmé le Décret-Loi n° 302 de 1994.

• Chine •

PROSPECTION DE L'URANIUM

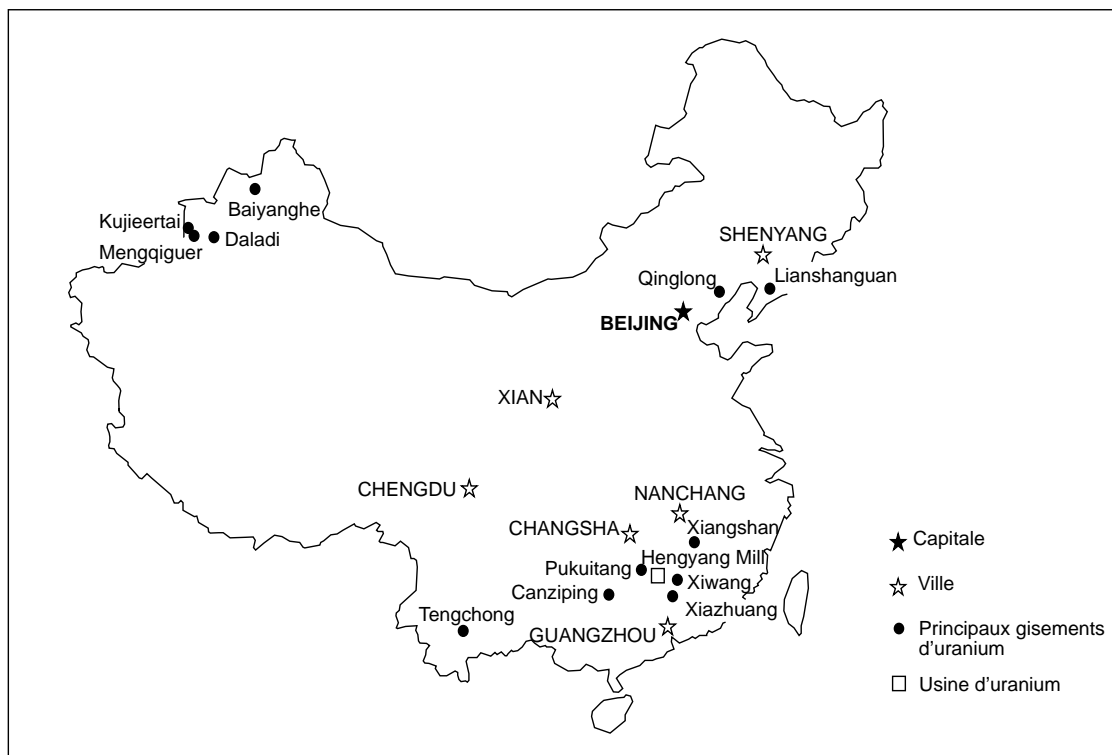
Historique

Les travaux de prospection et d'exploration de l'uranium ont débuté en Chine en 1955. On trouvera dans l'édition de 1997 du Livre rouge un exposé sur l'historique, les méthodes et l'organisation des activités de prospection de l'uranium en Chine.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

La prospection de l'uranium continue d'être axée sur la découverte de gisements renfermés dans des grès. Les projets sont pour la plupart menés dans les régions autonomes du Xinjiang et de Mongolie intérieure, ainsi que dans le nord-est de la Chine. Seuls quelques projets sont entrepris dans le sud-ouest de la Chine.

Principaux gisements d'uranium en Chine



Zones faisant l'objet de travaux de prospection en Chine



Jusqu'à présent, un gisement renfermé dans des grès, exploitable par lixiviation in situ (LIS), et deux indices ont été découverts dans le bassin du Yili (Xinjiang). Les ressources connues du gisement n° 512 représentent environ 6 000 t d'U, qui ne sont toutefois pas ventilées par tranche de coût de production. À l'heure actuelle, les projets de prospection font pour la plupart appel à des levés géologiques et géophysiques visant à évaluer les secteurs ou les bassins favorables dans les régions autonomes du Xinjiang et de la Mongolie intérieure et dans le nord-est de la Chine.

Ce sont respectivement 75 et 113 projets de prospection qui ont été menés en 1997 et 1998 par le Service d'études géologiques (SEG) de la Société nucléaire nationale de Chine (CNNC), situés pour la plupart dans les trois régions susmentionnées.

La concentration des efforts de prospection de la Chine sur les gisements renfermés dans des grès a entraîné une réduction sensible de la prospection visant d'autres types de gisements en Chine méridionale. Les quelques projets encore en cours dans les terrains granitiques et volcaniques ont pour objectif soit d'évaluer le potentiel uranifère au plan régional, soit de pratiquer des expériences de lixiviation en tas sur des minerais d'uranium renfermés dans des roches cristallines.

Outre les projets de prospection que le SEG a entrepris lui-même, deux autres projets ont été menés en collaboration avec des organismes japonais dans le cadre de co-entreprises. Le premier de ces projets était axé sur l'établissement d'un modèle de prospection visant les gisements de type volcanique tandis que le second a porté sur la prospection de gisements liés à des discordances dans la partie orientale de la province de Liaoning. Ces deux projets en co-entreprise ont pris fin respectivement en 1997 et 1998.

Il n'est pas fourni de précisions sur les dépenses de prospection de l'uranium et les activités de forage.

RESSOURCES EN URANIUM

Les réserves connues d'uranium sont réparties dans les catégories suivantes, en fonction de la lithologie de la roche encaissante :

Type de roche encaissante	Pourcentage des réserves
Granitique	37,05
Gréseux	23,53
Volcanique	18,97
Roches carbonées-siliceuses-pélitiques	15,94
Migmatites, pegmatites	2,96
Quartzites	0,59
Roches alcalines	0,59
Phosphates	0,30

Les gisements connus d'uranium de type granitique sont principalement situés dans les massifs granitiques de Guidong (province de Guangdong), de Zhuguanshan (Chine méridionale), de Taoshan (province de Jiangxi) et celui de Jiling datant du Calédonien (Chine du nord-ouest). Les gisements d'uranium de type volcanique qui ont été découverts sont situés principalement : à Xiangshan

(province de Jiangxi) ; à Xiaoqiuvuan (province de Zhejiang), à Baiyanghe (région autonome de Xinjiang) ; et sur la bordure septentrionale de la plate-forme de la Chine septentrionale. Les gisements uranifères renfermés dans des grès sont principalement situés dans le bassin du Yili (région autonome du Xinjiang), le bassin de Hengyang (province du Hunan), à Xunwu (province de Jiangxi), à Jianchang (province de Liaoning) et dans la partie occidentale de la province du Yunnan. Les gisements d'uranium contenus dans des roches carbonées-siliceuses-pélitiques sont principalement situés au Huangcai (Laowolong, Chine du Centre-Sud), à Canziping (province de Guangxi) et à Ruoergai (à la frontière entre les provinces de Sichuan et de Gansu).

La Chine fait état de ressources connues représentant au total 70 000 t d'U. Il s'agit de ressources in situ qui ne sont pas ventilées par tranche de coût de production. Cette estimation récente est à rapprocher des 64 000 t d'U indiquées dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

Les 70 000 t d'U notifiées par la Chine comme représentant ses ressources connues en uranium sont indiquées dans le tableau suivant. Par rapport aux informations présentées dans le précédent rapport, l'augmentation de 6 000 t d'U découle de l'intégration du gisement du Yili (Xinjiang) à la base de ressources.

1.	District de Xiangshan (province de Jiangxi)	26 000 t d'U
2.	District de Xiazhuang (province de Guangdong)	12 000 t d'U
3.	District de Qinglong (province de Liaoning)	8 000 t d'U
4.	Gisement de Canziping (province de Guangxi)	5 000 t d'U
5.	Gisement de Cengxian (province du Hunan)	5 000 t d'U
6.	Gisement de Tengchong (province du Yunnan)	6 000 t d'U
7.	Gisement de Lantian (province de Guangxi)	2 000 t d'U
8.	Gisement du Yili (région autonome de Xinjiang)	6 000 t d'U

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Du début des années 80 jusqu'en 1996, l'industrie de l'uranium en Chine a introduit un certain nombre de modifications pour mieux répondre aux conditions de l'économie de marché et aux besoins en uranium de son parc électronucléaire. Ces modifications comprennent une diminution de la production, notamment la fermeture de mines et usines d'uranium non rentables. Il est demandé aux producteurs restants d'améliorer encore tant leurs techniques que leurs modes de gestion en vue d'améliorer la compétitivité de la Chine en réduisant les coûts de production de l'uranium.

Dans les années 90, de nouveaux centres de production, notamment l'installation de LIS de Yining (région autonome du Xinjiang), l'installation de lixiviation en tas à Lantian (province de Shanxi) et la mine de Benxi (province de Liaoning), sont entrés en service. Bien que la production totale d'uranium de la Chine ait baissé, elle s'est maintenue à un certain niveau.

L'utilisation d'équipements plus efficaces et le recours à des techniques d'exploitation améliorées en vue de réduire les coûts comportent, par exemple, la mise en œuvre de systèmes d'extraction minière sans rail utilisés tout d'abord dans la mine de Quzhou, puis dans la mine de Benxi. En plus

d'un jumbo de forage hydraulique H-104 à une seule perforatrice et des chargeuses transporteuses ST-1.5, on a commencé à utiliser un nouveau modèle de camion de mine et de véhicule de service en 1997. De 1996 à 1998, cette mesure s'est traduite par une augmentation de la production qui est passée de 5,8 à 8,4 t de minerai par homme d'équipe.

Les équipements de tri radiométrique qui ont été en usage depuis le début des activités d'extraction du minerai d'uranium en Chine ont été perfectionnés. Le modèle le plus récent (n° 5421-2) mis en service dans la mine de Fuzhou, traite 150 000 t de minerai par an.

Le recours à la lixiviation en tas est très répandu dans les centres chinois de production d'uranium. À l'heure actuelle, on traite par ce procédé toute la production des mines de Lantian, Chongyi, Quzhou et Benxi, ainsi qu'une partie de celle des mines de Fuzhou, Renhua et d'autres mines. Divers types de lixiviation en tas ont été mis au point pour tenir compte des conditions propres à de chaque mine. La lixiviation en tas en surface est plus facile à pratiquer et est donc plus couramment utilisée. La lixiviation souterraine en tas après abattage est aussi appliquée avec succès dans les mines de Lantian et de Chongyi. La lixiviation avec traitement par des solutions acides concentrées et lessivage au sulfate ferrique, qui est utilisée à la mine de Benxi, simplifie le procédé de lixiviation et réduit la quantité d'eaux d'exhaure. En 1998, la lixiviation en tas après broyage du minerai a donné de bons résultats à la mine de Benxi, diminuant le cycle de lixiviation de 30 % tout en augmentant d'environ 5 % la quantité d'uranium récupéré.

Depuis 1970, une attention toute particulière est accordée aux techniques de LIS en Chine. Des essais à petite échelle ont été menés dans la province de Guangdong jusqu'en 1979 et sur le gisement n° 381 à Tengchon (province du Yunnan) entre 1978 et 1981. Une mine pilote d'une capacité annuelle de production de 3 à 5 t d'U a été mise en place en 1991.

De 1989 à 1991, des essais de production par LIS ont été effectués sur le gisement n° 512, à Yili (région autonome du Xinjiang). L'installation pilote avait recours à la lixiviation au moyen d'une solution d'acide sulfurique et sa capacité annuelle atteignait 10 t d'U par an. Cette dernière a été portée à 40 t d'U en 1994. En 1998, la production annuelle s'élevait à 150 t d'U et une seconde installation d'une capacité de production annuelle de 100 t d'U est en construction. Un autre programme d'essais est en cours sur le gisement n° 511. Il est prévu d'accroître la capacité totale de production par LIS dans la région du Yili afin de la porter à environ 400 t d'U à court terme.

En 1997 et 1998, la production d'uranium par lixiviation en tas et LIS représentait environ les deux-tiers de la production totale d'uranium de la Chine.

État de la capacité théorique de production

En 1997 et 1998, la production annuelle a légèrement augmenté. La production cumulée des centres de Yining, Lantian et Benxi est passée de 260 t d'U en 1996 à 300 t d'U en 1998.

La modernisation de la raffinerie d'uranium de Hengyang a été achevée en 1998, de manière à ce qu'elle produise de l'UO₂ conforme aux spécifications supérieures de l'usine de fabrication du combustible.

Le tableau ci-après récapitule les précisions techniques concernant les centres de production d'uranium.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(1er janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2	Centre n° 3
Dénomination du centre de production	Hengyang	Fuzhou	Chongyi
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En réserve	En service	En service
Date de mise en service	1963	1966	1979
Source de minerai :			
• Noms des gisements	Mines de Chenxian et autres		Mine de Chongyi
• Type de gisement	Schiste siliceux et grès	Volcanique	Granite
Exploitation minière :			
• Type (CO/ST/LIS)	ST	ST/CO	ST/CO
• Tonnage (<i>t de minerai/an</i>)	3 000	700	350
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	85-90	92	90
Installation de traitement :			
• Type (EI/ES/LA)	Classique EI/LA	Classique EI/LA	LET EI/LA
• Tonnage (<i>t de minerai/an</i>)	3 000	700	350
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	85-88	90	n.d.
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	500-1 000	300	120
Projets d'agrandissement	n.d.	n.d.	n.d.

	Centre n° 4	Centre n° 5	Centre n° 6
Dénomination du centre de production	Yining	Lantian	Benxi
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	En service	En service
Date de mise en service	1993	1993	1996
Source de minerai :			
• Nom du gisement	n°512	Lantian	Benxi
• Type de gisement	Grès	Granite	Granite
Exploitation minière :			
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	n.d.	n.d.
• Tonnage (<i>t de minerai/an</i>)	n.d.	200	100
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	80	85
Installation de traitement :			
• Type (EI/ES/LA)	EI/LA	LET EI/LA	LET ES/LA
• Tonnage (<i>t de minerai/an</i>)	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	90	90
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	150	100	120
Projets d'agrandissement	400 t d'U/an	n.d.	n.d.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Aucune modification n'est intervenue depuis 1994 dans la structure de la propriété du secteur de l'uranium en Chine. Il appartient intégralement à l'État.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Après le déclin du niveau d'emploi entre 1994 et 1996, les effectifs se sont stabilisés à partir de 1996 comme le montre le tableau suivant.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
8 500	8 500	8 500	8 500

Centres de production futurs

À l'heure actuelle, le centre de production le plus prometteur est l'installation de LIS de Yining qui exploite le gisement n° 512 renfermé dans des grès datant du Jurassique. Le projet actuel d'agrandissement prévoit d'augmenter sa capacité de production de 150 afin de la porter à 250 t d'U par an. Une étude de faisabilité est en cours concernant la production à partir du gisement n° 511. Initialement, la capacité de ce centre de production devrait être de l'ordre de 100 à 200 t d'U par an.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Comme la plupart des gisements uranifères chinois sont peu étendus, à teneur faible et de forme irrégulière, les résidus qu'ils engendrent représentent une contrainte qui pèse sur l'environnement. Ainsi, pour produire 1 t d'U, il faut éliminer de 1 200 à 5 000 t de stériles et 1 200 t de résidus. Aux déchets physiques s'ajoutent aussi la radioexposition liée à l'exploitation minière et au traitement de l'uranium. Les autorités chinoises estiment que les émanations de radon atteignent 5 millions de becquerels par tonne d'U produite.

En s'inspirant de l'expérience acquise au cours de nombreuses années de production, de multiples mesures ont été appliquées pour contrôler, surveiller et réduire les incidences nocives sur l'environnement liées à la production d'uranium aux niveaux prévus par la réglementation.

Ces mesures comprennent le remblayage des zones excavées par des stériles et des résidus, l'épuration des eaux d'exhaure et des eaux usées industrielles, ainsi que le recouvrement des déblais de déchets et de résidus par de la terre, du béton, etc. afin d'atténuer les émanations de radon. Pour lutter contre les rejets de poussière volante, on a équipé les usines de traitement du minerai de Fuzhou et de Hengyang de filtres électrostatiques à très haute tension.

En plus des mesures de protection de l'environnement instaurées dans les centres de production en exploitation, d'importants travaux ont été réalisés pour déclasser les mines et les usines de traitement d'uranium. Depuis la fin des années 80, un certain nombre de centres de production ont été fermés. Parmi ceux-ci, cinq ont été entièrement déclassés, tandis que d'autres sont en cours d'assainissement et de déclassement.

On ne dispose pas d'informations sur les coûts liés à la gestion de l'environnement dans les installations existantes ou fermées.

BESOINS EN URANIUM

La Chine possède deux centrales nucléaires en exploitation à savoir : Qinshan (province de Zhejiang) comportant une la tranche de 300 MWe de, conçue et construite par des fournisseurs chinois, et Daya Bay (province de Guangdong) construite dans le cadre d'une co-entreprise sino-française et comportant deux tranches de 900 MWe. La centrale de Qinshan a atteint sa pleine puissance en juillet 1992, tandis que celle de Daya Bay a été couplée au réseau en 1994. L'ensemble des besoins annuels en uranium de ces deux centrales d'une puissance nucléaire installée globale de 2 100 MWe s'élève à 380 t d'U.

En 1996, un certain nombre de décisions d'une portée considérable ont été prise en ce qui concerne le développement de l'énergie nucléaire en Chine. De 1996 à 2002, il est prévu de construire huit nouvelles centrales nucléaires représentant globalement une puissance nucléaire installée d'environ 6 600 MWe.

Les projets se présentent actuellement comme suit :

- la Phase II de Qinshan : la CNNC est en train de construire deux tranches d'une puissance totale d'environ 1 200 MWe. Ces tranches devraient être couplées au réseau respectivement en 2002 et 2003 ;
- Phase III de Qinshan : la construction de deux réacteurs de type CANDU d'une puissance installée totale de 1 400 MWe est en cours dans le cadre d'une co-entreprise sino-canadienne et devrait être achevée en 2003 ;
- Projet de centrale nucléaire de Guangdong Lingao : la construction de deux tranches de conception française d'une capacité totale de 2 000 MWe a débuté en 1997 ; elles devraient être opérationnelles respectivement en 2002 et 2003 ;
- Projet de la centrale nucléaire de Lianyungang : la construction de deux réacteurs d'une puissance installée totale de 2 000 MWe se poursuit et devrait s'achever respectivement en 2004 et 2005.

La réalisation de ces projets permettra à la puissance nucléaire installée totale d'atteindre environ 8 700 MWe en 2005. Il est prévu de construire des tranches supplémentaires entre 2005 et 2015, comme l'indiquent les tableaux suivants.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 100	2 100	2 100	7 700	8 700	15 000	18 000	18 000	23 000

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
380	380	380	1 380	1 560	2 700	3 200	3 200	4 000

STRATÉGIE EN MATIÈRE D'ACHAT ET D'APPROVISIONNEMENT

Les réserves et les ressources connues en uranium, combinées à l'augmentation récente de la capacité théorique de production d'uranium, seront suffisantes pour satisfaire les besoins à court terme du programme de développement de l'énergie nucléaire de la Chine. Pour faire face aux besoins supplémentaires des réacteurs en uranium, il faudra des ressources qui n'ont pas encore été découvertes. Pour convertir ce potentiel uranifère en ressources et réserves connues, la Chine intensifie ses activités de prospection de l'uranium. Par suite des nombreuses améliorations apportées aux techniques, à l'organisation et à la gestion du secteur de l'uranium en Chine, la production d'uranium de ce pays est désormais assurée à un niveau de coût qui concurrentiel avec ceux des marchés internationaux.

• République de Corée •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Activités récentes et en cours

Dans le cadre de son programme de prospection, la Compagnie d'électricité de Corée (Korea Electric Power Corporation – KEPCO) a participé à trois projets miniers au Canada et aux États-Unis. En 1999, la KEPCO a décidé de se défaire de ses parts dans ces trois mines. Une autre société coréenne, la société Dae Woo Corporation, est partie prenante au projet de Baker Lake, au Canada, depuis 1983.

Dépenses de prospection de l'uranium à l'étranger

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
En milliers de dollars des États-Unis	401	531	601	–

BESOINS EN URANIUM

Au 31 décembre 1998, la KEPCO comptait 14 centrales nucléaires en exploitation commerciale. Ce parc nucléaire, composé de onze REP et trois RELP, représente une puissance installée de 12 016 MWe soit 28 % de la puissance installée totale du pays en 1998. D'après le plan de développement à long terme de la production d'électricité de la Corée, 16 tranches supplémentaires, dont cinq REP et un RELP déjà en construction, représentant une puissance nucléaire installée totale de 27 650 MWe, seront couplées au réseau d'ici à 2015.

Parallèlement à l'augmentation régulière de la puissance nucléaire installée, les besoins en concentrés d'uranium et en services liés au cycle du combustible ne cessent de s'accroître.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
12 000	13 700	13 700	17 700	23 400	27 700

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
2 400	2 500	3 500	3 900	4 600	5 200

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Afin d'appuyer de façon efficace le programme d'expansion du parc nucléaire, la KEPCO s'est employée à poursuivre un programme stable, économique et sûr d'achats d'uranium. En conséquence, les besoins en uranium sont essentiellement couverts par des contrats à long terme avec des fournisseurs de divers pays tels que le Canada, l'Australie, la France et les États-Unis. La KEPCO se procure également de l'uranium par l'intermédiaire de sa filiale, la KEPR, qui détient une participation de 10 % dans le projet de Crow Butte, aux États-Unis.

STOCKS D'URANIUM

KEPCO maintient un stock stratégique à un niveau représentant une année de consommation prévisionnelle des centrales nucléaires en exploitation. Les stocks sont constitués pour moitié d'uranium naturel entreposé dans des usines de conversion à l'étranger, et pour l'autre moitié d'uranium enrichi entreposé en Corée soit sous forme d'uranium enrichi dans des usines de fabrication de combustible pour REP et soit sous forme d'assemblages combustibles sur les sites des centrales équipées de RELP.

• Égypte •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Le Service des matières nucléaires a entrepris des activités de prospection de l'uranium au début des années 60. Les principales méthodes utilisées ont consisté à effectuer des levés aéroportés, autoportés et pédestres d'affleurements et de sous-affleurements. Des centaines d'anomalies radioactives ont été découvertes dans divers milieux géologiques. Par suite de ces travaux de prospection régionaux, un certain nombre d'indices uranifères ont été décelés dans des roches granitoïdes datant du Protérozoïque tardif. En outre, d'autres indices ont été localisés dans des sédiments clastiques du Paléozoïque. Ces indices uranifères représentent des cibles pour les activités récentes et en cours de prospection, de mise en valeur et d'évaluation.

Activités récentes et en cours

Le Service des matières nucléaires a axé ses travaux de prospection principalement sur la mise en valeur des trois zones minéralisées qui ont été découvertes dans le Désert arabique et le Sinaï : Gabal Gattar, El Missikat et El Erediya, ainsi que Abu Zeneima. En général, les activités comprennent l'excavation de tranchées profondes et de galeries, des forages au diamant et à percussion, ainsi que la diaggraphie de forages, avec à l'appui des analyses en laboratoire. Le tableau ci-dessous montre l'ensemble des activités de 1990 à 1998. Ces activités comprennent également la cartographie topographique, géologique et radiométrique détaillée, ainsi que le prélèvement d'échantillons de lentilles uranifères pour en estimer la teneur et évaluer les ressources qu'elles représentent.

Il est actuellement procédé à un levé spectrométrique aéroporté couvrant surtout les zones prometteuses du Sinaï et du Désert arabique de l'Égypte.

Activités de prospection de l'uranium de 1990 à 1998

Emplacement	Excavation de tranchées (m ³)	Sondages (mètres)	Galeries et puits de prospection (mètres)
Gabal Gattar	600	300	800
El Missikat et El Erediya	0	1 243	4 950
Um Ara	2 500	230	0
Abu Zeneima	100	0	0

Les activités menées dans les zones mentionnées ci-dessus sont décrites en détail ci-après.

Gabal Gattar

Des travaux miniers de reconnaissance, comprenant des chantiers verticaux et horizontaux, sont en cours, l'objectif étant de suivre la zone de cisaillement renfermant la minéralisation uranifère dans les roches granitiques. Les travaux dans le puits vertical se poursuivent pour permettre d'accéder à des galeries horizontales (Site n° 1 sur la carte).

El Missikat et El Erediya

Ces indices ont déjà fait l'objet de travaux de reconnaissance dans quelque 4 000 m de galeries. Des carottages souterrains ont débuté en 1991 et se poursuivent afin de délimiter et d'évaluer les filons uranifères renfermés dans du granite dans ces deux zones (Sites n° 2 et 3 sur la carte).

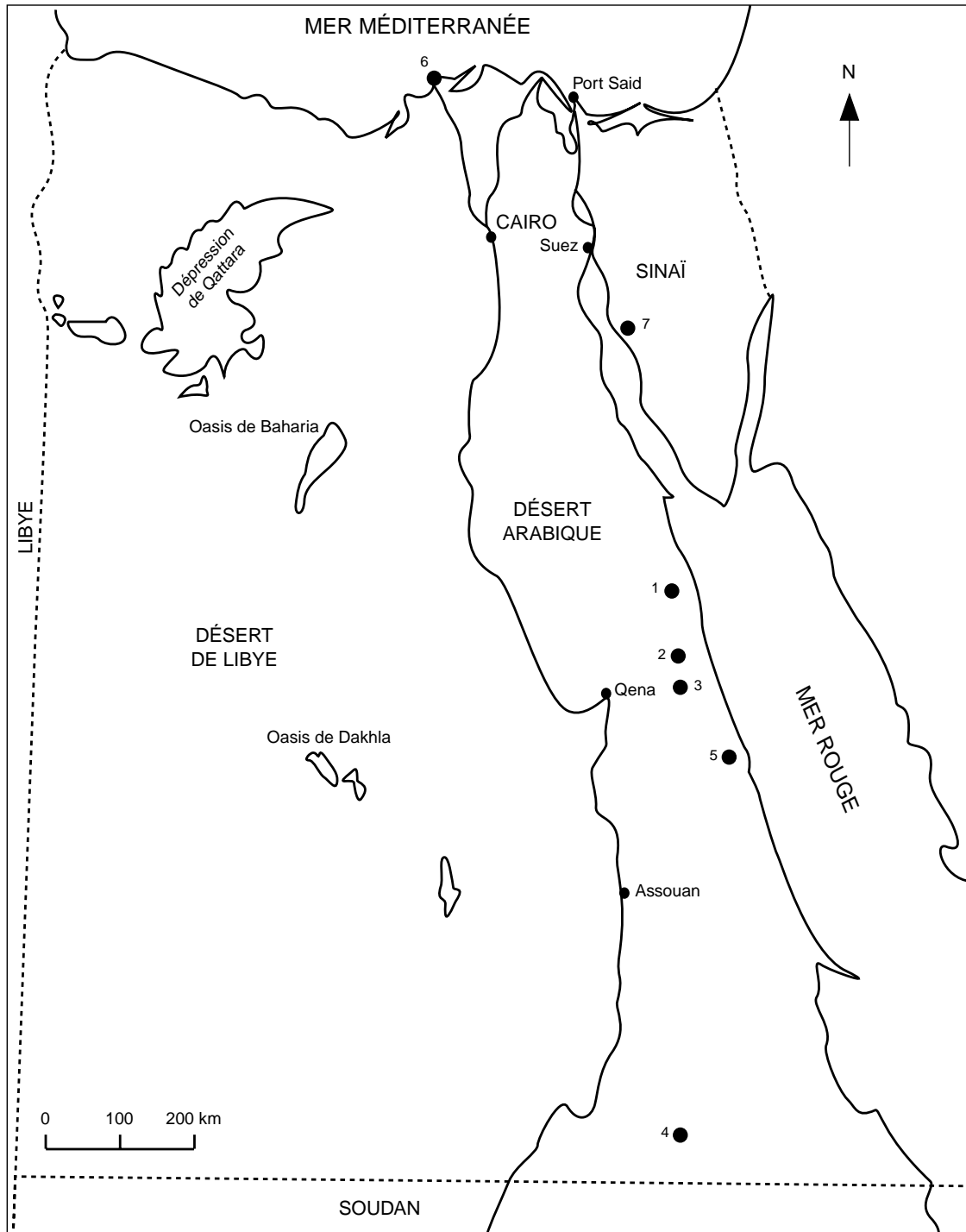
Um Ara

Cette zone est caractérisée par des fissures et fractures peu espacées dans un granite à microcline fortement tectonisé et par une zone de cisaillement liée, dans l'espace, au contact entre le granite et les sédiments et roches volcaniques datant du Précambrien dans lesquels il fait intrusion. La minéralisation d'uranium se présente en remplissage secondaire des fractures. La zone fait actuellement l'objet d'une évaluation à l'aide de sondages peu espacés (Site n° 4 sur la carte). Le tableau qui suit récapitule les dépenses annuelles de prospection et les travaux de sondage de 1996 à 1999.

Dépenses de prospection de l'uranium et statistiques de sondage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public (milliers de livres égyptiennes)	22 000	25 000	27 000	30 000
(milliers de dollars des États-Unis)	6 530	7 420	7 980	8 830
Sondages de reconnaissance exécutés par le secteur public (m)	230	1 243	300	2 000
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	2	12	4	15

Indices d'uranium en Égypte



Indices d'uranium :

- | | |
|----------------|---------------------|
| 1. G. Gattar | 5. G. Kadabora |
| 2. El Missikat | 6. Rosette |
| 3. El Ereidyia | 7. Sinai occidental |
| 4. Um Ara | |

Les récentes activités de prospection ont permis de découvrir de nouveaux indices uranifères dans le Sinaï occidental. L'uranium est en l'occurrence renfermé dans des grès fins et des argillites datant du Paléozoïque supérieur. La puissance de l'horizon uranifère varie entre 0,5 et 3,5 m, la teneur en uranium étant comprise entre 200 et 500 ppm. Les minéraux d'uranium sont d'origine secondaire et comprennent des phosphates, des sulfates, des vanadates, des arsenates et des carbonates. Ils sont associés à des minéraux de cuivre et de manganèse. La minéralisation uranifère renfermée dans des grès fins et des argillites s'étend sur une zone d'environ 10 km sur 15 km.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues en uranium (RRA et RSE-I)

L'Égypte ne fait état d'aucune ressource connue en uranium correspondant au système standard de classification de l'AEN/AIEA.

Ressources classiques non découvertes en uranium (RSE-II et RS)

Il a été estimé que les ressources non découvertes entrant dans la catégorie des RS s'élevaient à 15 000 t d'U dans le milieu granitique récent. Aucune tranche de coût n'a été spécifiée pour ces ressources.

Ressources non classiques et uranium obtenu comme sous-produit

L'Égypte possède des ressources non classiques dans des gisements sédimentaires de phosphates, de même qu'en association avec des gisements de monazite. Ces ressources non découvertes s'établissent comme suit :

4 000 t d'U pour les RSE-II se répartissant en :	3 000 t d'U dans des phosphates, et 1 000 t d'U dans des gisements de monazite ;
--	--

4 000 t d'U pour les RS se répartissant en :	3 000 t d'U dans des phosphates, et 1 000 t d'U dans des gisements de monazite.
--	--

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

À l'heure actuelle, l'Égypte ne fait état d'aucune production d'uranium. Tous les indices uranifères en sont au stade de la reconnaissance et de l'évaluation détaillées.

État de la capacité théorique de production d'uranium à partir de ressources non classiques

- La construction d'une installation à une échelle semi-pilote permettant d'extraire de l'uranium à partir de l'acide phosphorique est terminée et cette installation devait être mise en service en 1999. L'installation a une capacité nominale d'environ 15 m³/jour d'acide renfermant approximativement 65 ppm d'uranium. Le procédé en est au stade du réglage.
- Le Service des matières nucléaires assume désormais la responsabilité de l'exploitation des gisements de sables noirs se trouvant sur la plage de Rosette, sur la côte méditerranéenne. Ces gisements renferment de la monazite, du zircon et du rutile, ainsi que de l'ilménite et de la magnétite. Le projet prévoit des installations de séparation des minéraux par voie humide et par voie sèche d'une capacité de traitement de 200 m³/heure de sable humide. On estime que la zone à évaluer renferme environ 6 millions de tonnes de minéraux lourds rentables ayant une teneur moyenne de 2 %. Ces ressources contiennent environ 3 000 t de monazite dont le teneur en uranium permettrait de les classer dans la catégorie de RSE-II. La monazite renferme 0,46 % d'uranium et 6,5 % de thorium, de même que 65 % d'éléments de terres rares (Site n°6 sur la carte). Ces gisements n'ont donné lieu à aucune production d'uranium.

• Espagne •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium a débuté en 1951 sur l'initiative de la Junta de Energía Nuclear (JEN). Les premiers travaux ont porté sur les granites hercyniens de l'ouest de l'Espagne. C'est en 1957 et 1958 qu'ont été découverts les premiers indices dans des schistes précambriens à cambriens, notamment le gisement de Fe, situé dans la province de Salamanque. Depuis 1965, des travaux de prospection ont été entrepris dans des roches sédimentaires et le gisement de Mazarete a été découvert dans la province de Guadalajara. Les activités de prospection poursuivies par la société Empresa Nacional del Uranio, S.A. (ENUSA) ont pris fin en 1992. Celles menées dans le cadre d'entreprises communes de l'ENUSA et d'autres sociétés se sont prolongées jusqu'à la fin de 1994. Au cours de cette période, la majeure partie du territoire de l'Espagne a fait l'objet de levés au moyen de diverses méthodes adaptées aux différents stades des recherches. Une vaste couverture des zones les plus intéressantes a été réalisée à l'aide de levés radiométriques aéroportés et au sol.

Activités récentes et en cours relatives à la prospection de l'uranium

Aucune activité de prospection n'a été entreprise en 1997 et 1998. Seuls quelques sondages à faible espacement ont été exécutés en 1998 à la mine de Fe de l'ENUSA.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

De 1993 à 1996, l'ENUSA a déployé des efforts notables en vue d'actualiser les données sur les gisements d'uranium de la zone de Ciudad Rodrigo située dans la province de Salamanque.

Cette tâche a été effectuée à la fois par une intensification des sondages de traçage à faible espacement (plus de 100 000 m étant forés chaque année) et par une actualisation des études de faisabilité et des projets miniers portant sur les corps minéralisés les plus importants de la région.

Pour réaliser cet objectif, on a effectué en 1992-1993 une mise à niveau complète des capacités de traitement des données, incluant la mise en place de nouveaux systèmes de saisie de ces données, l'application de méthodes d'estimation des teneurs, l'optimisation de l'exploitation à ciel ouvert et l'exécution de programmes de conception. De nouvelles estimations des ressources récupérables dans les catégories des RRA et des RSE-I sont en cours d'exécution. En 1997 et 1998, on a poursuivi des études de faisabilité et des projets d'exploitation minière afin d'obtenir des informations sur les gisements d'uranium de la zone de Ciudad Rodrigo (province de Salamanque). Les estimations de RRA sont le résultat d'une optimisation au plan économique de l'exploitation à ciel ouvert, à différents niveaux de prix, qui a été réalisée au cours de l'actualisation du projet minier.

Dans la catégorie des RSE-I pour laquelle il n'existe pas de projet minier détaillé, on a procédé à une estimation des ressources récupérables dans chaque tranche de coût, exprimées en pourcentage des ressources in situ. Toutes les ressources connues en uranium qui sont récupérables à un coût inférieur à 80 \$/kg d'U sont tributaires des centres de production existants.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'a pas été établi d'estimations relatives aux ressources entrant dans ces catégories.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

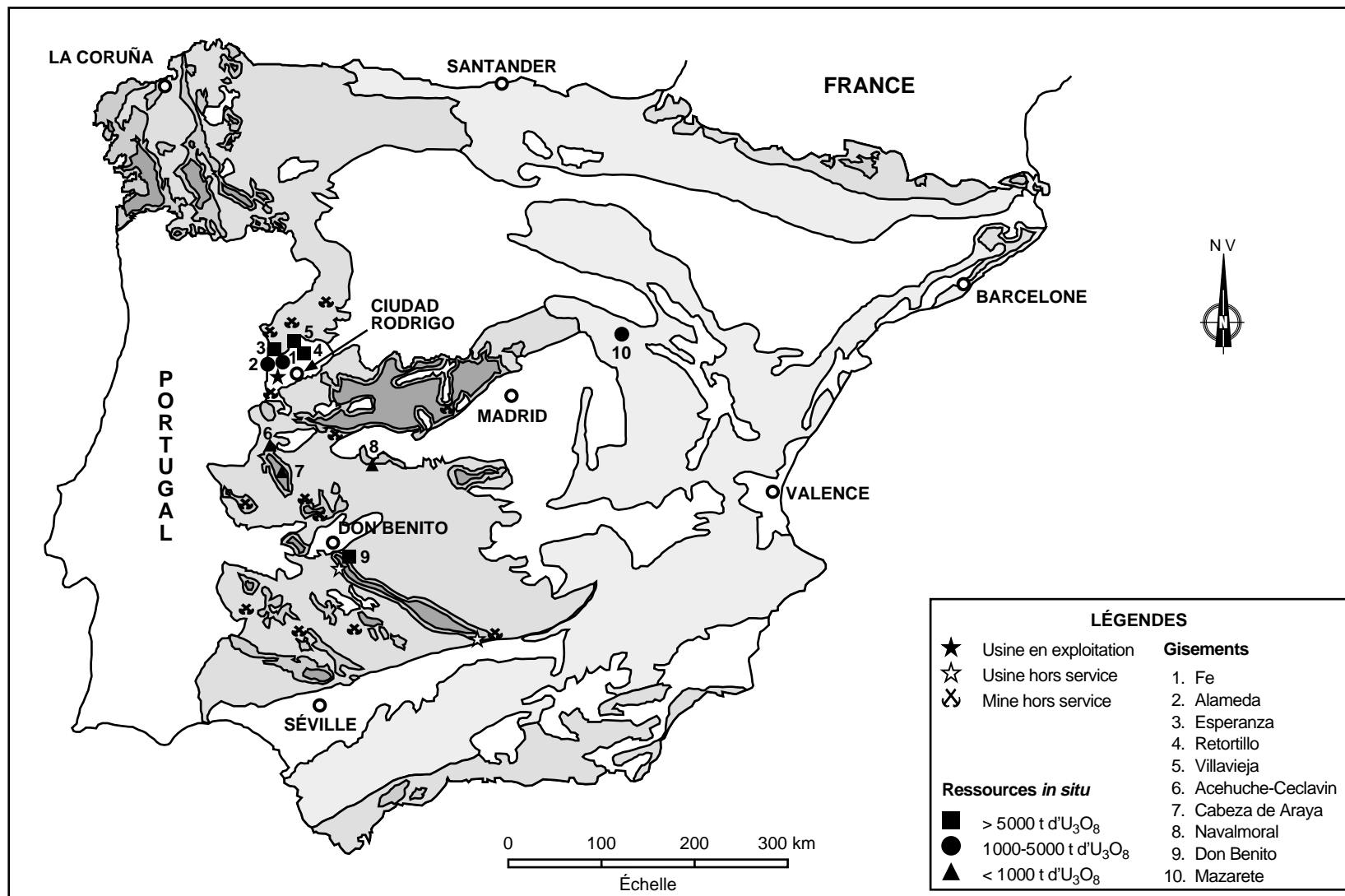
La production a débuté en 1959 dans l'usine d'Andujar (province de Jaen), où elle s'est poursuivie jusqu'en 1981. L'usine de Don Benito (province de Badajoz) a été en service de 1983 à 1990. La production à partir du gisement de Fe dans la province de Salamanque a démarré en 1975 en faisant appel au procédé de lixiviation en tas. Une nouvelle installation de lixiviation dynamique est entrée en service en 1993 et est toujours opérationnelle.

État de la capacité théorique de production

La capacité théorique de production à partir du gisement de Fe dans la province de Salamanque est de 800 t d'U par an. Il est prévu de cesser l'activité minière à la fin de l'an 2000. L'usine de traitement continuera d'assurer une production à un rythme réduit.

Gisements d'uranium en Espagne

165



Évolution de la production d'uranium

Méthode de production	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	1999 Prévisions
Méthode d'exploitation minière	<i>(tonnes d'U contenues dans le minerai)</i>					
Exploitation classique						
• à ciel ouvert	n.d.	364	364	364	n.d.	364
TOTAL	n.d.	364	364	364	n.d.	364
Méthode de production	<i>(tonnes d'U contenues dans le concentré)</i>					
Usine de traitement	3 686	255	255	255	4 451	255
TOTAL	3 686	255	255	255	4 451	255

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Le seul centre de production en exploitation en Espagne appartient à l'ENUSA, société publique détenue à 60 % par la Société d'État des participations industrielles (*Sociedad Estatal de Participaciones Industriales – SEPI*) et à 40 % par le Centre de recherche pour l'énergie, l'environnement et la technologie (*Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas – CIEMAT*).

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1
Nom du centre de production	Saelices El Chico
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	En service
Date de mise en service	1975
Source de minerai :	
• Nom des gisements	Fe, D
• Type de gisement	Filonien (type ibérique)
Exploitation minière :	
• Type (CO/ST/in situ)	CO
• Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>)	2 600
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	(a)
Installation de traitement :	
• Type (EI/ES/LA)	LA/ES
• Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>)	5 000 (b)
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	70 (c)
Capacité nominale de production (<i>tonnes d'U/an</i>)	800
Projets d'expansion	Aucun
Autres remarques	Exploitation intermittente

(a) Les pertes en cours d'extraction sont négligeables, car il s'agit d'une exploitation à ciel ouvert.

(b) La pleine capacité dépend de la granulométrie du minerai, pouvant atteindre 10 000 t/jour lorsque 10 % des particules ont une taille inférieure à 1 mm.

(c) Y compris la lixiviation en tas de 24 % du minerai.

Emploi dans le secteur de l'uranium

À la fin de 1998, les effectifs de la mine de Fe s'élevaient à 148 personnes.

Centres de production futurs

Aucun nouveau centre n'est envisagé.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

En juillet 1997, l'ENRESA a parachevé le déclassement et la remise en état de son propre complexe d'exploitation minière et de traitement du minerai à La Haba (province de Bajadoz en Estrémadure), qui a fonctionné jusqu'en 1990.

En janvier 1998, un programme quinquennal de surveillance destiné à vérifier les critères de conception du déclassement du complexe de La Haba a été approuvé. Au terme de cette période, la fermeture sera autorisée et l'ENUSA sera exemptée de toute responsabilité en matière de surveillance radiologique.

Des travaux de remise en état de 13 anciennes mines d'uranium situées en Estrémadure et 6 autres en Andalousie sont en cours. La responsabilité a été confiée à ENRESA (l'Agence espagnole pour les déchets radioactifs) qui ont confié les travaux de remise en état à ENUSA en septembre 1997 et juillet 1998, respectivement. Ces travaux devraient prendre fin début 2000.

Ces mines d'uranium ont été exploitées comme centres tant de recherche que de production par l'ex-Junta de Energía Nuclear entre les années 50 et 70.

Coûts de la gestion de l'environnement

(en millions de pesetas espagnoles)

Exploitation en cours	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Évaluation environnementale avant exploitation	✓	✓	✓	✓	
Surveillance	✓	✓	✓	✓	
Stabilisation des décharges ou bassins de résidus	✓	✓	✓	✓	
Décontamination du matériel remplacé					
Gestion des effluents (gaz, liquides)	✓	✓	✓	✓	
Remise en état du site	✓	✓	✓	✓	
Évacuation des déchets radioactifs					
Activités réglementaires	✓	✓	✓	✓	
TOTAL	2 995⁽¹⁾	665	600	600	4 860

Après fermeture	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Surveillance	✓	✓	✓	✓	
Fermeture des bassins de résidus	✓	✓	✓	✓	
Déclassement/Décontamination	✓	✓	✓	✓	
Gestion des effluents (gaz, liquides)	✓	✓	✓	✓	
Remise en état du site	✓	✓	✓	✓	
Évacuation des déchets radioactifs					
Activités réglementaires	✓	✓	✓	✓	
TOTAL	1 300⁽²⁾	30	25	25	1 380

(1) Cette somme comprend l'investissement (1 620 millions de pesetas), les dépenses de 1996 (788 millions de pesetas) et les dépenses de 1997 (587 millions de pesetas).

(2) Cette somme représente les dépenses liées aux fermetures entre 1991 et 1997.

BESOINS EN URANIUM

Besoins en uranium

L'Espagne possède neuf réacteurs en exploitation, représentant une puissance installée totale nette de plus de 7,6 GWe. La construction de réacteurs nucléaires supplémentaires, qui faisait l'objet d'un moratoire, a été définitivement annulée, et aucun nouveau réacteur ne devrait être commandé d'ici à l'an 2000.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La stratégie suivie consiste à maintenir la production nationale à son niveau actuel d'ici à l'an 2000 et au-delà, si la situation sur le marché le rend opportun ; sinon les approvisionnements seront principalement basés sur l'importation, avec des contrats diversifiés.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La politique relative aux importations d'uranium vise à diversifier les sources d'approvisionnement. La législation espagnole n'impose aucune restriction à la participation de sociétés nationales et étrangères aux activités de prospection et de production de l'uranium.

• États-Unis •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

De 1947 à 1970, le développement d'un secteur national de la prospection et de la production d'uranium a été encouragé par la Commission de l'énergie atomique des États-Unis (Atomic Energy Commission – AEC), en vue d'assurer les approvisionnements en uranium du gouvernement des États-Unis, de poursuivre le développement des applications militaires de l'énergie atomique et d'encourager les travaux de recherche et de développement visant les utilisations pacifiques de l'énergie atomique. À la fin de 1957, lorsque les activités de prospection menées par le secteur privé se sont intensifiées et que de nouveaux gisements d'uranium ont été mis en production, l'AEC a mis fin à ses efforts de prospection de l'uranium. Le gouvernement a maintenu un programme de suivi des activités de prospection et de mise en valeur de l'uranium menées par le secteur privé, et d'évaluation périodique des réserves et ressources en uranium en regard des besoins, afin de pouvoir évaluer les options s'offrant à l'action des autorités fédérales et de disposer d'informations de base.

Les travaux de prospection menés par le secteur privé ont connu une expansion rapide au cours des années 70 en raison de l'augmentation des prix de l'uranium et des prévisions élevées de demande d'uranium pour alimenter un nombre croissant de réacteurs électronucléaires en construction ou prévus. Les sondages superficiels ont atteint un niveau record en 1978, année au cours de laquelle au total 14 700 km de forages de prospection et de développement ont été réalisés. De 1966 à 1982, la recherche de nouveaux gisements d'uranium a donné lieu, aux États-Unis, à l'exécution d'environ 116 400 km de sondages superficiels. De 1983 à 1997, 9 860 km supplémentaires de sondages superficiels ont été pratiqués par le secteur privé. Les sondages superficiels constituant la principale méthode utilisée pour délimiter des gisements d'uranium, la longueur totale des sondages réalisés chaque année s'est révélée un indicateur fiable de l'activité globale de prospection dans le pays.

Aux États-Unis, les activités de prospection ont surtout porté sur les gisements renfermés dans des grès, situés dans des districts tels que la ceinture minéralisée de Grants et celle d'Uranium, dans la région du plateau du Colorado, ainsi que dans les régions des bassins du Wyoming et de la plaine côtière du golfe du Mexique, au Texas. Des gisements de type filonien ainsi que d'autres contrôlés par la structure ont été mis en valeur dans le Front Range du Colorado, près de Marysvale (Utah), et dans le nord-est de l'État de Washington. Depuis 1980, d'importants gisements d'uranium renfermés dans des grès ont été exploités dans le nord-ouest du Nebraska, et d'autres gisements à teneur relativement élevée associés à des structures de cheminées bréchiques ont été exploités dans le nord de l'Arizona. Un gisement important a été découvert dans le sud de la Virginie au début des années 80, mais un moratoire imposé par cet État à l'extraction de l'uranium a empêché son exploitation.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

En 1998, l'ensemble des sondages superficiels (prospection et développement) exécutés aux États-Unis a atteint 1 415 km, soit une diminution de 5 % par rapport à 1997. Le chiffre de 1998 ne tient pas compte des forages effectués pour contrôler la production d'uranium sur les sites miniers exploités par lixiviation *in situ*, en souterrain et à ciel ouvert.

En 1998, les sociétés américaines ont déclaré des dépenses de prospection s'élevant à 21,7 millions de USD, chiffre en baisse de 29 % par rapport à 1997. Sur ce montant total, les « autres coûts de prospection » ont représenté à 3,5 millions de USD (16 %), les « sondages superficiels » 18,08 millions de USD (83 %) et les activités liées à « l'acquisition de terrains » 0,15 million de USD (moins de 1 %). En 1998, le Gouvernement fédéral n'a pas engagé de dépenses de prospection. La participation étrangère aux activités de prospection menées aux États-Unis est tombée à 0,27 million de USD, soit 1 % seulement du montant total des dépenses de prospection en 1998.

À la fin de 1998, la superficie totale des terrains détenus par des sociétés américaines et étrangères aux États-Unis à des fins de prospection de l'uranium était d'environ 3 339 km². Des sociétés n'ont acquis que 26 km² à des fins de prospection en 1998, soit une chute brutale par rapport à l'ensemble des terrains acquis en 1997 (2 226 km²). Le Gouvernement fédéral ne réserve aucun terrain en vue de la prospection de l'uranium et n'apporte aucune aide financière à cet effet.

Dépenses de prospection de l'uranium et activité de forage sur le territoire national

(en milliers de USD)

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses de prospection du secteur privé	1 602	3 544	2 261	n.d.
Dépenses de prospection du secteur public	0	0	0	0
Total partiel des dépenses de prospection	1 602	3 544	2 261	n.d.
Total partiel des dépenses d'aménagement	5 549	16 448	15 814	n.d.
Dépenses totales*	10 054	30 426	21 724	n.d.
Sondages superficiels exécutés par le secteur privé (m)**	269	405	271	n.d.
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	1 118	1 935	1 370	n.d.
Total partiel des sondages de prospection (mètres)	269	405	271	n.d.
Total partiel des trous de sondage de prospection	1 118	1 935	1 370	n.d.
Total partiel des sondages d'aménagement (mètres)	659	1 083	1 144	n.d.
Total partiel des trous de sondage d'aménagement	3 577	5 858	5 231	n.d.
Total des sondages (mètres)	928	1 488	1 415	n.d.
Nombre total des trous de sondage	4 695	7 793	6 601	n.d.

* Comprend les coûts d'acquisition de terrains et d'autres coûts de prospection et d'aménagement non ventilés par catégorie.

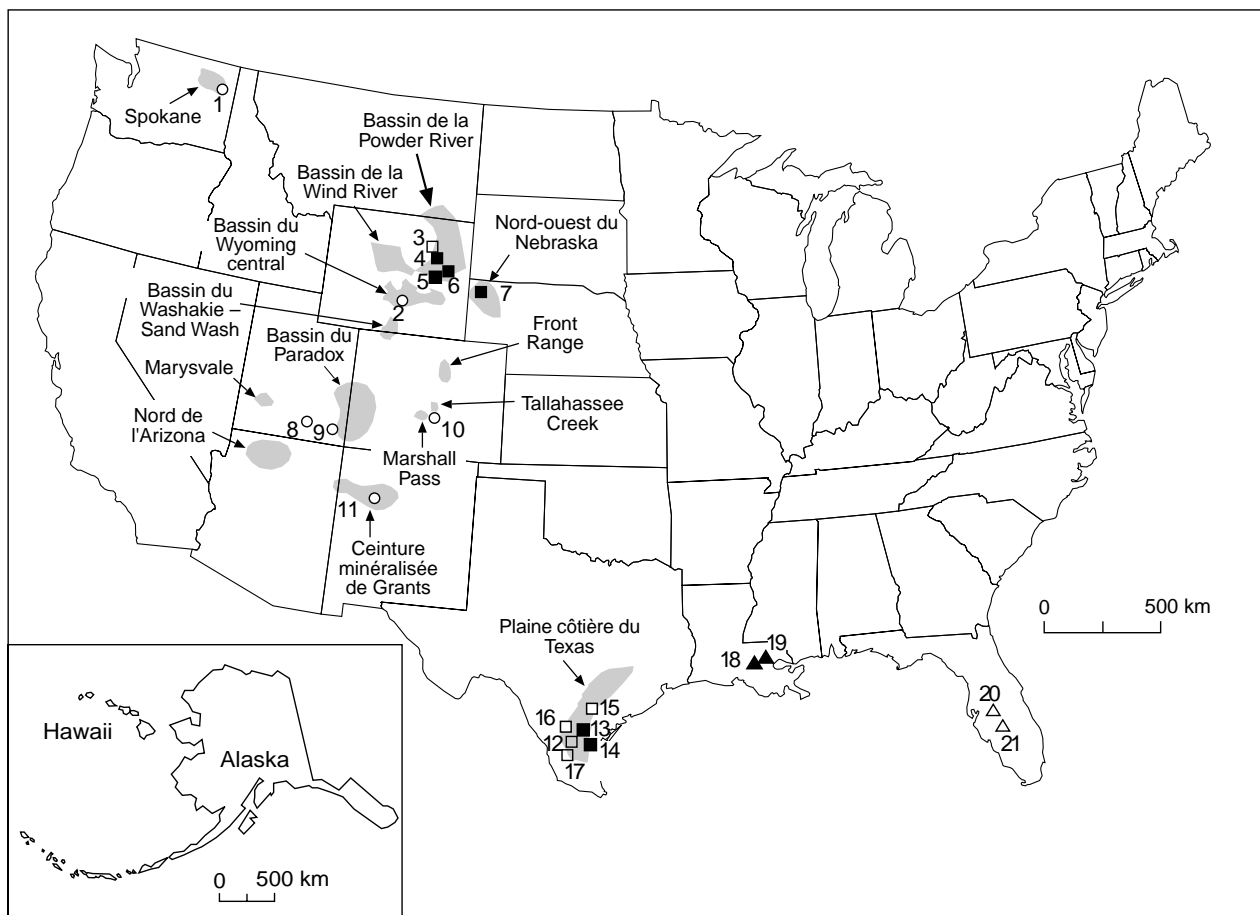
** Arrondi au millier de mètres le plus proche. n.d. Non disponible.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage à l'étranger (en milliers de USD)

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses de prospection du secteur privé	422	3 050	3 616	n.d.
Dépenses de prospection du secteur public	0	0	0	0
Total partiel des dépenses de prospection	422	3 050	3 616	n.d.
Total partiel des dépenses d'aménagement	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Dépenses totales	422	3 050	3 616	n.d.

n.d. Non disponible.

Principales zones uranifères et situation des usines et installations, 1998



En exploitation à la fin de 1998

- 4. Malapai Resources, Christensen Ranch
- 5. Rio Algom Mining, Smith Ranch
- 6. Converse County Mining Venture, Highland
- 7. Crow Butte Resources, Crow Butte
- 13. Uranium Resources, Rosita
- 14. Uranium Resources, Kingsville Dome
- 19. IMCAgrico, Uncle Sam

Hors service à la fin de 1998

- 1. Dawn Mining, Ford^a
- 2. Green Mountain Mining Venture, Sweetwater
- 3. Malapai Resources, Irigaray^b
- 8. U.S. Energy, Shootaring
- 9. International Uranium (États-Unis), Whith Mesa^c
- 10. Cotter Corp., Canon City
- 11. Rio Algom Mining, Ambrosia^d
- 12. Malapai Resources, Holiday-El Mesquite^b
- 15. Everest Minerals, Hobson
- 16. COGEMA Mining, West Cole^b
- 17. Malapai Resources, O'Hem
- 18. IMC-Agrico, Sunshine Bridge
- 20. IMC-Agrico, Plant City
- 21. IMC-Agrico, New Wales

Centres de production d'uranium

En service	Hors service	
●	○	Installation classique
■	□	Installation de lixiviation in situ
▲	△	Sous-produit du traitement des phosphates
●	←	Principales zones uranifères ^e

a. Uranium récupéré par traitement des boues provenant des stations d'épuration des eaux en 1998.

b. Uranium récupéré par traitement des eaux provenant de la remise en état des mines exploitées par lixiviation in situ en 1998.

c. Uranium récupéré par traitement des effluents en 1998.

d. Uranium récupéré par traitement des eaux d'exhaure en 1998.

e. Principales zones renfermant des ressources raisonnablement assurées récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 50 \$ par livre d'U₃O₈.

Sources : Carte établie sur la base du *National Uranium Resource Evaluation, Interim Report* (Rapport intérimaire d'évaluation des ressources en uranium) juin 1979, du Bureau du projet de Grand Junction (*Grand Junction Project Office - GJPO*) du ministère de l'Énergie des États-Unis, Figure 3.2 ; des fichiers de données du GJPO ; du Formulaire EIA-858 du Service d'information sur l'énergie, intitulé « Uranium Industry Annual Survey » (Enquête annuelle sur le secteur de l'uranium) de 1998.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA)

À la fin de 1998, les RRA des États-Unis entrant dans la catégorie de coût inférieur ou égal à 80 \$/kg d'U étaient estimées à 106 000 t d'U, soit environ 4 000 t d'U de moins que l'estimation donnée pour la même catégorie de ressources à la fin de 1996 dans la précédente édition du Livre rouge. L'estimation des RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 \$/kg d'U à la fin de 1998 s'élevait à 355 000 t d'U, soit une baisse d'environ 6 000 t d'U par rapport au chiffre indiqué pour 1996.

Pour 1998, les concessions de mines d'uranium en exploitation et d'autres concessions choisies ont été réévaluées afin de prendre en compte la production annuelle et d'intégrer des informations actualisées sur les coûts et les techniques d'exploitation minière. Il en est résulté une réduction des ressources recensées dans chaque tranche de coût. Dans les estimations de 1998 relatives aux RRA, il a été tenu compte de la dilution du minerai et des pertes en cours de traitement.

Ressources classiques non découvertes (RSE et RS)

Les estimations de 1998 relatives aux RSE et aux SR des États-Unis n'ont pas varié par rapport à 1996. Il convient de noter que les États-Unis n'établissent pas de distinction entre les RSE-I et les RSE-II.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

À la suite de la promulgation de la Loi de 1946 sur l'énergie atomique, élaborée en vue de satisfaire les besoins d'approvisionnements en uranium du Gouvernement des États-Unis, la Commission de l'énergie atomique (AEC) a encouragé, de 1947 jusqu'à la fin de 1970, le développement d'un secteur national de l'uranium, surtout dans l'ouest des États-Unis, par des programmes d'incitation à la prospection, au développement et à la production. Pour s'assurer que l'approvisionnement en minerai d'uranium serait suffisant pour satisfaire les besoins futurs, l'AEC a lancé en avril 1948 un programme d'achat de minerai d'origine nationale destiné à stimuler la prospection et à édifier un secteur minier national de l'uranium. Conformément aux Lois sur l'énergie atomique de 1946 et de 1954, l'AEC a aussi négocié des contrats d'approvisionnement en concentrés, assortis de prix garantis pour les matières brutes livrées dans des délais spécifiés. Les contrats ont été formulés de manière à permettre aux sociétés qui avaient construit et exploitaient des usines de traitement, d'amortir les coûts des installations au cours de la période couverte par ces contrats. En 1961, 27 usines de traitement au total, appartenant à des sociétés privées, étaient déjà en exploitation. En tout, 32 usines classiques et plusieurs installations pilotes, des installations de tri et de préconcentration, de lixiviation en tas et d'exploitation par dissolution ont été exploitées à diverses époques. L'AEC, en tant que seul organisme d'achat pour le compte du Gouvernement, représentait à elle seule le marché de l'uranium aux États-Unis. De nombreuses usines ont été fermées peu de temps après avoir procédé aux livraisons prévues aux termes des contrats d'achats passés avec l'AEC, bien

que plusieurs usines aient continué de produire des concentrés pour le marché commercial après avoir rempli leurs obligations envers l'AEC. La Loi de 1954 sur l'énergie atomique a rendu licite la propriété privée de réacteurs nucléaires destinés à la production commerciale d'électricité. Vers la fin de 1957, les réserves de minerai et la capacité de traitement existant au plan national étaient suffisantes pour satisfaire les besoins du Gouvernement. En 1958, les programmes d'achats de l'AEC ont été ajustés en baisse et, afin de favoriser l'utilisation de l'énergie atomique à des fins pacifiques, les producteurs américains de minerai et de concentré ont été autorisés à vendre de l'uranium à des acheteurs privés nationaux et étrangers. Le premier contrat sur le marché commercial américain a été conclu en 1966. En 1962, l'AEC a annoncé un « étalement » de son programme d'achat, engageant le Gouvernement à n'acquérir que des quantités déterminées d'uranium de 1967 à la fin de 1970, ce qui a aussi eu pour effet d'aider l'industrie nationale de l'uranium à demeurer viable. Le programme d'achats d'uranium naturel du Gouvernement des États-Unis a pris fin le 31 décembre 1970, et les entreprises du secteur opèrent dans un cadre privé et commercial dans lequel le Gouvernement n'intervient plus par ses achats.

Depuis 1970, la production nationale d'uranium a alimenté le marché commercial. Après avoir atteint une production record de 16 800 t d'U, en 1980, l'industrie américaine a connu de 1981 à 1993 une production annuelle généralement en baisse. De 1994 à la fin de 1996, la production américaine de concentré d'uranium s'est accrue chaque année. En 1997, la production de concentrés s'élevait à 2 171 t d'U, soit près de 11 % de moins qu'en 1996. En 1998, cette production a atteint 1 810 t d'U, chiffre de près de 17 % inférieur au niveau indiqué pour 1997. Depuis 1991, l'extraction par lixiviation in situ et d'autres techniques non classiques de récupération de l'uranium constituent les principaux modes de production aux États-Unis. En 1998, la production par des méthodes non classiques atteignant quelque 1 685 t d'U a principalement été assurée par six installations de lixiviation in situ au Nebraska, au Texas et au Wyoming, ainsi que par une usine de production d'uranium en tant que sous-produit en Louisiane. En 1997, de l'uranium a aussi été récupéré dans une usine du Nouveau-Mexique à partir des eaux d'exhaure, ainsi que dans une usine de l'État de Washington, à partir de matières provenant de l'assainissement de sites. Une usine classique a fonctionné en 1997, mais elle a été remise en réserve vers la fin de cette année. En 1998, trois usines classiques aux États-Unis ont récupéré de l'uranium à partir des effluents et des eaux d'exhaure.

État de la capacité théorique de production

À la fin de 1998, aucune installation classique de traitement d'uranium n'était en service aux États-Unis ; cependant six usines de traitement représentant une capacité totale de 13 060 t de minerai par jour, étaient en réserve. À la même date, on comptait aux États-Unis 14 installations non classiques (d'une capacité globale de 4 860 t d'U par an) dont six installations de lixiviation in situ (d'une capacité globale de 3 060 t d'U par an), et une installation de récupération de l'uranium en tant que sous-produit (d'une capacité de 290 t d'U par an) en exploitation, les sept autres installations étant en réserve (quatre de lixiviation in situ et trois de récupération de sous-produits).

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En 1998, des entreprises privées étrangères ont assuré la majeure partie de la production de concentrés d'uranium aux États-Unis, des entreprises contrôlées par des intérêts publics étrangers et des sociétés privées américaines ayant fourni le reste.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n°1	Centre n°2	Centre n°3	Centre n°4
Nom du centre de production	Ambrosia Lake	Canon City	Christensen Ranch	Crow Butte
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En réserve	En réserve	En service	En service
Date de mise en service	1958	1979	1989	1991
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Divers	Schwaltzwalder	Christensen Ranch, Irigaray	Crow Butte
• Type de gisement	Grès	Filonien	Grès	Grès
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	ST	ST	LIS	LIS
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Installation de traitement :				
• Type (EI/ES/LA)	LA/ES	LA/ES	LIS	LIS
• Tonnage :				
(<i>t de minerai/jour</i>)	6 350	1 090	n.d.	n.d.
(<i>tonnes courtes de minerai/jour</i>)	7 000	1 200	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production :				
(<i>tonnes d'U/an</i>)	3 300	620	250	380
(<i>tonnes courtes d'U₃O₈/an</i>)	4 290	810	330	500
Projets d'expansion	Non connus	Non connus	Non connus	Non connus

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)

	Centre n°5	Centre n°6	Centre n°7	Centre n°8
Nom du centre de production	Converse Co. Mining Vent.	Ford	Hobson	Holiday-El Mesquite
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	En réserve	En réserve	En réserve
Date de mise en service	1988	1957	1979	1979
Source de minerai : <ul style="list-style-type: none"> • Nom des gisements • Type de gisement 	Converse Co. Mining Vent. Grès	Midnite Filonien, disséminé	Divers Grès	Divers, El Mesquite Grès
Exploitation minière : <ul style="list-style-type: none"> • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%) 	LIS n.d. n.d.	CO n.d. n.d.	LIS n.d. n.d.	LIS n.d. n.d.
Installation de traitement : <ul style="list-style-type: none"> • Type (EI/ES/LA) • Tonnage : <i>(t de minerai/jour)</i> <i>(tonnes courtes de minerai/jour)</i> • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%) 	LIS n.d. n.d. n.d.	LA/ES 410 450 n.d.	LIS n.d. n.d. n.d.	LIS n.d. n.d. n.d.
Capacité nominale de production : <i>(tonnes d'U/an)</i> <i>(tonnes courtes d'U₃O₈/an)</i>	770 1 000	200 260	380 500	230 300
Projets d'expansion	Non connus	Non connus	Non connus	Non connus

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)

	Centre n°9	Centre n°10	Centre n°11	Centre n°12
Nom du centre de production	Irigaray	Kingsville Dome	New Wales	Plant City
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En réserve	En service	En réserve	En réserve
Date de mise en service	1978	1988	1980	1981
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Irigaray	Kingsville Dome	n.d.	n.d.
• Type de gisement	Grès	Grès	Phosphorite	Phosphorite
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	LIS	CO	CO
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Installation de traitement :				
• Type (EI/ES/LA)	LIS	LIS	DEPA/TOPO	DEPA/TOPO
• Tonnage :				
(<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
(<i>tonnes courtes de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production :				
(<i>tonnes d'U/an</i>)	130	500	290	230
(<i>tonnes courtes d'U₃O₈/an</i>)	180	650	380	300
Projets d'expansion	Non connus	Non connus	Non connus	Non connus

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)

	Centre n°13	Centre n°14	Centre n°15	Centre n°16
Nom du centre de production	Rosita	Shootering	Smith Ranch	Sunshine Bridge
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Prévu	Existant
Stade d'exploitation	En service	En réserve	En service	En réserve
Date de mise en service	1990	n.d.	1986	1981
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Rosita (Rogers)	Divers	Smith Ranch	n.d.
• Type de gisement	Grès	Grès	Grès	Phosphorite
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	LIS	ST	LIS	CO
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Installation de traitement :				
• Type (EI/ES/LA)	LIS	LA/ES	LIS	DEPA/TOPO
• Tonnage :				
(<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	680	n.d.	n.d.
(<i>tonnes courtes de minerai/jour</i>)	n.d.	750	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production :				
(<i>tonnes d'U/an</i>)	380	380	100	160
(<i>tonnes courtes d'U₃O₈/an</i>)	500	750	130	210
Projets d'expansion	Non connus	Non connus	Non connus	Non connus

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium (suite)

	Centre n°17	Centre n°18	Centre n°19	Centre n°20
Nom du centre de production	Sweetwater	Uncle Sam	West Cole	White Mesa
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En réserve	En service	En réserve	En réserve
Date de mise en service	1981	1978	1981	1980
Source de minerai :				
• Nom des gisements	Divers	n.d.	Divers	Divers
• Type de gisement	Grès	Phosphorite	Grès	Grès
Exploitation minière :				
• Type (CO/ST/LIS)	CO/ST	CO	LIS	ST
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Installation de traitement :				
• Type (EI/ES/LA)	LA/ES	DEPA/TOPO	LIS	LA/ES
• Tonnage :				
(<i>t de minerai/jour</i>)	2720	n.d.	n.d.	1810
(<i>tonnes courtes de minerai/jour</i>)	3000	n.d.	n.d.	2000
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production :				
(<i>tonnes d'U/an</i>)	350	290	80	1650
(<i>tonnes courtes d'U₃O₈/an</i>)	–	380	100	2140
Projets d'expansion	Non connus	Non connus	Non connus	Non connus

Notes : Facteurs de conversion : 1 tonne courte d'U₃O₈ = 0,769 t d'U.

CO	Mine à ciel ouvert.
DEPA	Acide di (2-ethyl-hexyl) phosphorique.
LA/ES	Lixiviation acide/extraction par solvants
LIS	Mine(s) exploitée(s) par lixiviation in situ.
n.d.	Non disponible.
ST	Mine(s) souterraine(s).
t de minerai/jour	Tonnes de minerai par jour, arrondies à la dizaine de tonnes la plus proche.
t d'U/an	Tonnes d'uranium par an, arrondies à la dizaine de tonnes la plus proche.
tonnes courtes de minerai/jour	Tonnes courtes de minerai par jour, arrondies à la dizaine de tonnes la plus proche.
tonnes courtes d'U ₃ O ₈ /an	Tonnes courtes d'U ₃ O ₈ par an, arrondies à la dizaine de tonnes la plus proche.
TOPO	Oxyde de trioctylphosphine.
–	Non applicable. Valeur originale en unités SI.

En 1998, la répartition de la production américaine d'uranium s'est établie comme suit en fonction du pourcentage de participation des entreprises propriétaires et exploitantes d'installations de production :

Intérêts étrangers du secteur privé :	52 %
Intérêts nationaux du secteur privé :	33 %
Intérêts étrangers du secteur public :	15 %

Emploi dans le secteur de l'uranium

Dans le secteur des matières brutes pour la production d'uranium aux États-Unis, l'emploi (exprimé en personnes-ans) s'est accru chaque année de 1993 à 1998. L'emploi total pour les activités combinées de « prospection-extraction-concentration-traitement » est passé de 793 à 911 personnes-ans entre 1997 et 1998, soit une hausse de 15 %. En 1998, les activités de remise en état ont diminué de 31 %, les effectifs employés passant de 303 personnes-ans en 1997 à 209 personnes-ans en 1998.

Centres de production futurs

En 1992, une autorisation d'exploitation commerciale par lixiviation in situ a été accordée à Rio Algom pour sa concession de Smith Ranch (Wyoming). Cette installation est maintenue en réserve et aucune date pour le démarrage de la production n'a été annoncée. En 1993, une autorisation pour la production d'uranium à l'échelle industrielle a été accordée à la société Pathfinder Mines pour son projet de lixiviation in situ à North Butte-Ruth (Wyoming) ; aucune date de mise en service de ce projet n'a été annoncée.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

La Loi de 1978 sur le contrôle radiologique des résidus de traitement de l'uranium et des matières radioactives (*Uranium Mill Tailings Radiation Control Act*), confère à l'Agence pour la protection de l'environnement des États-Unis (*U.S. Environmental Protection Agency – EPA*) la responsabilité globale d'établir les normes de déclasserement des installations de production d'uranium. Aux termes de cette Loi, il incombe à la Commission de réglementation du nucléaire des États-Unis (*U.S. Nuclear Regulatory Commission – NRC*) d'autoriser et de réglementer la production d'uranium et les activités connexes, notamment le déclasserement. Aux États-Unis, le contrôle réglementaire s'exerce par l'intermédiaire de la procédure d'autorisation de la NRC, qui prévoit que tout demandeur est tenu, avant la délivrance de l'autorisation, de soumettre à la NRC un plan de déclasserement. Lorsque le plan est accepté, il est tenu de provisionner un cautionnement visant à garantir que des fonds suffisants seront disponibles afin de réaliser la remise en état finale du site et à assurer sa surveillance à long terme lorsque la responsabilité du site sera transférée au Ministère de l'énergie des États-Unis (*U.S. Department of Energy*) ou à tout autre organisme public compétent de l'État concerné. Dans une étude concernant les projets américains de remise en état publiée en 1995, il a été constaté qu'environ 54 % du total des coûts de déclasserement des sites d'installations classiques de traitement de l'uranium sont consacrés à la remise en état des résidus de traitement de l'uranium.

Pour 33 projets de remise en état de sites d'installations classiques de traitement, les coûts moyens de déclassement supportés étaient de l'ordre de 14,1 millions de USD, à savoir : 7,7 millions de USD pour la remise en état des résidus, 2,3 millions de USD pour la restauration de la qualité des eaux souterraines, 0,9 million de USD pour le démantèlement des usines et 3,2 millions de USD pour les coûts indirects. En ce qui concerne la remise en état des sites de production non classiques (lixiviation in situ) aux États-Unis, la majeure partie des coûts de déclassement (40 %) a été consacrée aux travaux de restauration de la qualité des eaux souterraines. Le coût moyen de déclassement des sites non classiques s'est élevé à 7 millions de USD, dont 2,8 millions ont été affectés à la restauration de la qualité des eaux souterraine, 0,9 million de USD à la remise en état des champs de captage, 0,6 million de USD au démantèlement des bâtiments et des structures de l'installation, 1,2 million de USD à la remise en état des bassins d'évaporation et des puits d'évacuation, ainsi qu'à des levés radiométriques, etc., et 1,4 million de USD aux coûts indirect.

Aux États-Unis, la remise en état de certaines installations de production d'uranium désaffectées, notamment de sites d'installation et de résidus miniers, est aussi assurée par des organismes publics des États concernés. Ces activités sont autorisées et financées conformément au Titre 4, visant la remise en état des mines désaffectées (« Abandoned Mine Reclamation ») de la Loi de 1977 sur le contrôle et la remise en état des sols après l'extraction à ciel ouvert (*Surface Mining Control and Reclamation Act – SMCRA*). Les données liées à la remise en état des sites de production d'uranium conformément à la législation prise en vertu de la SMCRA, sont compilées par les divers organismes publics des États concernés.

Les données actuelles sur les travaux réalisés depuis 1994 en vertu de l'UMTRCA et celles obtenues au niveau des États sur les travaux exécutés en vertu de la SMCRA, n'ont pas été compilées.

BESOINS EN URANIUM

En 1997, les centrales de Maine Yankee et de Big Rock Point ont été définitivement fermées. En 1998, la tranche 1 de la centrale de Millstone, ainsi que les tranches 1 et 2 de la centrale de Zion, ont connu le même sort.

Au cours de la période allant jusqu'à 2015, on prévoit que les besoins annuels des États-Unis en uranium vont culminer à 18 100 t d'U en 1999, pour décliner ensuite jusqu'en 2015. D'après les projections, les besoins annuels devraient d'ici à cette date retomber à environ 11 200 t d'U (hypothèse de référence) par suite de la fermeture attendue des centrales nucléaires dont l'autorisation d'exploitation ne sera pas renouvelée, ou à 2 300 t d'U dans une hypothèse basse.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Il n'existe pas aux États-Unis de politique nationale d'achat d'uranium ni de politique nationale d'approvisionnement en uranium. Les décisions concernant la production, les approvisionnements, les ventes et les achats d'uranium sont prises uniquement à titre privé par les entreprises intervenant dans le secteur minier de l'uranium et celui de l'électronucléaire au plan national.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Depuis 1991, les États-Unis ont limité leurs importations d'uranium en provenance des républiques de l'ex-Union soviétique. À la fin de 1998, les accords en vigueur avec la Fédération de Russie, le Kirghizistan et l'Ouzbékistan prévoyaient que les importations en provenance de ces républiques seraient limitées, en contrepartie de la suspension par le Ministère du commerce des États-Unis (*U.S. Department of Commerce – DOC*) de ses enquêtes antidumping. Conformément à l'accord suspensif conclu avec la Fédération de Russie, dans le cadre du contingent spécifié, toute importation d'uranium ou d'unités de travail de séparation (UTS) d'origine russe faisant l'objet d'une transaction commerciale sur le marché américain doit correspondre à une quantité égale d'uranium neuf ou d'UTS produite aux États-Unis. L'accord suspensif passé avec l'Ouzbékistan établit un contingent d'importation fondé sur les niveaux de production d'uranium aux États-Unis. L'uranium extrait des mines de la Fédération de Russie ou d'Ouzbékistan et destiné à la vente aux États-Unis est imputé directement au contingent de chacun de ces pays, que la matière soit importée sous forme d'uranium naturel ou de produit d'alimentation entrant dans un produit enrichi dans un pays tiers. Aucun contingent d'importation n'a été fixé dans le cas du Kirghizistan en l'absence de toute activité d'extraction de minerai d'uranium dans ce pays depuis l'ouverture des enquêtes antidumping.

Le Kazakhstan, le Tadjikistan et l'Ukraine ont mis fin aux accords suspensifs antérieurs passés avec le DOC. Ce faisant, ils ont accepté l'imposition de droits de douane par le DOC. En juillet 1999, la Commission du commerce internationale des États-Unis (*U.S. International Trade Commission – ITC*) a décidé que les importations d'uranium du Kazakhstan ne portaient pas préjudice à l'industrie américaine de l'uranium. La décision de l'ITC ouvre donc sans restriction le marché américain au Kazakhstan. Les droits de douane demeurent toutefois applicables aux importations d'uranium en provenance du Tadjikistan et de l'Ukraine.

Aux termes de la législation américaine, la part d'uranium naturel dans l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi utilisé dans les armes nucléaires russes est réputée être d'origine russe. Pour prendre en compte la livraison aux consommateurs américains d'uranium naturel obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe, un contingent direct, distinct de l'accord suspensif antidumping conclu avec la Fédération de Russie, a été fixé par la Loi sur la privatisation de la Société d'enrichissement des États-Unis (*United States Enrichment Corporation – USEC*). Ce contingent doit être progressivement porté de 769 t en équivalent d'U en 1998 à 7 690 t en équivalent d'U en 2009. Depuis les derniers mois de 1997, le DOC a mis au point des procédures permettant d'administrer et de faire respecter le contingent assigné à l'uranium naturel obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe. Aucune restriction n'a toutefois été imposée à la composante UTS de l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe.

Accord relatif à l'uranium hautement enrichi

En février 1993, les États-Unis et la Fédération de Russie ont signé un Accord sur le traitement final de l'uranium hautement enrichi extrait des armes nucléaires [*Agreement between the Government of the United States and the Government of the Russian Federation Concerning the Disposition of Highly Enriched Uranium Extracted from Nuclear Weapons*], soit plus brièvement l'Accord sur l'uranium hautement enrichi d'origine russe. Cet accord prévoit l'achat par les États-Unis de 500 t d'uranium russe hautement enrichi sur une période de 20 ans. En novembre 1995, du

combustible obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi provenant du démantèlement d'armes nucléaires a été livré pour la première fois à une compagnie d'électricité américaine. L'USEC, qui est l'organisme américain chargé de la mise en œuvre de l'Accord sur l'uranium hautement enrichi d'origine russe, n'achète actuellement que la composante UTS de l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi pour la vendre à ses clients commerciaux. Elle renvoie à l'organisme russe chargé de la mise en œuvre de l'Accord, la composante en équivalent d'uranium naturel de l'uranium faiblement enrichi

En mars 1999, un consortium de fournisseurs occidentaux d'uranium et le Gouvernement de la Fédération de Russie ont signé un contrat visant l'uranium naturel utilisé comme produit d'alimentation qui est contenu dans l'uranium faiblement enrichi obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine russe. Sur les 9 100 tonnes d'U devant être mises à disposition chaque année en tant que produit d'alimentation contenu dans l'uranium hautement enrichi, les fournisseurs occidentaux détiennent une option d'achat pour une quantité pouvant atteindre 6 700 t d'U provenant de la Fédération de Russie. L'uranium non utilisée par les fournisseurs occidentaux ou la Fédération de Russie sera stocké en vue d'une utilisation ultérieure de la manière spécifiée dans le contrat. Afin de faciliter la signature de ce contrat, le Gouvernement des États-Unis a accepté, en 1998, de différer la vente de certains stocks du DOE pendant 10 ans et d'acquérir les produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi d'origine russe, qui ont été stockés en 1997 et 1998. La vente des produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi d'origine russe acquis par le Gouvernement des États-Unis serait aussi différée pendant 10 ans. Les États-Unis et la Fédération de Russie ont conclu des accords bilatéraux afin d'autoriser le transport vers les États-Unis de produits d'alimentation tirés de l'uranium hautement enrichi provenant de la Fédération de Russie.

Uranium hautement enrichi d'origine américaine

En avril 1999, le DOE et la Tennessee Valley Authority (TVA) ont signé une lettre d'intention en vertu de laquelle la TVA utiliserait l'uranium faiblement enrichi obtenu par mélange à partir des excédents américains d'uranium hautement enrichi. Cet uranium faiblement enrichi est considéré comme « non conforme », car sa teneur en ^{236}U dépasse les limites prévues pour le combustible nucléaire commercial. En mai 1999, quatre assemblages d'essai principaux en uranium faiblement enrichi non conforme ont été chargés dans la tranche n°2 de la centrale nucléaire de Sequoyah. La TVA compte pouvoir utiliser de l'uranium faiblement enrichi non conforme obtenu à partir de l'uranium hautement enrichi d'origine américaine pour alimenter ses réacteurs nucléaires d'ici à 2003.

Le réduction de l'enrichissement par mélange des quelque 50 t d'uranium hautement enrichi qui ont été transférées du DOE à l'USEC devrait débuter en 1999. Ce transfert a été autorisé par la Loi sur la privatisation de l'USEC. L'AIEA sera en mesure d'exercer une surveillance dans le cadre du système de garanties aux deux extrémités du processus de mélange de l'uranium hautement enrichi.

STOCKS D'URANIUM

À la fin de 1998, le volume total des stocks commerciaux d'uranium (naturel et enrichi exprimé en équivalent d'U) s'élevait à 52 910 t d'U, soit une augmentation de 29 % par rapport à ceux indiqués la fin de 1997. À la fin de 1998, les compagnies d'électricité détenaient des stocks d'environ 25 730 t d'U, en augmentation de 2 % par rapport à la fin de 1997, tandis que les stocks des fournisseurs s'élevaient à environ 27 180 t d'U, soit un accroissement de 75 % au cours de la même

période. Les fournisseurs ont fait état de stocks d'uranium enrichi atteignant à la fin de 1998 environ 13 790 t d'U, en augmentation d'environ 19 % par rapport à la fin de l'année précédente. Quant aux stocks d'uranium détenus conjointement par le Gouvernement des États-Unis et l'USEC, ils s'élevaient à la fin de 1998 à environ 9 410 t d'uranium naturel, soit environ 54 % de moins qu'à la fin de 1997. Leurs stocks d'uranium enrichi étaient inexistant à la fin de 1997 et de 1998.

Total des stocks d'uranium*

(tonnes d'équivalent d'uranium naturel)

Détenteur	Uranium sous forme de concentrés	Uranium enrichi	Uranium appauvri	Uranium retraité	Total
Secteur public	9 410	0	n.d.	n.d.	9 410
Producteurs	13 390	13 790	n.d.	n.d.	27 180
Compagnies d'électricité	16 280	9 450	n.d.	n.d.	25 750
Total**	39 080	23 240	n.d.	n.d.	62 320

* Données provisoires pour 1998. Les totaux ont été arrondis à la dizaine de tonnes d'U la plus proche.

** Il se peut que les totaux ne correspondent pas à la somme des différents éléments, ces derniers ayant été arrondis séparément.

PRIX DE L'URANIUM

Prix moyens de l'uranium aux États-Unis de 1990 à 1998 (USD/kg d'équivalent d'U)		
Année	Approvisionnement auprès de fournisseurs nationaux	Approvisionnement auprès de fournisseurs étrangers
1998	31,99	29,08
1997	33,46	30,69
1996	35,91	34,19
1995	28,89	26,52
1994	26,79	23,27
1993	34,17	27,37
1992	34,96	29,48
1991	35,52	40,43
1990	40,82	32,63

Les prix indiqués sont les prix moyens (en dollars courants des États-Unis), pondérés en fonction des quantités, s'appliquant à toutes les transactions primaires (uranium tant d'origine américaine et qu'étrangère) pour lesquelles des données ont été fournies. Ces transactions peuvent porter sur de l'uranium d'origine américaine aussi bien qu'étrangère.

• Finlande •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Des activités de prospection de l'uranium ont été menées en Finlande de 1955 à 1989, d'abord par plusieurs organisations, et ensuite, à partir de la fin des années 70, principalement par le Bureau de recherches géologiques (voir l'édition de 1995 du Livre rouge). Depuis qu'ils ont été entrepris au début des années 70, les programmes régionaux de cartographie géophysique et géochimique aérienne ont joué un rôle important dans la prospection de l'uranium.

La répartition des provinces uranifères et les contextes géologiques des gisements d'uranium, y compris les teneurs (en pourcentage d'U) et les tonnages d'uranium in situ, peut se résumer comme suit :

1. Province de Kolari-Kittilä (Laponie occidentale), comportant le gisement de type gréseux de Kesänkitunturi (0,06 % d'uranium ; 950 tonnes d'U) et le gisement de type filonien de Pahtavuoma (0,19 % d'uranium ; 500 tonnes d'U), respectivement renfermés dans du quartzite paléo-protérozoïque et des schistes graphitiques liés à des roches vertes ;
2. Province de Kuusamo (nord-est de la Finlande), comportant des indices d'uranium formés par métasomatose et liés à des minéralisations d'or et de cobalt dans une séquence de quartzites paléoprotérozoïques et de roches volcaniques mafiques ;
3. Province historique de Koli (Finlande orientale), comportant plusieurs petits gisements d'uranium de type gréseux (Ipatti, Martinmonttu et Ruunaniemi : 0,08 à 0,14 % d'uranium ; 250 tonnes d'U) et épigénétiques (ancienne mine de Paukkajanvaara), ainsi que des indices de conglomérats à galets de quartz renfermant de l'uranium et du thorium dans des quartzites datant du Paléoprotérozoïque, avec une zone d'intérêt supplémentaire de type lié à des discordances dans un régolithe paléoprotérozoïque ;
4. Province d'Uusimaa en Finlande méridionale, comportant des indices uranifères de type intrusif dans les migmatites granitiques datant du Paléoprotérozoïque, représentés par le gisement de Palmottu (0,1 % d'uranium ; 1 000 tonnes d'U).

Parmi les contextes géologiques considérés figurent aussi :

- des phosphorites uranifères liées à des roches carbonatées sédimentaires datant des séquences du Paléoprotérozoïque, par exemple, les gisements uranifères de Lampinsaari (0,03 % d'uranium ; 700 tonnes d'U) et de Nuottijärvi (0,04 % d'uranium ; 1 000 tonnes d'U) ;
- des minéralisations d'uranium et des filons de roches uranifères carbonatées dans des dykes de diabase à albitite et albite datant du Paléoprotérozoïque, situés principalement en Finlande septentrionale ;

- des dykes et des filons uranifères et thorifères de granite à pegmatite datant du Paléoprotérozoïque ;
- des concentrations en surface d'uranium jeune dans de la tourbe récente.

Il se peut que de l'uranium récupérable comme sous-produit soit présent à faible teneur (0,001 à 0,004 % d'uranium) dans le gisement de nickel-cuivre-zinc de Talvivaara renfermé dans des schistes noirs datant du Paléoprotérozoïque, situé en Finlande centrale, ainsi que dans le pyrochlore contenu dans la carbonatite de Sokli datant du Paléozoïque (0,01 % d'uranium) en Laponie orientale.

Activités récentes et en cours

Actuellement, il n'y a pas d'activités de prospection de l'uranium en cours en Finlande. Le levé cartographique aérogéophysique régional à basse altitude se poursuit, couvrant de 10 000 à 15 000 km² en moyenne chaque année.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

La Finlande fait état de 1 500 tonnes d'U dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 \$/kg d'U. Ces ressources sont renfermées dans les gisements de Palmottu et de Pahtavuoma.

Des RRA représentant 2 900 tonnes d'U supplémentaires récupérables à des coûts compris entre 130 et 260 \$/kg d'U sont renfermées dans les gisements de Nuottijärvi, de Lampinsaari et de Kesänkitunturi, ainsi que dans la région de Koli (Ipatti, Martinmonttu et Ruunaniemi).

Ressources non classiques et autres matières

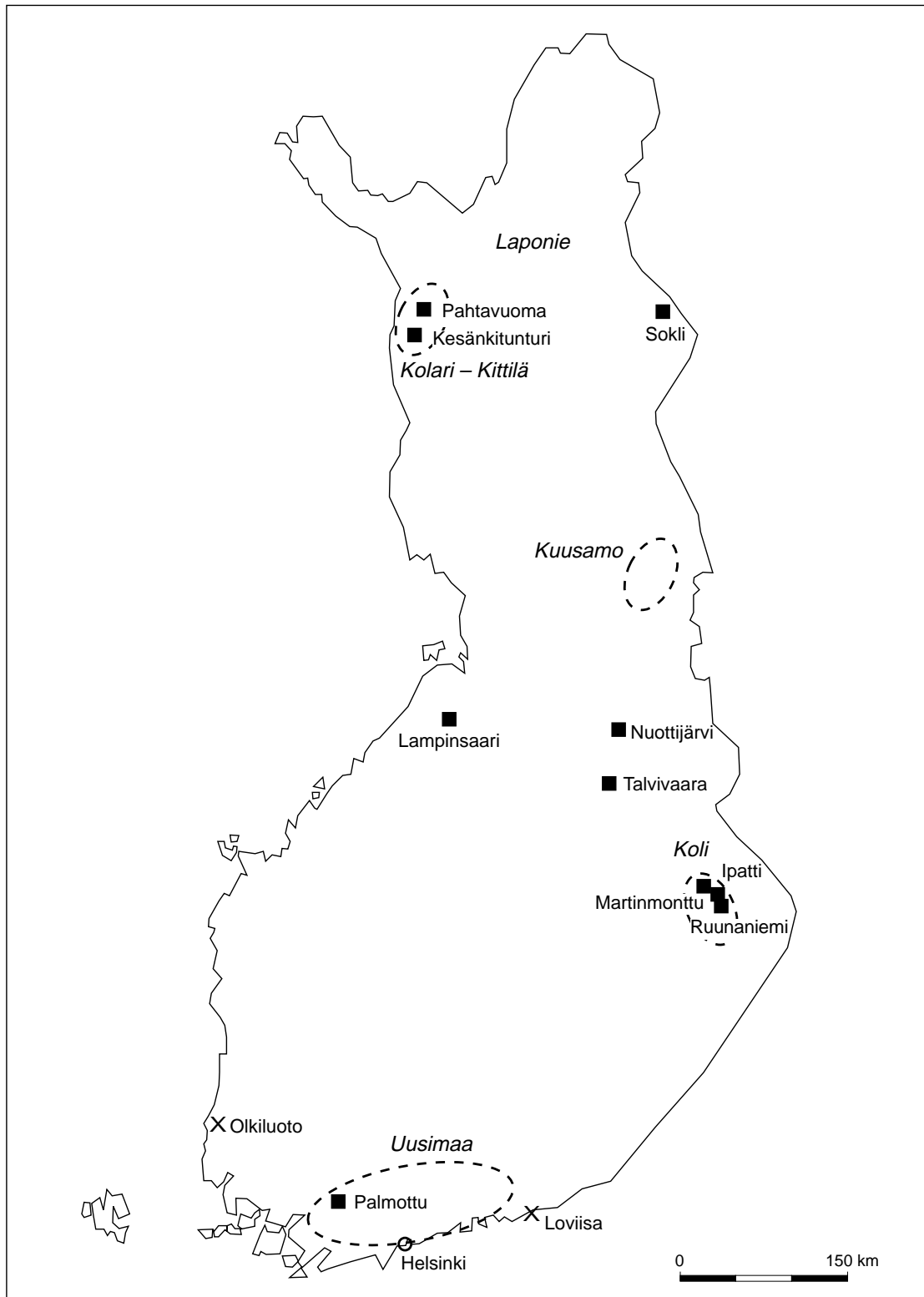
Les ressources récupérables en tant que sous-produits incluent entre 3 000 et 9 000 tonnes d'U contenues dans des schistes noirs datant du Protérozoïque (Talvivaara), auxquelles s'ajoutent 2 500 tonnes d'U renfermées dans la carbonatite de Sokli.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La production d'uranium en Finlande s'est limitée à la mine de Paukkajanvaara qui a été exploitée comme installation pilote de 1958 à 1961 et dont le déclassement est maintenant achevé. Ce sont au total 40 000 tonnes de minerai qui ont été extraites, la quantité de concentrés produite s'étant élevée à environ 30 tonnes d'U.

Gisements et indices d'uranium en Finlande



CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Un programme de recherche sur la modélisation du transport des radionucléides se poursuit au voisinage du gisement de Palmottu, où les trous de forage de prospection restants offrent des sites appropriés pour réaliser des études hydrogéologiques et géochimiques. Cinq pays européens participent à ce projet.

Selon la législation finlandaise en vigueur, l'exportation de combustible nucléaire irradié n'est pas autorisée au-delà de 1996. Les deux grandes compagnies d'électricité de Finlande, la *Teollisuuden Voima Oy* (TVO) et la *Fortum Power and Heat Oy* (FPH, précédemment *Imatran Voima Oy*) collaborent à l'étude de l'évacuation définitive du combustible nucléaire irradié dans le soubassement rocheux de la Finlande. Au début de 1996, elles ont établi une société mixte, *Posiva Oy*, chargée du programme d'évacuation des déchets nucléaires. *Posiva Oy* a fait des études détaillées sur quatre sites. Le site définitif sera choisi en l'an 2000.

Les déchets de faible et moyenne activité sont évacués dans des dépôts souterrains. Un dépôt est en service depuis mai 1992 à la centrale nucléaire de la TVO à Olkiluoto. Quant au second dépôt, qui est situé à la centrale nucléaire de FPH, à Loviisa, il est en service depuis avril 1998.

BESOINS EN URANIUM

Au début de 1999, la Finlande avait quatre réacteurs en exploitation : Olkiluoto 1 et 2, appartenant à la TVO, et Loviisa 1 et 2, appartenant à FPH. Leur puissance installée s'élevait à 2,65 GWe au 31 décembre 1998. Aucun nouveau réacteur n'est en construction ni prévu.

Les besoins en uranium de ces quatre réacteurs ont été d'environ 550 tonnes d'U par an.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La TVO se procure de l'uranium naturel, des services d'enrichissement et de fabrication du combustible auprès de plusieurs pays. La FPH achète des assemblages combustibles à la Fédération de Russie, mais a commandé des assemblages à une autre source à titre d'essai.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Depuis la publication de l'édition de 1997 du Livre rouge, il n'y a pas eu d'évolution sensible de la politique de la Finlande relative à l'uranium.

STOCKS D'URANIUM

Les compagnies d'électricité exploitant des centrales nucléaires maintiennent des réserves d'assemblages combustibles représentant environ un an d'exploitation (720 tonnes d'équivalent d'uranium naturel). En outre, la TVO possède des stocks à l'étranger, 730 t d'U naturel et environ 400 tonnes d'équivalent d'uranium naturel sous forme d'uranium enrichi, permettant de couvrir une année supplémentaire d'exploitation. Il n'est pas jugé nécessaire d'accumuler des stocks supplémentaires d'uranium naturel en Finlande.

PRIX DE L'URANIUM

Pour des raisons de confidentialité, les données relatives aux prix ne sont pas disponibles.

• France •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

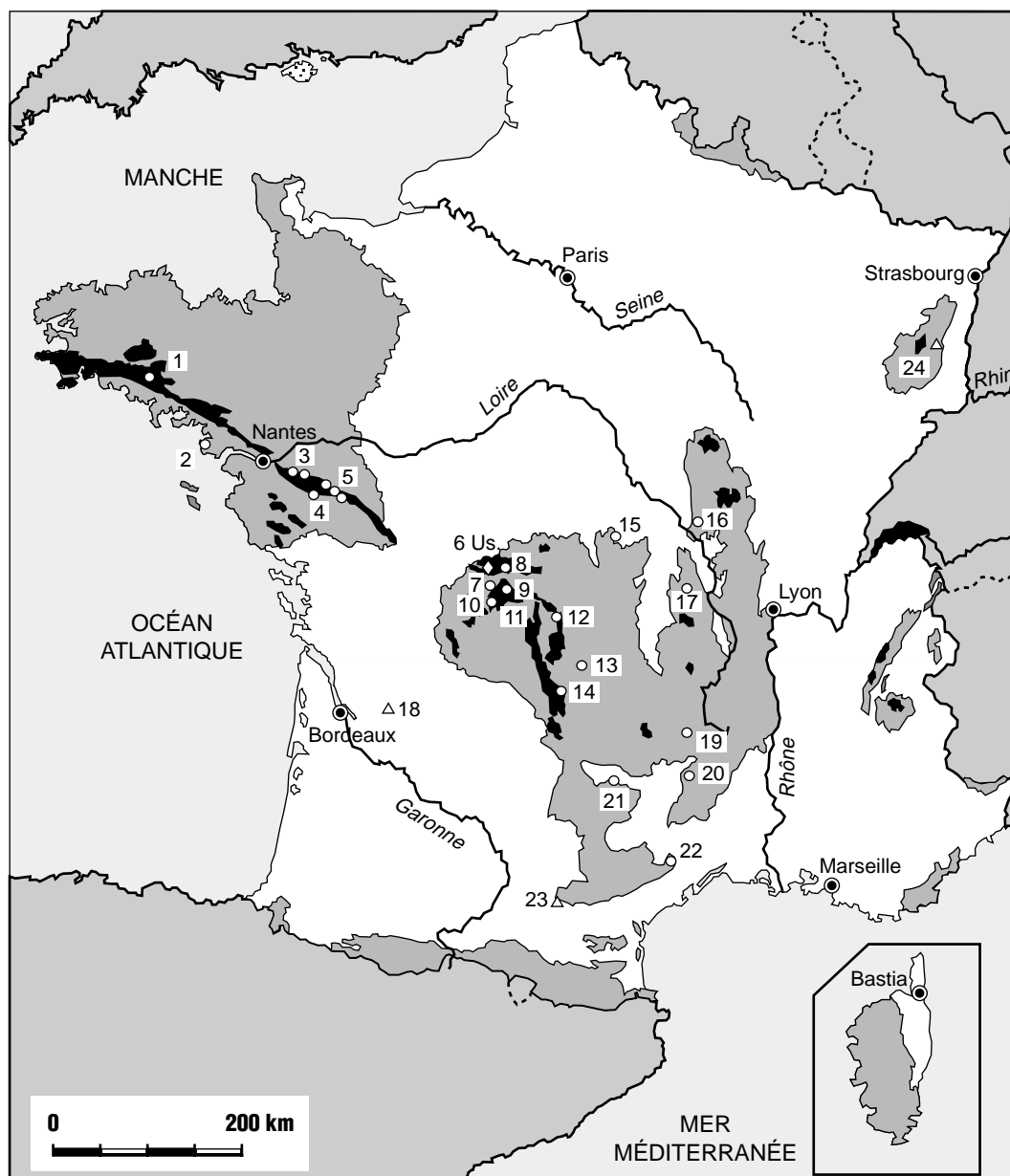
La prospection de l'uranium en France a commencé en 1946, focalisée sur des gîtes à minéraux d'uranium déjà connus et les quelques minéralisations trouvées au cours de la recherche de radium.

La prospection basée sur la radiométrie pédestre, autoportée et aéroportée ainsi que, très précocement, sur la cartographie géologique, a conduit en 1948 à la découverte du gisement historiquement important de La Crouzille. Dès 1955, des gisements étaient connus dans les granitoïdes du Limousin, du Forez, de Vendée et du Morvan.

S'appuyant sur la cartographie géologique et sur des techniques radiométriques, géophysiques et géochimiques, l'exploration s'est d'abord développée dans le voisinage des gisements connus. Elle s'est ensuite étendue aux formations sédimentaires des petits bassins intragranitiques ainsi qu'aux formations terrigènes issues de l'érosion des massifs cristallins anciens et situées principalement au nord et au sud du Massif central.

L'effort français de prospection a bénéficié, entre 1977 et 1981, d'une aide gouvernementale (Plan d'aide à la prospection de l'uranium), dont la dotation globale fut d'environ 38 millions de dollars des États-Unis. Cette aide était destinée à encourager les opérations de prospection en France et à l'étranger, portant sur des sites prometteurs mais à niveau de risque élevé. En principe, elle était plafonnée à 35 % du coût total du projet et était remboursable en cas de découverte de gisement exploitable dans le périmètre défini.

Principaux gisements d'uranium en France



Gisements d'uranium :	1. Pontivy	8. Bellezane	16. Grury
◇ En exploitation	2. Pennaran	9. Fanay	17. Les Bois Noirs
△ En préparation	3. Le Chardon	Le Fraisse	18. Coutras
○ Exploité	L'Écarpière	10. Magnac	19. Le Cellier
Us. Usine de concentration	4. Beaurepaire	Vénachat	Les Pierres Plantées
■ Leucogranite	5. La Chapelle Largeau	11. Henriette	20. Les Bondons
□ Massif varisque	La Commanderie	12. Hyverneresse	21. Bertholène
	La Dorgissière	13. S ^t -Pierre-du-Cantal	22. Mas Laveyre
	6. Le Bernardan (Maihac)	14. La Besse	23. Trévile
	7. Le Brugeaud	15. Cerilly	24. S ^t -Hyppolyte

Source : CEA-DCC/MNC, juin 97.

Activités récentes et en cours

Depuis 1987, les activités de prospection de l'uranium sont en régression en France. Après une focalisation des travaux vers les zones situées autour des centres de production dans l'espoir de découvrir, dans leur voisinage, des gisements plus susceptibles d'être exploitables, les activités de prospection se limitent désormais exclusivement à celles associées à l'exploitation.

Les recherches sont localisées uniquement dans le nord-ouest du Massif central où la Société des mines de Jouac, filiale de la Cogéma, poursuit l'exploitation du gisement du Bernardan. Les activités de prospection ont confirmé en 1998 que les réserves économiquement exploitables du gisement ne permettent pas d'envisager une prolongation de l'exploitation au delà de l'an 2001.

À l'étranger, la Cogéma a surtout concentré ses efforts sur certaines cibles dans le but de découvrir des ressources exploitables, malgré une conjoncture défavorable sur le marché.

En Australie, au Canada, aux États-Unis, au Niger et en Asie Centrale, la Cogéma poursuit directement ou indirectement des activités de prospection ou de développement de l'uranium par l'intermédiaire de ses filiales. Au Canada, aux États-Unis et au Niger, elle est également engagée dans des activités d'exploitation minière. Par ailleurs, sans être exploitant, elle détient des actions dans plusieurs exploitations minières et projets de recherches dans différents pays.

Les sociétés françaises de prospection opérant sur le territoire métropolitain ou à l'étranger sont toutes des sociétés de droit privé dans lesquelles l'État français détient des participations par l'intermédiaire des sociétés-mères.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage en France

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses de prospection	5 992	0	0	0
Dépenses de développement	35 400	10 000	6 207	0
TOTAL DES DÉPENSES <i>(milliers de francs français)</i>	41 392	10 000	6 207	0
<i>(milliers de dollars des États-Unis)</i>	7 960	1 742	1 040	0
Total des forages en mètres	24 400	28 400	3 000	0
Nombre total de trous forés	NA	NA	15	0

Dépenses de prospection de l'uranium à l'étranger

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
TOTAL DES DÉPENSES⁽¹⁾ <i>(milliers de francs français)</i>	35 400	51 500	52 400	44 600
<i>(milliers de dollars des États-Unis)</i>	6 808	8 972	8 777	7 933

(1) Les sociétés engagées dans la prospection de l'uranium en France sont des sociétés de droit privé dans lesquelles L'État français détient une part prépondérante mais où les investissements privés ne sont pas absents. Si, pour des besoins statistiques, on souhaitait scinder les dépenses en deux parts correspondant aux intérêts publics et privés dans le capital des sociétés, il faudrait multiplier les valeurs indiquées respectivement par les facteurs 0,815 et 0,185, respectivement.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

L'épuisement des ressources lié à la production minière en 1997 et 1998 n'a pas été compensé par de nouvelles découvertes. Comme les activités de prospection de l'uranium ont cessé en dehors des alentours immédiats des centres de production existants, il est probable que cette tendance à la baisse des ressources se prolonge.

Les ressources connues (RRA et RSE-I) au 1^{er} janvier 1999 sont en baisse de 19 % par rapport au 1^{er} janvier 1997.

Les ressources connues appartenant à la catégorie de coût inférieur à 80 \$/kg d'U sont réévaluées chaque année. La plus grande partie des RRA et RSE-I entrant dans la tranche de coût compris entre 80 \$ à 130 \$/kg d'U (celles qui ne sont pas situées dans des gisements en exploitation) ont été évaluées il y a plus de cinq ans.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources non découvertes ne font pas, en France, l'objet d'une étude systématique.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Par suite des fermetures de mines signalées dans les précédentes éditions du Livre rouge, la production française d'uranium est en baisse depuis 1990. La production des usines de traitement qui était de 1 106 t d'U en 1995, est tombée à 930 t d'U en 1996, et avec la fermeture de la mine de Lodève en 1997, la production de la seule usine restante en 1998 (Le Bernardan) a été de 507 t d'U. En 1999, elle devrait se situer vers 465 t d'U.

État de la capacité théorique de production

Une seule usine de traitement de minerai d'une capacité nominale de 600 tU par an reste en activité. Aucune autre unité de production n'est en construction, planifiée ou envisagée.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Avec l'échange de participation entre la Cogéma et Total S.A. en juin 1993, la Cogéma, qui a acquis l'ensemble des activités minières de Total dans le domaine de l'uranium, est le seul groupe français opérant dans le secteur minier de l'uranium. En France, c'est sa filiale, la Société des Mines de Jouac, qui exploite le gisement du Bernardan, tandis qu'elle exploitait directement celui de Lodève, actuellement en cours de réaménagement.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2
Nom du centre de production	Lodevois Simo (Cogéma)	Le Bernardan SMJ (Cogéma)
Catégorie de centre de production	Arrêté	Existant
Stade d'exploitation	Fermé	En service
Date de mise en service	1981	1979
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement	Mas Laveyre Corps minéralisés sur failles dans pélites	Bernardan Filonien et corps minéralisés dans granite
Exploitation minière : • Type (CO/ST/in situ) • Tonnage (<i>t de minerai/an</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST 165 000	CO/ST 83 000
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	PAL/EST 1 400 90	LA/EI 500 97,1
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	1 000	600
Projets d'expansion	Néant	Néant
Autres remarques	Arrêt définitif en octobre 1998	

Emploi dans le secteur de l'uranium

La baisse d'activité en France dans l'industrie minière de l'uranium se traduit depuis 1984 par une diminution des emplois dans ce secteur, réduction qui s'est accélérée avec la fermeture des mines.

Centres de production futurs

Dans le contexte actuel du marché de l'uranium, il n'est pas envisagé de développer de nouveaux centres de production dans un avenir proche.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Trois périodes principales se succèdent dans une zone présentant des gisements d'uranium exploitables. Les différents aspects environnementaux qu'il faut prendre en compte pour éviter les atteintes à l'environnement sont les suivantes :

La période d'activité d'extraction et de traitement des minerais

Les problèmes identifiés en période d'extraction et de traitement sont liés :

- Aux volumes importants des produits générés et manipulés :

Produits solides tels que les stériles de mines, les résidus de traitement, les boues résiduelles du traitement des effluents. Certains de ces produits constituent, de par leur composition, des termes sources potentiels de pollution ; le principal problème est la dispersion éventuelle par les vecteurs air et eau des polluants contenus, tels que radionucléides et métaux lourds associés.

Produits liquides : essentiellement les eaux d'exhaure des travaux miniers, les effluents des procédés, les eaux d'essorage des produits solides à gérer qui nécessitent, en fonction de leur qualité très fluctuante, contrôle et traitement, le cas échéant, avant rejet dans le milieu naturel.

- Aux travaux miniers souterrains qui modifient temporairement le contexte hydrogéologique local et peuvent présenter un risque d'instabilité. Un réseau de piézomètres de surveillance et des contrôles de stabilité sont nécessaires.
- Aux travaux miniers à ciel ouvert dont il faut limiter l'impact paysager, assurer la stabilité tout en veillant, par contrôle de la qualité de l'air au niveau des installations et de l'environnement proche, à réduire la dispersion éventuelle des poussières polluantes.

La période post-activités : réaménagement

Les problèmes environnementaux découlent directement des activités passées ; le réaménagement des sites correspond à la période pendant laquelle sont entrepris tous les travaux destinés à réduire, voire si possible, à supprimer l'impact résiduel sur l'environnement des différents termes sources et des installations minières et industrielles. Les mesures à prendre concernent principalement :

- la mise en place d'un drainage sélectif des eaux ;
- la mise en sécurité géotechnique des liaisons fond-jour et des niveaux les plus proches de la surface pour éviter les éboulements différés ;
- le remodelage des verses à stériles pour en garantir la stabilité et assurer leur intégration paysagère locale ;
- la mise en place d'une couverture stérile et protectrice sur les stockages de résidus de traitement, et le cas échéant, le remodelage de digues de retenue ;
- le démantèlement des installations et élimination des produits non réutilisables ;
- la revégétalisation pour parfaire la stabilité de la couverture et l'intégration paysagère.

La période post-réaménagement : le maintien de la surveillance

Il s'agit d'abord d'une période de surveillance active qui suit celle de réalisation des travaux destinés à limiter, de façon durable, l'impact résiduel du site sur son environnement.

Ceci se fait par le maintien du suivi de l'évolution :

- de la qualité de l'air (radiations γ - radon – poussières) dans l'environnement proche,
- de la qualité des différents types d'eau, pour contrôler leur chimisme et en particulier celle du drainage minier acide avant leur retour au milieu naturel,
- de la stabilité des travaux miniers mis en sécurité,
- de l'impact résiduel du site par des analyses de la flore, de la faune et de la chaîne alimentaire dans son environnement naturel.

À partir de cette base de données, l'utilisation de modèles prédictifs peut être envisagée pour approcher le comportement à moyen et long termes du site et adapter les moyens préventifs et curatifs à maintenir pendant la période probatoire suffisante pour atteindre un retour à équilibre satisfaisant avec l'environnement. À l'expérience, il s'avère que ce sont les problèmes de qualité des eaux d'une part et de stabilité des terrains (en particulier pour les sites miniers arrêtés de longue date) qui nécessitent la surveillance la plus vigilante.

Au fur et à mesure, la situation évolue vers une surveillance passive. Les dispositifs de surveillance et les analyses pourront alors être allégés, après étude argumentée des résultats acquis. Dans le contexte actuel, la surveillance des stockages de résidus de traitement doit être maintenue compte tenu de la durée de vie des radionucléides présents. Des modélisations fiables de leur évolution sont cependant en cours d'étude.

Coût de la protection de l'environnement

Forez	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Opérations préliminaires d'évaluation de l'impact sur l'environnement	0	0	0	0	0
Surveillance	1 274	1 648	2 200	2 000	7 122
Couverture des réservoirs de stockage de résidus	0	0	0	0	0
Démantèlement/décontamination	0	0	0	0	0
Gestion des effluents (gazeux, liquides)	0	0	1 000	1 000	2 000
Réhabilitation du site	0	0	200	0	200
Évacuation des déchets	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (x 1 000)	1 274	1 648	3 400	3 000	9 322

Hérault	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Opérations préliminaires d'évaluation de l'impact sur l'environnement	0	0	0	0	0
Surveillance	4	0	0	1 758	1 762
Couverture des réservoirs de stockage de résidus	0	0	0	0	0
Démantèlement/décontamination	5 176	1 307	23 118	5 105	34 706
Gestion des effluents (gazeux, liquides)	0	0	10 613	183	10 430
Réhabilitation du site	59 448	40 154	19 088	3 918	122 608
Évacuation des déchets	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (x 1 000)	64 628	41 461	52 819	10 964	169 506

La Crouzille	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Opérations préliminaires d'évaluation de l'impact sur l'environnement	0	0	0	0	0
Surveillance	11 502	3 672	3 833	4 956	23 963
Couverture des réservoirs de stockage de résidus	0	0	0	0	0
Démantèlement/décontamination	22 088	263	200	125	22 676
Gestion des effluents (gazeux, liquides)	13 468	5 771	6 050	6 231	31 520
Réhabilitation du site	242 457	18 083	15 415	172	276 127
Évacuation des déchets	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (x 1 000)	289 515	27 789	25 498	11 484	354 286

Vendée	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Opérations préliminaires d'évaluation de l'impact sur l'environnement	0	0	0	0	0
Surveillance	9 409	2 815	2 820	2 050	17 094
Couverture des réservoirs de stockage de résidus	0	0	0	0	0
Démantèlement/décontamination	14 889	0	0	0	14 889
Gestion des effluents (gazeux, liquides)	5 630	1 559	2 193	1 458	10 840
Réhabilitation du site	176 576	576	2 118	270	179 540
Évacuation des déchets	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (x 1 000)	206 504	4 950	7 131	3 778	222 363

Autres	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Opérations préliminaires d'évaluation de l'impact sur l'environnement	0	0	0	0	0
Surveillance	6 324	1 069	1 474	884	9 751
Couverture des réservoirs de stockage de résidus	0	0	0	0	0
Démantèlement/décontamination	16	0	0	0	16
Gestion des effluents (gazeux, liquides)	0	23	0	0	23
Réhabilitation du site	27 547	76	0	0	27 623
Évacuation des déchets	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	0	0	0	0	0
TOTAL en FRF (x 1 000)	33 887	1 168	1 474	884	37 413

BESOINS EN URANIUM

Besoins en uranium et stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Le parc de réacteurs nucléaires est en train de se stabiliser avec la mise en service industriel des quatre réacteurs N4. Les puissances nucléaires installées comme les besoins en uranium devraient donc rester stables, aucun réacteur ne devant être arrêté d'ici 15 à 20 ans.

La France étant un pays importateur, la politique en matière d'approvisionnements est basée sur une diversification des sources. Les opérateurs miniers français participent à l'exploration et à l'exploitation d'uranium hors de France dans le cadre réglementaire des pays-hôtes. Ils procèdent, dans le cadre de contrats à plus ou moins long terme, à des achats d'uranium provenant, soit de mines dans lesquels ils détiennent des participations, soit de mines exploitées par des tiers.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Il n'y a pas eu de modifications notables de la politique suivie depuis la parution de la précédente édition du Livre rouge. La prospection et la production de l'uranium en France sont libres dans le cadre législatif et réglementaire en vigueur. La France est un pays essentiellement importateur d'uranium et il n'existe pas de barrière tarifaire aux importations.

STOCKS D'URANIUM

Pour faire face à d'éventuelles ruptures d'approvisionnement, Électricité de France possède des stocks de sécurité dont le niveau minimal est fixé à l'équivalent de trois ans de consommation.

PRIX DE L'URANIUM

Aucune information sur les prix de l'uranium n'est disponible.

• Gabon •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La demande d'uranium intervenue à l'issue de la Seconde Guerre mondiale a incité le Commissariat français à l'énergie atomique (CEA) à se lancer dans la prospection de l'uranium en Afrique centrale. Les géologues du CEA ont étendu leurs activités au Gabon à partir de leur base située dans le pays alors appelé Congo. En 1956, le recours à une scintillométrie de surface a permis de découvrir de l'uranium dans les grès datant du Précambrien du bassin de Franceville, près du village de Mounana. Pour plus d'informations sur l'historique de la prospection et de la production d'uranium au Gabon, se reporter à l'édition de 1997 du Livre rouge.

Activités récentes et en cours

Il n'est fait état d'aucune activité de prospection.

RESSOURCES EN URANIUM

Depuis la fermeture des installations de production d'uranium au Gabon, les estimations des ressources en uranium ne sont plus mises à jour.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Depuis ses débuts en 1961, la production d'uranium de la COMUF a connu d'importantes fluctuations dues, entre autres, à la capacité de l'usine de traitement du minerai et à l'état du marché international de l'uranium. Les principales étapes de cette évolution ont été les suivantes :

- 1961-1969 : palier de production voisin de 400 t d'U/an ;
- 1970-1973 : augmentation progressive de la production jusqu'à 500 t d'U/an ;
- 1974-1979 : augmentation rapide de la production jusqu'à 1 250 t d'U/an ;
- 1980-1989 : recul de la production à 900 t d'U/an ;
- 1990-1993 : poursuite du repli à 550 t d'U/an ;
- 1994-1996 : maintien de la production à 600 t d'U/an, avec possibilité d'un ajustement à 550 t d'U/an.

Évolution de la production d'uranium*
(tonnes d'U)

Méthode de production	Total avant 1996	1996	1997	1998	Total jusqu'à la fin de 1998	1999 Prévisions
Exploitation minière classique						
• À ciel ouvert	11 242	0	180	725	12 147	295
• En souterrain	14 867	568	290	0	15 725	0
TOTAL	26 109	568	470	725	27 872	295

* Sur cette production totale, les 94 t d'U produites à partir des sites de réacteurs naturels d'Oklo se sont avérées appauvries en ²³⁵U.

État de la capacité théorique de production

Aucune extraction de minerai n'est intervenue à partir de la mine souterraine d'Okelobondo après novembre 1997. La production de minerai à partir de la mine à ciel ouvert de Mikouloungou s'est poursuivie de juin 1997 jusqu'à mars 1999, date à laquelle a cessé toute exploitation minière au centre de production de la COMUF.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2
Dénomination du centre de production	Mounana	Mikouloungou
Catégorie du centre de production	Existant	Existant
Stade d'exploitation	Fermé ; remise en état en cours	Exploité jusqu'en mars 1999, puis fermé
Date de mise en service	1988	Juin 1997
Sources de minerai :		
• Nom du gisement	Okelobondo	Mikouloungou
• Type de gisement	Renfermé dans des grès	Renfermé dans des grès
Exploitation minière :		
• Type	ST	CO
• Tonnage (t de minerai/jour)	800	850
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	80	90
Installation de traitement :		
• Type (EI/ES/LA)	ES	ES
• Tonnage (t de minerai/jour)	1 300	1 300
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	95	95
Capacité nominale de production (t d'U/an)	0	1 500
Projets d'agrandissement	Aucun	Aucun

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La COMUF a opéré dans le cadre d'une « Convention d'établissement » passée entre le Gouvernement du Gabon et la compagnie.

Capacité théorique de production à court terme

Le Gabon a fait état d'une capacité théorique de production à court terme jusqu'à la fin mars 1999, date à laquelle ont cessé toutes les activités minières.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Les principales préoccupations en ce qui concerne l'environnement ont trait aux répercussions des activités d'extraction et de traitement du minerai. Il s'agit notamment de la gestion à long terme des résidus et des autres déchets qui sont produits sur le site de l'usine de traitement.

Avec l'arrêt de toute production d'uranium au Gabon, le Gouvernement a lancé un programme de remise en état de l'ensemble du complexe d'exploitation minière et de traitement du minerai de Mounana qui comprend sept sites couvrant une superficie d'environ 60 hectares. Les travaux à effectuer comprendront notamment :

- la fermeture de tous les bassins de stockage des résidus de traitement et autres ;
- le recouvrement des résidus par une couche de latérite ;
- la remise en végétation des sites.

Ces travaux de remise en état ont pour objectif de faire en sorte que toute incidence radiologique résiduelle demeure au niveau le plus faible qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre, conformément au principe ALARA. Les travaux ont aussi pour but d'assurer la stabilité physique des bassins de retenue de résidus et, si possible, de permettre la réutilisation future de la zone concernée.

Il est prévu d'achever en 1999 et 2000 le démantèlement de l'installation de traitement et la remise en état du site. Un programme de surveillance et de suivi à long terme des résidus sera ensuite mis en œuvre.

• Hongrie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Les premiers travaux de reconnaissance visant l'uranium ont débuté en 1952, lorsque, grâce à une participation soviétique, des matériaux provenant de gisements de charbon hongrois ont fait l'objet de vérifications du point de vue de la radioactivité. En 1953, les résultats de ces travaux ont débouché sur un programme de prospection géophysique par levés radiométriques aéroportés et au sol, portant sur la partie occidentale du massif de Mecsek. La découverte du gisement de Mecsek dans des grès datant du Permien remonte à 1954. Les travaux ont eu ensuite pour objectif d'évaluer ce gisement et de le mettre en valeur. Les premiers puits ont été foncés en 1955 et 1956 en vue de l'établissement des installations minières 1 et 2. En 1956, l'entreprise soviéto-hongroise dans le domaine de l'uranium a été dissoute, le projet passant sous la responsabilité exclusive de l'État hongrois. Cette même année a été marquée par le démarrage de la production d'uranium à partir du gisement de Mecsek.

Les travaux d'exploration menés par les géologues faisant partie du personnel de la mine d'uranium de Mecsek se sont poursuivis jusqu'en 1989, date à laquelle ils ont cessé, les conditions du marché ayant changé.

RESSOURCES EN URANIUM

Les seules ressources en uranium indiquées par la Hongrie sont celles du gisement de Mecsek. Ce gisement est renfermé dans des grès du Permien supérieur, qui peuvent atteindre 600 m d'épaisseur. Ces grès ont été plissés dans l'anticlinal datant du Permo-Trias du massif de Mecsek. Les grès uranifères se trouvent dans les 200 m supérieurs de la formation ; ils reposent sur une couche très épaisse de grès fins datant du Permien et sont recouverts par des grès du Trias inférieur. L'épaisseur des grès verts minéralisés, appelés localement « zone de production » varie entre 15 m et 90 m.

Les minéraux métalliques comprennent des oxydes et des silicates d'uranium associés à de la pyrite et de la marcassite.

Ressources classiques et non découvertes connues (RRA et RSE-I)

Les ressources en uranium comprennent à la fois les ressources connues et les ressources non découvertes. Les ressources connues en uranium au 1^{er} janvier 1999 comprennent 18 399 t d'U dans la catégorie des RSE-I récupérables à des coûts égaux ou inférieurs à 130 \$/kg d'U. La Hongrie fait aussi état de 12 858 t d'U classées comme ressources non découvertes dans la catégorie des RSE-II récupérables dans la même tranche de coûts. Aucune estimation n'est donnée concernant les Ressources Spéculatives.

Toutes les ressources d'uranium connues récupérables à des coûts égaux ou inférieurs à 130 \$/kg d'U sont tributaires du centre de production de Mecsek.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La mine de Mecsek, exploitée en souterrain, était la seule à produire de l'uranium en Hongrie. Avant le 1^{er} avril 1992, elle était exploitée par la Société minière de Mecsek [*Mecseki Ércbányászati Vállalat (MÉV)*] appartenant à l'État. Le complexe était entré en service en 1956 et le minerai en a été extrait à une profondeur comprise entre 600 et 800 m jusqu'en 1997, date à laquelle l'exploitation a cessé définitivement. La production a été de l'ordre de 500 000 à 600 000 tonnes de minerai par an, avec un taux moyen de récupération en cours d'extraction de 50 à 60 %. L'installation de traitement du minerai a une capacité de 1 300 à 2 000 tonnes de minerai par jour et utilise le tri radiométrique, la lixiviation par voie acide avec agitation (et la lixiviation en tas) avec récupération par échange d'ions. La capacité nominale de production de l'installation est d'environ 700 t d'U/an.

La mine de Mecsek comprend 5 sections qui ont été exploitées selon le calendrier suivant :

- Section I: en exploitation de 1956 à 1971
- Section II: en exploitation de 1959 à 1988
- Section III: en exploitation de 1961 à 1993
- Section IV: en exploitation de 1971 à 1997
- Section V: en exploitation de 1988 à 1997

L'installation de traitement du minerai est entrée en service en 1963. Jusqu'à cette date, le minerai brut était exporté vers l'URSS. Au total 1,2 million de tonnes de minerai ont été expédiées à l'usine métallurgique de Sillimäe, en Estonie. Après 1963, ce sont des concentrés d'uranium qui ont été expédiés en Union Soviétique.

Les activités d'extraction et de traitement de l'uranium dans les sections IV et V ont cessé à la fin de 1997. La production totale sur le site de Mecsek, y compris par lixiviation en tas, se situe à environ 21 000 t d'U.

Activités de lixiviation en tas et in situ

La Société minière de Mecsek a consacré d'importants efforts à la préparation de la lixiviation en tas des minerais à faible teneur entre 1965 et 1989, date à laquelle la constitution de tas en vue de leur lixiviation a cessé. Au cours de cette période, environ 7,2 millions de tonnes de minerai à faible teneur, renfermant de 100 à 300 g d'U par tonne, ont été broyées jusqu'à une granulométrie inférieure à 30 mm et placées dans deux tas en vue d'une lixiviation. Le premier de ces tas, appelé Site n°I, qui renferme 2,2 millions de tonnes, n'est plus en exploitation. La remise en état du site est à l'étude.

Le Site n°II, qui renferme 5 millions de tonnes, est situé dans un bassin isolé. Après lixiviation à l'aide de solutions de carbonate de sodium, l'uranium était récupéré au moyen de résines échangeuses d'ions. La production annuelle d'uranium a varié entre 5,5 t d'U, la première année d'exploitation, et 24,2 t d'U en 1980 ; en 1994, 8,2 t d'U ont été récupérées. La production cumulée de ce projet est estimée à 525,2 t d'U. Le taux moyen de récupération était d'environ 60 %.

Au début des années 80, la Hongrie a prospecté des gisements d'uranium renfermés dans des grès qui se prêteraient à une lixiviation in situ. Ces recherches ont permis de localiser un gîte potentiellement propice sur le site de Dinnyeberki, à environ 20 km à l'ouest de Pecs, au sud-ouest de la Hongrie. Ce gisement d'uranium se trouve dans une couche de tuf non consolidé riche en matières organiques, dans une succession de couches datant du Tertiaire. Les sédiments associés occupent des gouttières synclinales d'origine structurale et formées par érosion qui se sont développées dans le soubassement du Pré-Cénozoïque. Au cours de 1988, on a procédé à des essais de lixiviation à l'aide de solutions acides injectées par des puits. Les essais ont été suspendus et aucune autre opération de lixiviation in situ n'a été menée.

État de la capacité théorique de production

La société *Mecsekuran Ltd.* a réduit sa production en raison de l'évolution des conditions du marché. Alors qu'elle dépassait 400 t d'U en 1994, la production est tombée à environ 200 t d'U en 1995, 1996 et 1997. En outre, le gouvernement hongrois a décidé, en décembre 1994, de mettre fin à l'extraction de minerai d'uranium à compter du 31 décembre 1997. La décision de suspendre l'extraction de l'uranium avait déjà été prise en septembre 1989, mais on était revenu ultérieurement sur cette décision par suite d'une réévaluation de la situation.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n°1
Nom du centre de production	Mecsekuran Ltd.
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	Fermé
Date de mise en service	1956
Source de minerai : • Nom du gisement • Type de gisement	Mecsek Renfermé dans des grès
Exploitation minière : • Type • Tonnage (tonnes de minerai/jour) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST 1 000 70
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (tonnes de minerai/jour) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	EI 1 000 90
Capacité nominale de production (tonnes d'U/an)	500

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La mine de Mecsek était, jusqu'en 1992, une filiale de l'Agence des domaines relevant de l'État. Suite à une évaluation de tous les actifs, on a créé la société *Mecsekuran Ltd.* Les actifs ont été répartis entre l'État et la société de manière à ce que les ressources demeurent la propriété de l'État, alors que la concession minière était transférée à la société *Mecsekuran*.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

En 1996, Mecsekuran Ltd. et l'ex-Société minière de Mecsek (MÉV), devenue entre-temps la Société de protection de l'environnement Mecsekérc, ont élaboré un plan de déclassement de l'industrie de l'uranium dans la région de Mecsek. Ce plan établit la méthodologie et les calendriers pour la fermeture des mines et des installations de traitement. Il contient également des détails sur le démantèlement et la démolition, ainsi que sur la remise en état des sols et de l'environnement.

Les autorités hongroises compétentes (organismes chargés de l'exploitation minière, de l'environnement et de l'eau) ont accepté le plan et les besoins de financement. L'étude de faisabilité concernant la stabilisation et la remise en état des bassins de résidus a été parachevée en 1998, après la fermeture des mines.

En 1999, on a entrepris les travaux de planification visant les bassins de résidus et la démolition des bâtiments de l'usine de traitement de minerais. Le programme de remise en état générale se poursuivra jusqu'à la fin de 2002.

Coûts de la gestion de l'environnement

(en milliers de HUF)

	Avant 1998	1998	1999	2000*
Fermeture des espaces souterrains	n.d.	1 266 730	841 167	243 360
Remise en état des installations et du sol en surface	n.d.	156 347	303 100	297 031
Remise en état des tas de stériles et de leur environnement	n.d.	62 657	160 286	196 637
Remise en état des résidus de lixiviation en tas et de leur environnement	n.d.	195 375	705 566	853 432
Remise en état des bassins de résidus et de leur environnement	n.d.	167 893	370 310	1 664 752
Épuration de l'eau	n.d.	154 740	469 909	209 389
Reconstruction du réseau électrique	n.d.	0	0	27 000
Reconstruction des réseaux d'alimentation en eau et d'égouts	n.d.	0	1 000	98 006
Autre service d'infrastructure	n.d.	172 000	170 000	92 616
Autres activités, y compris surveillance, personnel, etc.	n.d.	241 398	339 808	358 217
TOTAL PARTIEL	5 406 468	2 419 131	3 361 146	4 040 440
Réserves pour la période 1998-2000	0	52 435	86 685	284 211
TOTAL	5 406 468	2 471 566	3 447 831	4 324 651

* Prévisions.

BESOINS EN URANIUM

La Hongrie exploite la centrale nucléaire de Paks qui comprend quatre tranches de type VVER-230 représentant une puissance nucléaire installée totale de 1 800 MWe. Il n'existe pas actuellement de projet ferme visant la construction d'autres centrales nucléaires.

Les besoins annuels en uranium de ces tranches sont d'environ 400 t d'U. Jusqu'à 1994, ces besoins ont pu être couverts par de l'uranium provenant des mines de Hongrie. Comme la production nationale a cessé en 1997, les besoins en uranium sont uniquement couverts par des importations.

• Inde •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

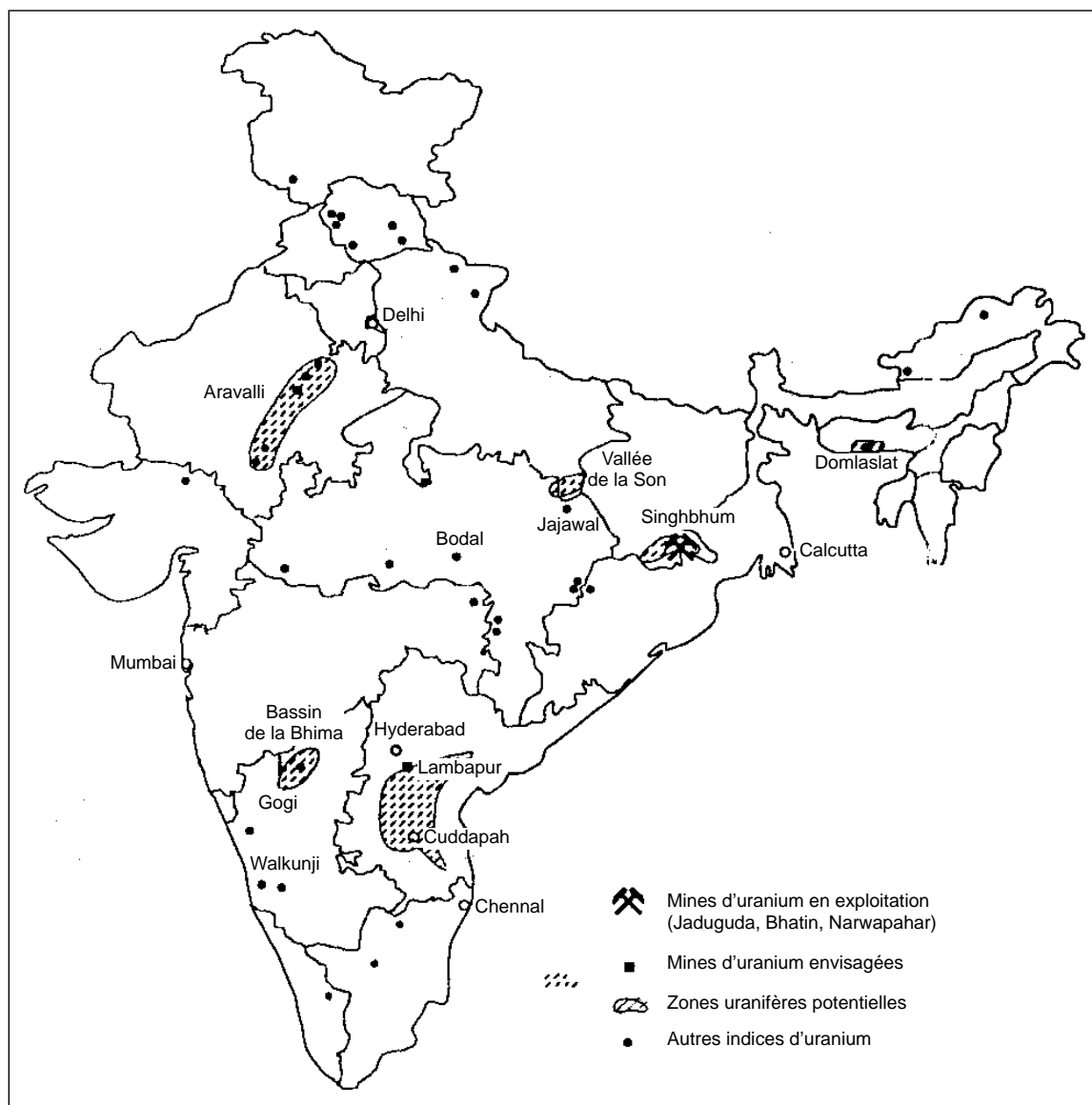
En Inde, les débuts de la prospection de l'uranium remontent à 1949. On trouvera dans l'édition de 1997 du Livre rouge un exposé relatif à la prospection de l'uranium et aux formations géologiques uranifères.

Au début des années 90, un gisement à faible profondeur a été découvert au contact de la surface de discordance des granites du socle et du quartzite sus-jacent de Srisailam datant du Protérozoïque, à Lambapur dans le district de Nalgonda (État d'Andhra Pradesh). Ce gisement et d'autres indices ont fait l'objet d'études plus approfondies et, en 1996, les zones suivantes avaient été délimitées sur la base de critères géologiques favorables et de résultats de prospection prometteurs, et ont été retenues pour faire l'objet de recherches intensives :

- le bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh) ;
- les grès datant du Crétacé (État de Meghalaya) ;
- la vallée de la Son (États de Madhya Pradesh et d'Uttar Pradesh) ;
- Singhbhum (États de Bihar et d'Orissa) ;
- Aravalli (État du Rajasthan).

Des sondages réalisés aux environs de la zone de Lambapur ont permis d'établir l'existence de 1 950 t d'U supplémentaires (dans la catégorie des RSE-I) dans la zone de Peddagattu, située dans le nord-ouest du bassin de Cuddapah. Dans l'État du Meghalaya, des grès datant du Crétacé ont été identifiés comme constituant un horizon susceptible de renfermer des concentrations d'uranium. Des levés et des activités de prospection autour du gisement d'uranium de Domiasiat ont permis de déceler d'autres anomalies prometteuses.

Gisements d'uranium en Inde



Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

Les activités de prospection de l'uranium en Inde progressent comme dans d'autres pays. À l'heure actuelle, les zones prioritaires précédemment définies ont été désignées pour faire l'objet d'études intensives et plus détaillées. Ces zones comprennent :

- des bassins datant du Protérozoïque, comme ceux de Cuddapah, de la Bhima, de Chattisgarh et de Vindhyan, dans lesquels on recherche des gisements liés à des discordances ;
- les grès de Mahadek (État du Meghalaya), datant du Crétacé, dans lesquels on recherche des gisements de type gréseux ;

- la zone de cisaillement de Singhbhum (État de Bihar) dans laquelle on recherche des gisements de type filonien dans des granitoïdes du socle dans certaines parties des États d'Andhra Pradesh, d'Orissa et de Madhya Pradesh ;
- les albites du Rajasthan et les migmatites de l'État d'Uttar Pradesh dans lesquelles on recherche des gisements liés à des roches ignées intrusives.

Bassin de Cuddapah

Les sondages d'évaluation et de prospection de la discordance minéralisée entre le socle granitique et le quartzite sus-jacent de Srisailam se poursuivent. Dans la zone de Lambapur-Peddagattu située à la limite nord-ouest du bassin de Cuddapah, on a déjà délimité un gisement de taille et de teneurs moyennes.

D'importants indices en surface dans un milieu géologique analogue ont été localisés le long de la discordance à l'intérieur d'une avant-butte de 60 km², à Chitrial. Des sondages d'exploration sont prévus en 1999.

Le quartzite de Banganapalli (groupe de Kurnool) et son contact avec le granite de socle près de Koppunuru renferme une minéralisation uranifère disséminée sur une superficie de 50 km². Des sondages de reconnaissance ont confirmé la continuité de cette minéralisation le long de la discordance. Des levés hydrogéochimiques et géophysiques, des levés au sol et des forages sont en cours de réalisation dans le but de déceler des gisements masqués.

Bassin de la Bhima

Les grès bréchiqes le long d'une importante faille à proximité du contact de la discordance des sédiments du bassin de la Bhima datant du Néoprotérozoïque et des granites sous-jacents du socle comporte une minéralisation près de Gogi, dans le district de Gulbarga (État de Karnataka). Les trous de sondage ont traversé des couches d'une teneur atteignant 0,85 % d'U et dans sa partie de plus forte épaisseur la zone minéralisée est étendue. D'importants travaux de forage et de prospection plus approfondie, comprenant des levés radiométriques et magnétiques aéroportés, se sont poursuivis en 1998-1999 dans l'ensemble du bassin de la Bhima.

Autres bassins du Protérozoïque

Par suite des récentes découvertes fructueuses d'indices uranifères liés à des discordances, la priorité a été accordée aux activités associant des levés et des travaux de prospection dans d'autres bassins datant du Protérozoïque. Parmi les sites les plus prometteurs, figurent ceux de Kaladgis (État de Karnataka), Vindhyan (État d'Uttar Pradesh), Chattisgarh (État de Madya Pradesh) et d'Indratavis (État d'Orissa). En 1999, il est prévu de procéder à un levé aéroporté couvrant le bassin de Vindhyan, ainsi qu'à des sondages de reconnaissance en vue de vérifier la continuité de la minéralisation au contact de la discordance.

Grès du Crétacé dans l'État de Meghalaya

Les grès fluviatiles de la formation de Mahadek recouvrant une superficie de plus de 1 100 km² ont été reconnus comme étant susceptibles de renfermer des gisements uranifères de type gréseux. Ils font actuellement l'objet d'études intensives, mais l'accès est entravé par des problèmes de logistique

et l'importance des précipitations. En dehors des gisements confirmés de Domiasiat et de Tynai, les sondages de reconnaissance se poursuivent à Wahkyn où des indices prometteurs ont récemment été signalés. On s'attend à réaliser d'autres découvertes dans le même contexte géologique.

Indices de type filonien

Comme ce fut le cas pour la zone de cisaillement de Singhbhum, on a constaté que les fractures de socle dans les granitoïdes en bordure du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh), du bassin de Chattisgarh situé dans le district de Raigarh (État de Madhya Pradesh) et du district de Bargarh (État d'Orissa) étaient très fortement minéralisées sur leur surface. Certaines indications géologiques laissent penser que ces fractures se prolongent sous les roches de couverture. Les efforts de prospection s'intensifieront donc dans ces zones.

Indices intrusifs

Les intrusions d'albitites à l'intérieur du Supergroupe d'Aravalli (Paléoproterozoïque) et de Delhi (Mésoproterozoïque) sont largement répandues dans les parties septentrionale et centrale du Rajasthan. Elles affleurent sur 270 km de distance selon une direction nord-nord-est à sud-sud-ouest. Elles sont toutes uranifères et font actuellement l'objet de travaux approfondis de reconnaissance.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public :				
<i>(milliers de roupies)</i>	3 145 000	3 970 000	5 697 000	5 794 000
<i>(milliers de USD)</i>	9 230	11 200	14 440	13 700
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (<i>mètres</i>)	32 762	34 645	30 070	32 550

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Comme dans les éditions précédentes du Livre rouge, les ressources en uranium de l'Inde sont classées en RRA et RSE-I, sans être affectées à une tranche de coût. Ces ressources se trouvent principalement dans les types de gisement suivants :

- filoniens et disséminés, dans le district de Singhbhum (État de Bihar) ;
- renfermés dans des grès, dans des sédiments datant du Crétacé (État de Meghalaya) ;
- liés à des discordances à la base des sédiments datant du Protérozoïque dans le nord-ouest du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh) ;
- stratiformes présents dans des dolomies du bassin de Cuddapah (État d'Andhra Pradesh).

Au 1er janvier 1999, les ressources connues comprenaient 52 745 t d'U pour les RRA et 25 202 t d'U pour les RSE-1, s'agissant de ressources in situ. Depuis la publication des dernières estimations de ressources en 1997, les RRA et les RSE-I ont augmenté respectivement de 665 et de 957 t d'U par suite des travaux de prospection réalisés à (1) Peddagattu, le long de la discordance datant du Protérozoïque entre le quartzite de Srisailam du bassin de Cuddapah et le granite de socle (État d'Andhra Pradesh) et à (2) Wahkyn, dans les grès datant du Crétacé du district des West Khasi Hills (État de Meghalaya). De nouvelles adjonction à la base de ressources sont attendues dans ces régions dans un proche avenir.

Ressources connues en uranium

*(tonnes d'U)**

Non affectées à une tranche de coût	
RRA	RSE-I
52 745	25 202

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les activités de prospection qui se poursuivent dans les États de Meghalaya, d'Andhra Pradesh, de Karnataka, du Rajasthan, de Bihar et d'Orissa ont permis de découvrir des zones supplémentaires susceptibles de renfermer de l'uranium. Le niveau de confiance dans l'existence de leur potentiel s'est accru sur la base des résultats des activités qui leur sont consacrées. Les résultats de la compilation des nouvelles données ont amené à reclasser de nombreux gisements dans des catégories différentes. Toutefois, à l'intérieur de la catégorie des RSE-II, les ressources non classiques correspondant à l'uranium obtenu comme sous-produit des phosphorites, qui avaient été estimées à 1 695 t d'U dans les éditions de 1993, 1995 et 1997 du Livre rouge, ne sont plus incluses dans cette catégorie. Elles ont été reclassées dans la catégorie des RS, d'où une diminution des RSE-II qui sont passées de 14 725 t d'U en 1997 à 13 030 t d'U.

Certaines ressources classées auparavant dans la catégorie des SR ont certes été réaffectées à la catégorie des RSE-I, toutefois l'ensemble des RS demeure au même niveau, en raison de l'adjonction de l'uranium susceptible d'être obtenu comme sous-produit des phosphorites et de la découvertes de certains indices uranifères prometteurs dans les zones suivantes : le bassin de la Bhima dans le district de Gulbarga ; Karnataka dans le bassin de Chattisgarh ; et les fractures du socle dans le district de Raigarh (État de Madhya Pradesh) ainsi que dans le district de Bargarh (État d'Orissa).

Ressources non découvertes*

(tonnes d'U)

Non affectées à une tranche de coût	
RSE-II	RS
13 030	17 000

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources non classiques et uranium obtenu comme sous-produit

En outre, l'Inde possède des ressources non classiques d'uranium s'élevant à 6 615 t d'U récupérable. L'uranium est obtenu en sous-produit des gisements de cuivre de la zone de chevauchement de Singhbhum situés dans le district de Singhbhum (État de Bihar) et produit au centre de Jaduguda.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La société *Uranium Corporation of India Limited (UCIL)* a été créée en octobre 1967 et placée sous la tutelle administrative du Ministère de l'énergie atomique de l'Inde. L'UCIL exploite actuellement trois mines souterraines à Jaduguda, Narwapahar et Bhatin dans la partie orientale du district de Singhbhum (État de Bihar). Le minerai est traité à l'usine de traitement de Jaduguda, située à quelque 150 km à l'ouest de Calcutta.

De l'uranium est aussi récupéré en tant que sous-produit à partir des résidus provenant des installations de concentration de cuivre de la société *M/s Hindustan Copper Ltd.*, dans les mines de Mosaboni, à Rakha. Cet uranium fait ensuite l'objet d'un traitement complémentaire à l'usine de Jaduguda.

État de la capacité théorique de production

L'usine de Jaduguda a une capacité totale de traitement d'environ 2 100 t de minerai par jour. On trouvera des informations supplémentaires sur les mines de Jaduguda, Narwapahar et de Bhatin, ainsi que sur l'usine de traitement de Jaduguda, dans l'édition de 1997 du Livre rouge qui contient aussi plus de détails sur l'uranium récupéré à partir résidus de traitement du cuivre.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Environ 4 000 personnes sont employées à des activités d'exploitation minière et de traitement de l'uranium.

Centres de production futurs

Il est maintenant proposé d'exploiter le gisement d'uranium de Domiasiat, dans le district de West Khasi Hills (État de Meghalaya), dans le nord-est de l'Inde, à l'aide de techniques de lixiviation in situ. Des essais sur le terrain et d'autres études sont en cours. On trouvera les informations relatives à ce projet dans le tableau récapitulatif des précisions techniques relatives aux centres de production.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2	Centre n° 3	Centre n° 4	Centre n° 5
Nom du centre de production	Jaduguda	Bhatin	Narwapahar	Usines de récupération d'U de Rakha et Mosaboni	Domiasiat
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant	Prévu
Stade d'exploitation	En service	En service	En service	En service	Aménagement
Date de mise en service	1968	1986	1995	1970 et 1980	2004
Source du minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Minerai d'uranium Jaduguda Filonien	Minerai d'uranium Bhatin Filonien	Minerai d'uranium Narwapahar Filonien	Résidus de mines de cuivre	Domiasiat Grès
Exploitation minière : • Type (CO/ST/LIS) • Tonnage : (t de minerai/jour) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	ST 850 80	ST 250 75	ST 1 000 80	Sous-produit de la production du cuivre	LIS n.d. n.d.
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage : (t de minerai/jour) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	Jaduguda EI/LA 2 100 95	Jaduguda 250	Jaduguda 1 000	Récupération de concentré d'U minéral en passant les résidus de traitement du cuivre sur des tables à secousses	n.d. n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/a)	207			90 t de concentré minéral par jour	n.d.
Projets d'agrandissement	n.d.			n.d.	n.d.
Autres remarques	Minerai traité en totalité à Jaduguda	Minerai traité à Jaduguda	Minerai traité à Jaduguda	Concentré expédié à Jaduguda pour traitement	

BESOINS EN URANIUM

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

En Inde, la prospection de l'uranium est menée par la Division pour les recherches et la prospection des minéraux atomiques, organisme détenu à 100 % par le gouvernement. Aucune société privée ou étrangère ne participe à la prospection, la production et/ou la commercialisation de

l'uranium. La société *Uranium Corporation of India Limited* (UCIL), entreprise du secteur public relevant du Ministère de l'énergie atomique, est chargée de la production des concentrés uranifères. Le reste du cycle du combustible, jusqu'à et y compris la fabrication des assemblages combustibles, incombe au *Nuclear Fuel Complex*, autre organisme entièrement contrôlé par le gouvernement.

L'investissement dans la production d'uranium en Inde est directement lié au programme électronucléaire du pays. À des fins de planification, le délai entre la prospection et l'aménagement d'une mine et d'une usine de traitement d'uranium est fixé à sept ans.

Puissance nucléaire installée

(en MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 695	2 099	2 503	2 503	–	4 525	5 647	5 647	–

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(en tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
376	433	407	560	855	618	861	861	861

• Indonésie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium, menée par le Centre pour la mise en valeur des minéraux nucléaires relevant de l'Autorité nationale de l'énergie atomique (Badan Tenaga Atom Nasional – BATAN), a débuté au cours des années 60. Dans une première phase, les travaux de reconnaissance régionale ont permis de couvrir approximativement 78 % des 533 000 km² au total jugés propices à la présence de minéralisations uranifères. Les méthodes utilisées au cours de cette phase de reconnaissance ont fait appel à la fois à des levés géochimiques portant sur des sédiments fluviaux et sur des minéraux lourds, et à des levés radiométriques. Plusieurs anomalies géochimiques et radiométriques ont été

découvertes dans des milieux granitiques, métamorphiques et sédimentaires. Ultérieurement, on a décelé des indices uranifères à Sumatra, dans la zone stannifère de Bangka et dans l'île de Sulawesi (Célèbes). Une évaluation plus détaillée de ces indices n'a pas encore été effectuée.

Toutes les activités de prospection menées depuis 1988 se sont concentrées sur la zone de Kalan, dans la partie occidentale de Kalimantan (Bornéo). Au cours de la période 1991-1992, les travaux de prospection se sont poursuivis dans cette zone et ont été axés à la fois sur l'indice uranifère de Kalan et la zone située alentour. Un important programme de sondage a été achevé en 1992. Les résultats des activités de prospection ont été évalués et intégrés à une étude préalable de faisabilité concernant une éventuelle exploitation minière de l'uranium à Kalan. De 1993 à 1996, la BATAN a poursuivi ses activités de prospection de l'uranium visant l'indice uranifère de Kalan et la région avoisinante de la partie occidentale de Kalimantan. En 1993-1994, les activités de prospection, incluant des sondages, ont porté principalement sur plusieurs secteurs de Kalan, dénommés Jeronang, Kelawai Inau et Bubu. En outre, des travaux ont été réalisés dans les régions de Seruyan et de Mentawa, ainsi qu'au voisinage de Kalan, où des conditions géologiques analogues ont été relevées.

Les travaux de suivi exécutés depuis 1993 dans les zones propices ont notamment consisté à dresser une cartographie géologique et radiométrique systématique, à procéder à des mesures du radon, à creuser des tranchées profondes et à forer des sondages de plusieurs centaines de mètres. Ces programmes ont couvert des zones relativement limitées à Tanah Merah-Dendang Arai (0,06 km²), dans le secteur de Mentawa (0,3 km²) et la vallée supérieure du Rirang (0,008 km²).

La cartographie superficielle a permis de découvrir plusieurs minéralisations uranifères dans des veinules d'une épaisseur comprise entre quelques millimètres (Dendang Arai) et 1 à 15 cm (Tanah Merah), voire 1 à 100 cm (Jumbang I). Les filons sont remplis d'uraninite associée à de la molybdénite, de la pyrite, de la pyrrhotite, de la magnétite, de l'hématite et de l'ilménite. Plusieurs sondages exécutés à Tanah Merah ont recoupé 5 m de minéralisation à des profondeurs de 33, 40 et 50 m environ. Dans le secteur de Mentawa, on a établi que la minéralisation rencontrée se présentait sous forme de multiples zones lenticulaires horizontales à verticales. Les expressions radiométriques en surface étaient comprises entre 300 et 1 500 cps.

Dix sondages non carottés peu profonds et des tranchées profondes ont été réalisés dans la vallée supérieure du Rirang où des minerais à haute teneur en monazite ont été découverts sous forme de blocs minéralisés. On a mis en évidence que cette minéralisation de type à blocs provenait de sources *in situ* dispersées à l'intérieur de la vallée de 30 m de largeur.

De 1993 à 1995, la BATAN a également exécuté un levé de reconnaissance portant sur 3 000 km² dans l'île d'Irian Jaya (partie occidentale de Nouvelle-Guinée). En 1995 et 1996, une cartographie de reconnaissance a été réalisée sur une superficie totale de respectivement 3 000 km² et 3 050 km².

Activités récentes et en cours

Comme le budget de prospection a été réduit, depuis 1997, par suite de la crise économique en Indonésie, il n'y a pas eu de travaux supplémentaires importants sur le terrain.

La vérification des réserves de minerai localisées dans la région de Kalan a constitué la seule activité menée en 1997 et 1998. Cette étude a essentiellement consisté à reprendre la diagraphie des sondages de minerais et à établir ensuite la corrélation entre les valeurs radiométriques et les résultats

chimiques. Seules des discordances mineures visant le poids spécifique des minerais et quelques données de diagraphie ont été décelées, mais elles n'ont pas exigé une révision des estimations antérieures des ressources.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public : (millions de roupies) (milliers de dollars des États-Unis)	1 619,55 695,09	1 515,13 631,83	1 334,43 114,05	1 693,16 228,62
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (mètres)	470	509	0	0
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	4	2	0	0

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les ressources entrant dans les catégories des RRA et des RSE-I se trouvent dans les secteurs d'Eko Remaja, Lembah Hitam, Lemajung et Rabau. Les études préalables de faisabilité exécutée à Kalan ont conclu à la nécessité de vérifier les réserves. Les travaux de vérification ont consisté à reprendre la diagraphie des sondages et à ré-estimer la teneur des minerais et leur poids spécifique. En l'absence de modification importante des caractéristiques physiques et chimiques des minerais, aucune autre révision des ressources n'est requise.

Au 1er janvier 1999, les RRA s'élevaient à 6 273 t d'U, sous forme de ressources in situ, récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Dans la même tranche de coût, l'Indonésie fait état de RSE-I représentant 1 666 t d'U en tant que ressources in situ. Ces chiffres n'ont pas changé par rapport aux données précédemment publiées.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources classiques non découvertes, qui se trouvent surtout dans la zone d'intérêt de Kalan, relèvent de la catégorie des RS et demeurent pratiquement inchangées. Le secteur de Mentawa, nouvelle zone située à quelque 50 km au sud-ouest de Kalan, présente le même caractère hautement favorable que celle de Kalan et pourrait renfermer un potentiel supplémentaire. Pour évaluer ce potentiel de ressources, un programme de délimitation par sondages est nécessaire. Les ressources spéculatives s'élèvent à 2 057 t d'U ; leur coût de récupération n'a pas été évalué.

ASPECTS ENVIRONNEMENTAUX

On n'a pas cerné jusqu'à présent de problème notable visant l'environnement qui serait lié à la prospection de l'uranium et à la mise en valeur des ressources.

• République Islamique d'Iran •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

En Iran, la prospection de l'uranium a été entreprise avec pour objet d'étayer un ambitieux programme nucléaire lancé au milieu des années 70.

Ce programme s'est poursuivi au cours des deux dernières décennies malgré d'importantes fluctuations dans le niveau des activités, et la suspension du programme électronucléaire pendant un certain temps.

Les principales activités ont débuté par des levés aéroportés effectués par des sociétés étrangères avec, parallèlement, des travaux de reconnaissance sur le terrain exécutés par des géologues et des prospecteurs de l'Organisation de l'énergie atomique d'Iran (OEAI). Ces levés ont couvert le tiers du territoire iranien jugé le plus susceptible de renfermer des gisements uranifères. L'exploitation des données géophysiques obtenues des levés aéroportés pour l'établissement de cartes numériques ou imprimées a été réalisée par des sous-traitants dans le cadre d'un projet technique en coopération avec l'OEAI.

Ces travaux ont été suivis par des activités de reconnaissance au sol et des levés terrestres détaillés. Des travaux de prospection régionale et détaillée ont été entrepris dans les régions présentant le plus d'intérêt, en fonction de l'infrastructure et du personnel de prospection disponibles. Le suivi effectué sur un sixième environ de la région couverte par les levés aéroportés a permis de localiser quelques petites zones de production possible.

Activités récentes et en cours

De nouveaux concepts et de nouvelles méthodes ont été élaborés au cours de la période 1998-1999, faisant notamment appel à des analyses pluridisciplinaires, à la télédétection, à des prévisions métallogéniques et à l'intégration des données de prospection provenant de sources diverses, pour aider à localiser les gisements d'uranium de type gréseux et polymétalliques. On a mis en place une infrastructure, renouvelé le personnel et l'on s'est doté de moyens techniques avancés pour moderniser les méthodes d'exploration et servir de base à une prospection plus à jour.

Au cours de la période 1998-2000, la Division de la prospection de l'OEAI continuera à prospecter l'uranium dans la partie centrale de l'Iran (Narigan, Khoshumi et Sechahun), ainsi que dans le nord-ouest du pays. On procède actuellement à des travaux de levés radiométriques et magnétiques terrestres, de cartographie géologique, d'excavation de tranchées, de forage et de diagraphie des sondages, de même qu'à des levés géochimiques dans des formations métallifères datant du Précambrien (partie centrale de l'Iran) et dans des unités lithostratigraphiques (volcaniques, intrusives et sédimentaires) datant du tertiaire dans le nord-ouest du pays. Les activités visant à recueillir les données demandées par les groupes spéciaux chargés de l'intégration des données et de l'évaluation métallogénique s'orientent principalement vers des vérifications au sol des anomalies décelées lors des levés aéroportés et l'évaluation des formations constituant les unités sédimentaires du Mésozoïque-Cénozoïque.

On considère que la recherche systématique en matière de prospection, par exemple la compilation et l'intégration des données géologiques, les techniques métallogéniques de prévision, et la définition des zones prometteuses constituent les méthodes principales permettant d'évaluer les séquences sédimentaires datant du Mésozoïque-Cénozoïque, les zones structurales métallogéniques du Panafricain et les systèmes volcano-plutoniques alpins renfermant des formations polymétalliques uranifères.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999
Dépenses du secteur public	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (en mètres)	0	0	800	1 000
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	0	0	4	6

RESSOURCES EN URANIUM

En se fondant sur le cadre géologique et les types de roches encaissantes, on s'attend à trouver les gisements potentiels d'uranium dans la province centrale qui est la plus favorable ; il existe dans cette zone un soubassement précambrien tardif et une série du Panafricain composé d'une série de roches métallogéniques.

Le gisement métallifère de Saghand et quelques autres zones de production possible d'uranium et/ou de thorium (Narigan, Sechahun, Zarigan, Khoshumi) sont tous situés dans cette région. On distingue trois types de minéralisations radioactives :

- le type métasomatique à albite-amphibole comprenant une minéralisation d'uranium, de thorium et terres rares ;
- les filons hydrothermaux métasomatiques comprenant une minéralisation d'uranium (molybdène, yttrium) ;
- une minéralisation hydrothermale polymétallique uranifère.

Les deux premiers types appartiennent du point de vue métallogénique à l'étage Panafricain, tandis que le troisième est considéré comme étant de type alpin.

Parmi les zones d'intérêt renfermant des ressources connues, les indices de Saghand, Narigan, Sechahun et Zarigan datent du Panafricain, tandis que les zones d'intérêt de Talmessi, Khoshumi, Kale-Kafi et Arusan se sont constituées au cours de la phase alpine. Ces gisements, y compris celui de Bandarabass qui est lié à du calcrète, renferment les ressources connues et non découvertes.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

On a procédé à l'évaluation des gisements renfermant des RRA et des RSE-II. Les ressources totales des gîtes 1 et 2 de Saghand sont estimées à 1 367 t d'U, les coûts de production à partir de ces ressources étant compris entre 80 et 130 \$/kg d'U.

Ressources Raisonnablement Assurées*

(en tonnes d'U au 1^{er} janvier 1999)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	0	491

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I*

(en tonnes d'U au 1^{er} janvier 1999)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	0	876

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Au 1^{er} janvier 1999, on estimait que les ressources supplémentaires entrant dans les catégories des RSE-II et des RS s'élevaient au total à 9 500 t d'U. Leur répartition par catégories et tranches de coût est indiquée dans le tableau suivant.

Ressources non découvertes

(en tonnes d'U)

Ressources Supplémentaires Estimées - Catégorie II		Ressources Spéculatives	
Tranches de coût		Tranches de coût	
< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U	Non affectées
0	4 500	5 000	0

• Italie •

RESSOURCES EN URANIUM

Dans les conditions actuelles, en l'absence de centrales nucléaires en exploitation, il n'existe aucune activité de prospection et de production d'uranium. En ce qui concerne les ressources en uranium, les estimations publiées dans l'édition de 1991 du Livre rouge demeurent valables.

BESOINS EN URANIUM

En 1987, s'est tenue une Conférence nationale sur l'énergie au cours de laquelle l'option nucléaire a donné lieu à de vifs débats. En conséquence, le Gouvernement a décrété un moratoire visant l'énergie nucléaire et a publié en 1998 le Plan énergétique national.

La dernière Conférence nationale sur l'énergie s'est tenue à Rome du 25 au 28 novembre 1998. Elle était organisée par l'ENEA au nom du Ministère de l'industrie en accord avec le Ministère de l'environnement, le Ministère des universités et de la recherche scientifique et technologique, ainsi que du Conseil des Ministres. Au cours de la conférence, le débat nucléaire n'a pas été relancé et seules les questions liées à la gestion des déchets radioactifs ont été abordées. Dans ces conditions et vu le faible niveau des prix du pétrole sur le marché international, aucune nouvelle centrale nucléaire n'est prévue pour le moment. Néanmoins, un programme de recherche portant sur les aspects liés à la sûreté de certains types novateurs de réacteurs est en cours, de même que la mise au point d'un système (de transmutation des déchets) couplé à un accélérateur.

• Japon •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Des activités de prospection de l'uranium ont été menées au Japon depuis 1956 d'abord par l'organisme qui a précédé la Société pour le développement des réacteurs de puissance et des combustibles nucléaires (*Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation – PNC*) puis par cette dernière. Elles ont permis de localiser des réserves d'uranium représentant environ 6 600 t d'U. Ces réserves sont classées dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Les activités de prospection de l'uranium sur le territoire japonais ont pris fin en 1988.

Des activités de prospection de l'uranium ont été lancées à l'étranger en 1966, principalement au Canada et en Australie, ainsi que dans d'autres pays tels que les États-Unis, le Niger, la Chine et le Zimbabwe.

En octobre 1998, la PNC a été restructurée et remplacée par Institut japonais de développement du cycle du combustible nucléaire (*Japan Nuclear Cycle Development Institute – JNC*). Suite à la décision prise par la Commission de l'énergie atomique du Japon (JAEC) en février 1998, les activités de prospection de l'uranium de la PNC seront interrompues après un certain temps, tandis que les intérêts et les techniques en matière d'exploitation minière dont le JNC a hérité seront transférés au secteur privé.

Activités récentes et en cours

À l'heure actuelle, le JNC détient environ 40 000 t d'U dans des participations minières au Canada, en Australie, aux États-Unis, au Niger et au Zimbabwe. Ces projets seront transférés à des sociétés privées.

Dépenses de prospection de l'uranium à l'étranger

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public (millions de yens)	806	556	314	169
(milliers de dollars des États-Unis)	7 533	4 752	2 275	1 470

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Une usine pilote d'une capacité de 50 tonnes de minerai par jour a été construite par la PNC en 1969 sur le site de la mine de Ningyo-toge. Son exploitation a cessé en 1982, date à laquelle elle avait produit 84 t d'U au total. En 1978, l'essai de lixiviation en cuve du minerai de Ningyo-toge a débuté à petite échelle, avec une installation comportant trois cuves de 500 t de minerai, soit une capacité maximale de 12 000 t de minerai par an. Cet essai s'est achevé à la fin de 1987.

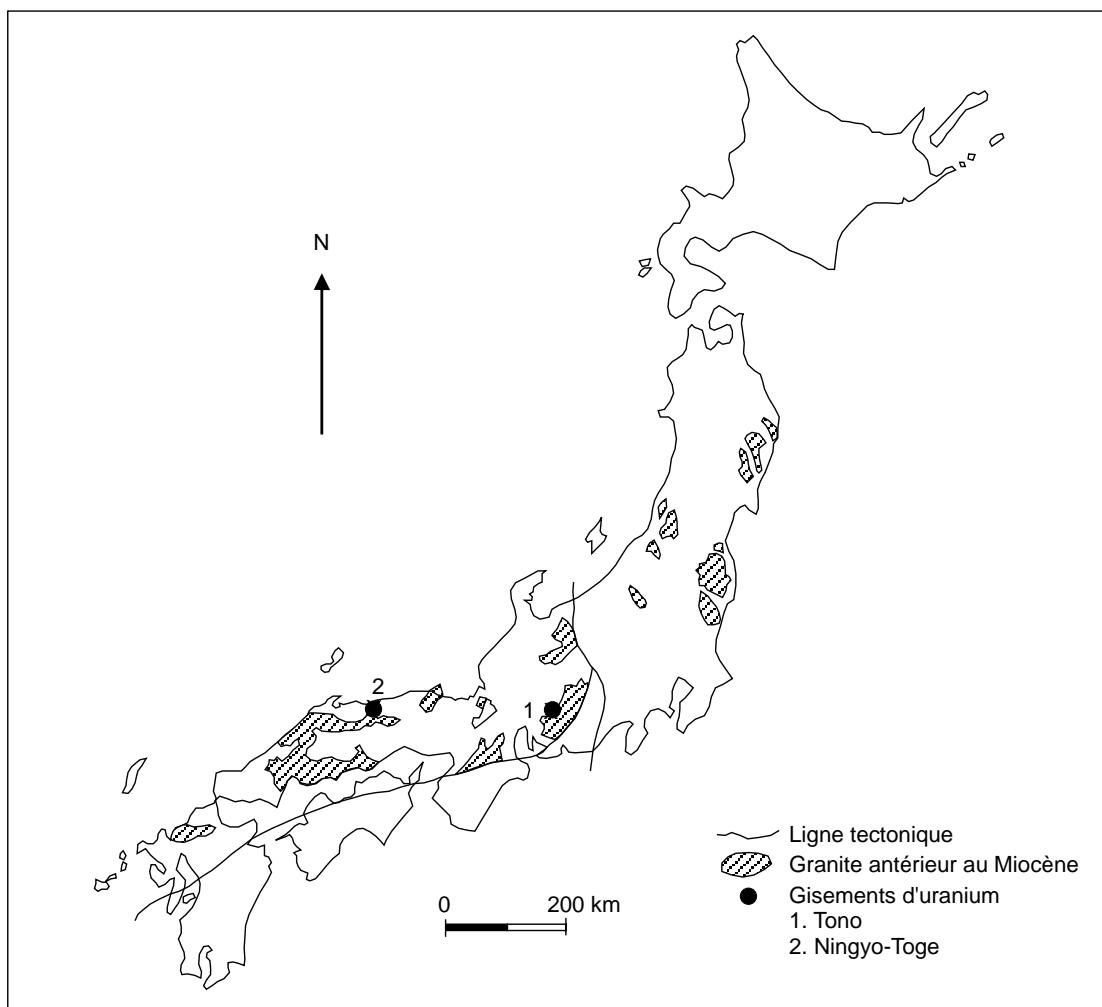
BESOINS EN URANIUM

Au 1^{er} janvier 1999 le Japon comptait 52 réacteurs en exploitation, représentant une puissance installée totale de 45 082 MWe bruts et fournissant environ un tiers de l'électricité produite dans le pays. Trois réacteurs supplémentaires étaient en construction et trois autres en projet.

Quant à l'évolution future du parc nucléaire, les objectifs visés sont d'atteindre une puissance installée d'environ 70,5 GWe en 2010 et 100 GWe bruts en 2030.

Les besoins cumulés en uranium naturel devraient atteindre environ 160 000, 280 000 et 600 000 t d'U respectivement en 2000, 2010 et 2030.

Emplacement des principaux massifs granitiques et gisements d'uranium au Japon



Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Comme le Japon possède des ressources nationales en uranium peu abondantes, il doit compter dans une large mesure sur des approvisionnements en uranium provenant de l'étranger. Un approvisionnement stable en uranium est assuré par des contrats à long terme avec des fournisseurs étrangers, par une participation directe à l'exploitation minière et par divers autres moyens de diversification des sources d'approvisionnement.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La législation et la réglementation minières en vigueur au Japon ne prévoient aucun régime spécial applicable à la prospection et à l'exploitation de l'uranium. Celles-ci sont ouvertes aux entreprises privées constituées en sociétés au Japon. Cependant aucune société privée n'a mené des activités d'exploitation de l'uranium au Japon.

PRIX DE L'URANIUM

Les prix de l'uranium à l'importation sont fixés par voie contractuelle par les sociétés privées. Il n'y a pas d'information gouvernementale disponible à ce sujet.

• Jordanie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

En 1980, il a été procédé à un levé spectrométrique aéroporté couvrant l'ensemble du territoire jordanien. En 1988, on a achevé les vérifications au sol des anomalies radiométriques décelées lors du levé aéroporté. Au cours de la période 1988-1990, des zones du socle Précambrien et des grès datant de l'Ordovicien ont fait l'objet d'évaluations à l'aide de relevés cartographiques et/ou de levés géologiques, géochimiques et radiométriques.

De 1990 à 1992, un programme régional d'échantillonnage géochimique, avec des prélèvements de sédiments fluviatiles et d'échantillons de certaines roches, a été réalisé sur une zone du socle métamorphique. Des études géologiques et radiométriques de suivi ont été exécutées à certains endroits dans les zones du socle métamorphique et de grès datant du Précambrien.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

Toutes les activités de prospection de l'uranium en Jordanie sont réalisées par le Service des ressources naturelles (NRA) et les projets ont été financés par le secteur public. Les principales observations découlant des activités de prospection peuvent se résumer comme suit :

- Des mesures radiométriques (du rayonnement gamma et du radon) et une analyse chimique ont permis de déterminer plusieurs indices superficiels d'uranium dans le centre, le sud et le sud-est de la Jordanie. En Jordanie centrale, les indices sont étroitement liés à des marbres multicolores et occupent une superficie d'environ 350 km².

- L'uranium se présente sous forme de grains minéraux minuscules disséminés dans des sédiments calcaires fins datant du Pléistocène et sous forme de pellicules jaunâtres de carnotite et d'autres minéraux d'uranium recouvrant les fissures de la marne crayeuse fragmentée datant du Maastrichtien-Paléocène.
- La dolomite est le principal composant des roches uranifères. Les teneurs en calcite et argile sont faibles.
- D'après les résultats des essais préliminaires de lixiviation par voie alcaline, la lixivabilité atteint plus de 90 %.
- Les résultats des prélèvements d'échantillons dans des chenaux dans trois zones de Jordanie centrale montrent que la teneur en uranium se situe entre 140 et 2 200 ppm sur une épaisseur moyenne d'environ 1,4 m. L'épaisseur moyenne des morts-terrains est d'environ 0,5 m.

À l'heure actuelle, les données disponibles ne permettent pas d'évaluer et de classer les ressources en uranium renfermées.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Total des dépenses du secteur public (dollars des États-Unis)	100 000	100 000	150 000	170 000

PRODUCTION D'URANIUM

La Jordanie ne produit pas d'uranium. En 1982, une étude de faisabilité portant sur l'extraction d'uranium à partir de l'acide phosphorique a été présentée par la société d'ingénierie LURGI A.G. de Francfort (Allemagne), agissant au nom de la *Jordan Fertiliser Industry Company*. Cette dernière a ultérieurement été achetée par la *Jordan Phosphate Mines Company* (JPMC). L'un des procédés d'extraction évalués a été jugé utilisable. À cette époque, il n'a été pris aucune décision concernant la construction d'une installation d'extraction. Les prix de l'uranium ayant chuté de façon spectaculaire, le procédé a cessé d'être rentable. Les travaux dans ce domaine ont repris en 1989 à l'aide d'une micro-installation pilote. Les essais ont pris fin en 1990. Ces travaux ont abouti à l'élaboration d'un projet de document relatif à une installation pilote d'extraction de l'uranium à partir de l'acide phosphorique.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

On a procédé à une étude et à une évaluation systématiques de la concentration d'uranium dans les gisements jordaniens de phosphates pour évaluer les effets de l'uranium sur l'environnement. Cette étude s'est terminée en septembre 1997. Les gisements de phosphate d'Eshidiya, qui composent la majeure partie des réserves de phosphates du pays, se caractérisent par une teneur relativement faible en uranium (38 g d'U par tonne en moyenne). L'édition de 1993 du Livre rouge fournit davantage de détails sur les phosphates uranifères jordaniens.

• Kazakhstan •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DE MINES

Historique

Les activités de prospection menées au Kazakhstan au cours des trente dernières années ont principalement permis de découvrir d'importants gisements uranifères liés aux sédiments datant du Crétacé et du Paléocène des bassins du Tchou-Sarysou et du Syr-Daria, accroissant ainsi notablement les ressources en uranium du pays. En outre, du fait que ces ressources sont exploitables par lixiviation in situ (LIS), le Kazakhstan se trouve à même de soutenir la concurrence des autres producteurs d'uranium à faible coût sur le marché mondial. Vu l'importance de ces ressources, les travaux de prospection primaire se sont ralentis. Ils se limitent désormais à la partie septentrionale du pays. L'évolution historique de la prospection et de la production d'uranium au Kazakhstan a été exposée plus en détail dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

Depuis 1995, l'organisme de prospection Stepgeologia effectue des travaux de prospection primaire (sans forages) dans le nord du Kazakhstan en vue de découvrir des gisements liés à des discordances.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public (millions de tenges)	16	12	8	n.d.
(millions de USD)	242	160	105	n.d.

En vertu d'un contrat conclu avec les autorités chinoises, l'entreprise de prospection Volkovgeologia a été chargée de prospector les gisements uranifères chinois se prêtant à une exploitation par des techniques de LIS.

RESSOURCES EN URANIUM

Les ressources en uranium du Kazakhstan sont renfermées dans des gisements de plusieurs types. Les gisements filoniens ou renfermés dans des stockwerks d'une part, et les gisements liés à des grès d'autre part, constituent les deux principaux types de gisements uranifères. L'un et l'autre de ces types sont en outre subdivisés en fonction de leur contexte géologique.

Les gisements filoniens ou renfermés dans des stockwerks comprennent deux sous-catégories, ceux se trouvant dans des complexes sédimentaires plissés datant du Silurien-Dévonien et ceux liés à des formations continentales de roches volcaniques effusives datant du Dévonien.

Au Kazakhstan, les gisements d'uranium renfermés dans des grès sont tous du type rubané. Selon la terminologie utilisée par les géologues kazakhs, ces gisements épigénétiques gréseux sont dits « de type à couches oxydées ».

La sous-catégorie des gisements d'uranium épigénétique renfermés dans des grès se rencontre dans les deux bassins sédimentaires orientés approximativement nord-sud : le bassin du Tchou-Sarysou et celui du Syr-Daria, qui sont séparés par le horst de Karataou. Dans ces deux bassins, la minéralisation uranifère est liée à des sédiments clastiques datant du Crétacé-Paléocène et consistant en plusieurs successions de couches de grès et d'argile. Dans le cas du bassin du Tchou-Sarysou, on relève environ six successions de couches de grès et d'argile, avec des étages gréseux de 50 à 70 m d'épaisseur séparés par des couches d'argile imperméable. Dans les deux districts, la minéralisation uranifère se rencontre le long d'interfaces d'oxydo-réduction formant des gisements lenticulaires ou de type rubané de forme asymétrique. Étant donné la porosité et la perméabilité des horizons encaissants et du fait qu'ils sont séparés par des couches d'argile imperméable, les gisements entrant dans cette sous-catégorie se prêtent à une exploitation par des méthodes de LIS. Les gisements du district du Tchou-Sarysou comprennent les gîtes de Jalpak, d'Ouvanas, de Mynkoudouk, d'Inkaï et de Boudyonovskoe dans la partie septentrionale du bassin, et ceux de Kandjougan et de Moïnkoum dans la partie méridionale.

Le district du Syr-Daria renferme des gisements de type rubané dans des sédiments datant du Crétacé, notamment les gîtes d'Irkol, de Karamouroun-Nord (Severny Karamouroun), de Karamouroun-Sud (Youjny Karamouroun) et de Zarechnoe.

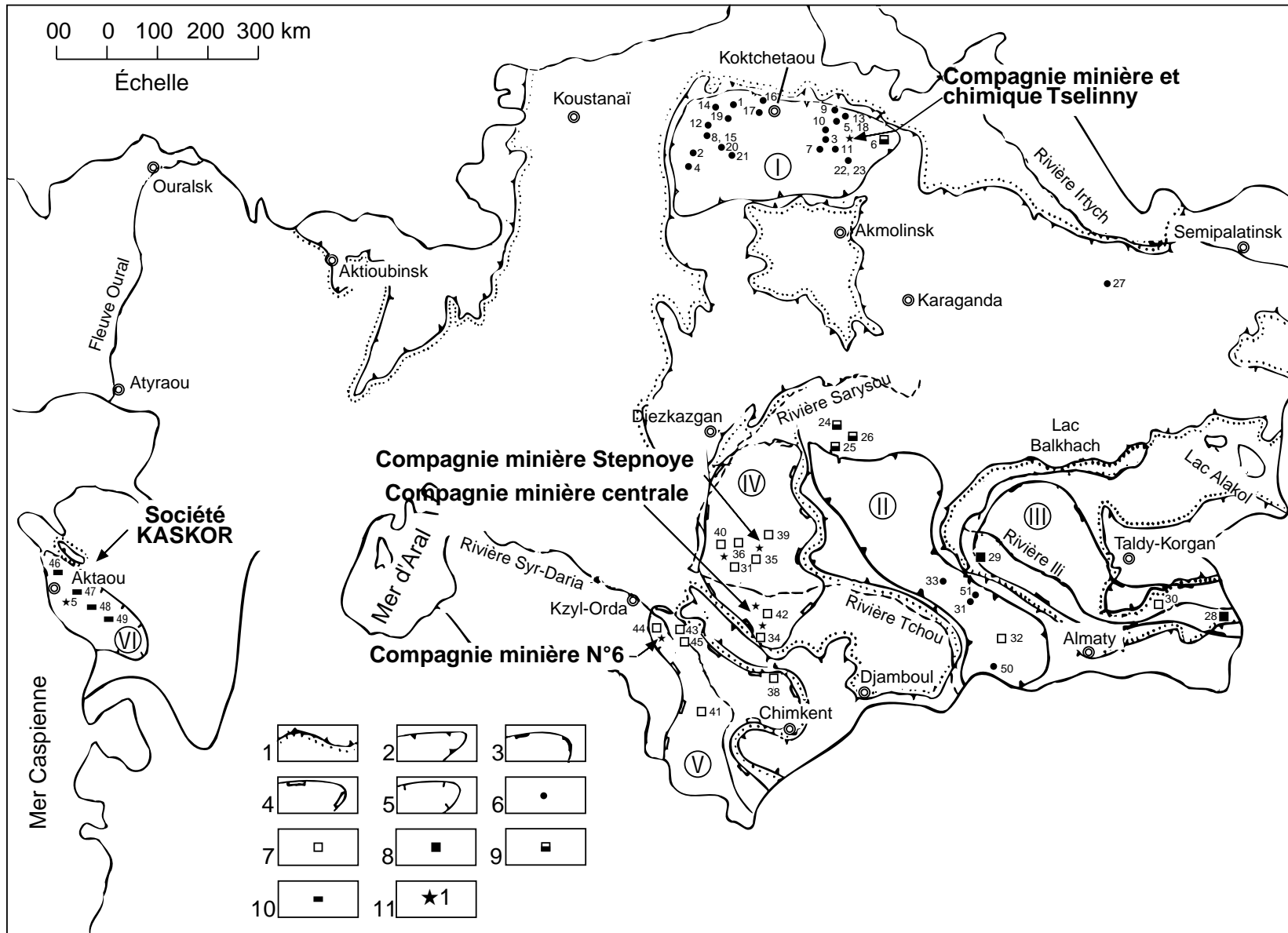
Comme l'indique la carte, il existe 51 gisements d'uranium au Kazakhstan, dont 26 ont fait l'objet d'études et pour lesquels des estimations des ressources en uranium ont été établies. Ces gisements se trouvent dans six districts uranifères : I. Koktchetaou ; II. Pribalkhach ; III. Ili ; IV. Tchou-Sarysou ; V. Syr-Darya et VI. Pricaspian.

Ressources classiques connues en uranium (RRA et RSE-I)

Les ressources connues en uranium du Kazakhstan récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U s'élevaient à 857 960 t d'U au 1er janvier 1999. Les quantités notifiées se rapportent à des ressources in situ. Comparé à l'estimation du 1er janvier 1997 publiée dans la précédente édition du Livre rouge, ce chiffre représente une légère diminution de 2 600 t correspondant aux quantités produites (2 310 t) et aux pertes en cours d'extraction et de traitement. La part de ces ressources connues, qui peut être récupérée à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U, s'élève à 433 940 t d'U, soit environ la moitié du total.

Environ 50 % des ressources connues du Kazakhstan récupérables à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U dépendent des centres de production existants et commandés. Ce pourcentage atteint 74 % si l'on prend en compte les ressources connues en uranium récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U.

Provinces métallogéniques, gisements et installations de production d'uranium au Kazakhstan



1. Bordures de sédiments a) Pré-Mésozoïques et b) Mésozoïques-Cénozoïques
2. Provinces uranifères renfermant des gisements endogènes dans des sédiments datant du Pré-Mésozoïque (I : Kocktchetaou, II : Pribalkhach)
- 3-5. Provinces uranifères renfermant des gisements exogènes dans des formations sédimentaires datant du Mésozoïque au Cénozoïque :
 - 3- avec oxydation superficielle des couches de houille (III : Ili)
 - 4- avec oxydation stratiforme (de type rubané) dans des séries gréseuses (IV : bassin du Tchou et du Sarysou et V : bassin du Syr-Daria)
 - 5- avec des détritits phosphatés d'arrêtes de poissons fossiles (VI : Pricaspian)
- 6-10. Gisements d'uranium :
 - 6- endogènes de différents types de minerais
 - 7- infiltration avec oxydation stratiforme (autrement dit, de type rubané)
 - 8- infiltration avec oxydation superficielle
 - 9- infiltration avec oxydation stratiforme (autrement dit, de type rubané) dans des sédiments de paléochenaux
 - 10- avec des détritits phosphatés d'arrêtes de poissons fossiles
11. Centres de production/Mines :
 - 1) Compagnie minière centrale (Kandjougan)
 - 2) Compagnie minière Stepnoye (Ouvanas)
 - 3) Compagnie minière N°6 (Mynkoudouk)
 - 4) Compagnie minière et chimique Tselinny (Gratchev et Vostok)
 - 5) Société « KASKOR » (Melovoye)

Gisements indiqués sur la carte :

- | | |
|-----------------------------|-----------------------|
| 1. Gratchevskoe* | 27. Oulken-Akjal |
| 2. Chokpak | 28. Koldjat* |
| 3. Zaozërnoe | 29. Nijne-Iliyskoe* |
| 4. Kamychevoe* | 30. Souloutchokinskoe |
| 5. Chatskoe | 31. Djousandalinskoe |
| 6. Semizbaï* | 32. Kopalysaïskoe |
| 7. Tastykol | 33. Kyzyltas |
| 8. Akkan-Bourlouk | 34. Kandjougan* |
| 9. Gloubinnoe | 35. Ouvanas* |
| 10. Koksorskoe | 36. Mynkoudouk* |
| 11. Vostotchno-Tastykolskoe | 37. Cholak-Espe |
| 12. Victorovskoe | 38. Kyzylkol |
| 13. Agachskoe | 39. Jalpak |
| 14. Fevralskoe | 40. Inkaï* (prévu) |
| 15. Bourloukskoe | 41. Zaretchnoe |
| 16. Slavianskoe | 42. Moïnkoum* (prévu) |
| 17. Tchaglinskoe | 43. Karamouroun-sud |
| 18. Chatskoe-I | 44. Irkol* |
| 19. Kosatchinoe | 45. Karamouroun-nord* |
| 20. Vostok* | 46. Melovoe* |
| 21. Zvézdnoe | 47. Tomak |
| 22. Manybaïskoe* | 48. Taïbogar |
| 23. Youjno-Manybaïskoe | 49. Tasmouroun |
| 24. Chorly | 50. Kourdaï |
| 25. Talas | 51. Botabouroun |
| 26. Granitnoe | |

* Mines en exploitation ou fermées.

Ressources raisonnablement assurées*

(tonnes d'U)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
320 740	436 620	598 660

* S'agissant de ressources in situ, déduction faite des ressources exploitées.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
113 200	195 900	259 300

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes en uranium (RSE-II et RS)

En l'absence de toute activité de prospection au Kazakhstan en 1997-1998, les RSE-II et les RS récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U sont demeurées inchangées. Dans les deux cas, les estimations se rapportent à des ressources in situ.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
200 000	290 000	310 000

Ressources spéculatives

(tonnes d'U)

Tranches de coût		Total
< 130 \$/kg d'U	Non spécifiée	500 000
500 000	0	

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

En 1997 et 1998, la production totale d'uranium s'est élevée respectivement à 1 090 et 1 270 t d'U. D'après les prévisions pour 1999, on s'attend à une forte augmentation, la production devant atteindre 2 000 t d'U.

Évolution de la production d'uranium (tonnes d'U)

Méthode de production	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1999	1999 (Prévisions)
Exploitation classique :						
• à ciel ouvert	21 618	0	0	0	21 618	0
• en souterrain	38 333	0	140	190	38 663	0
Exploitation et traitement classiques	59 951	0	140	190	60 281	0
Lixiviation in situ	21 421	1 210	950	1 080	24 661	2 000
TOTAL	81 372	1 210	1 090	1 270	84 942	2 000

État de la capacité théorique de production

En 1995, la compagnie minière et chimique Tselinny a arrêté la production dans ses mines souterraines de Gratchev et de Vostok. Elle a suspendu en conséquence l'exploitation de l'usine de traitement du minerai située à Stepnogorsk. Toutes ces installations ont été mises en réserve. Après une brève reprise des travaux en 1997 et 1998, la compagnie minière et chimique Tselinny a de nouveau cessé toute production d'uranium, et à l'heure actuelle ses biens sont à vendre, la compagnie ayant déposé son bilan.

Pour remplacer la production classique d'uranium, on procédait en 1996 aux préparatifs en vue de la mise en production des deux installations supplémentaires de LIS de Katko et d'Inkaï, ayant chacune une capacité théorique de production de 700 t d'U/an. La première est aménagée par une co-entreprise formée par la Kazatomprom, société d'État du Kazakhstan pour l'énergie atomique, et la Cogéma. La seconde est aménagée par les sociétés Kazatomprom et Cameco.

En résumé, la totalité de la capacité théorique de production d'uranium actuelle est liée aux cinq centres de production par LIS (compagnies minières Centrale, Stepnoye, n°6, Katko et Inkaï) dont la capacité globale de production atteint 4 000 t d'U/an.

On trouvera dans la première partie du tableau ci-après une récapitulation des précisions techniques concernant les centres de production par LIS existants et prévus, alors que celles concernant les centres de production mis en réserve figurent dans la seconde partie.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

Partie 1 : Centres existants et commandés

Dénomination du centre de production	Compagnie minière centrale	Compagnie minière Stepnoye	Compagnie minière N°6	Katko	Inkaï
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Commandé	Commandé
Stade d'exploitation	En service	En service	En service	En cours d'aménagement	En cours d'aménagement
Date de mise en service	1982	1978	1985	2000	2000
Source de minerai :					
• Noms des gisements	Kandjougan	Ouvanas, Mynkoudouk	Karamouroun	Moinkoum	Inkaï
• Type de gisement	Grès	Grès	Grès	Grès	Grès
Exploitation minière :					
• Type	LIS	LIS	LIS	LIS	LIS
• Tonnage (t de minerai /jour)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Installation de traitement :					
• Type	EI	EI	EI	n.d.	n.d.
• Tonnage (t de minerai/jour)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Capacité nominale de production (t d'U/an)	1 000	1 000	600	700	700
Projets d'agrandissement	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Les compagnies minières Centrale, Stepnoye et n°6 sont contrôlées par la société d'État Kazatomprom qui a été créée à la fin de 1996. Les compagnies Inkaï et Katko sont des co-entreprises qui ont respectivement la Cogéma et Uranerz/Cameco comme partenaires.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

Partie 2 : Centres en réserve

Dénomination du centre de production	Société KASKOR	Compagnie minière et chimique Tselinny
Catégorie de centre de production	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En réserve depuis 1993	En réserve depuis 1995
Date de mise en service	1959	1958
Source de minerai : • Noms des gisements • Type de gisement	Tomak, Melovoe Détritrus d'arêtes	Gratchev, Vostok stockwerk et filon
Exploitation minière : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO n.d. n.d.	ST n.d. n.d.
Installation de traitement : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	EI n.d. n.d.	EI n.d. n.d.
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	2 000	2 500

Emploi dans le secteur de l'uranium

On trouvera, récapitulée dans le tableau suivant, l'évolution des effectifs des centres de production existants entre 1996 et 1999. De 1992 à 1998, l'emploi n'a pas cessé de diminuer, passant de 11 800 personnes en 1992 à 4 800 en 1998, soit une baisse de près de 60 %. Cette diminution est en grande partie imputable à la fermeture de la compagnie minière et chimique Tselinny.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1996	1997	1998	Prévisions 1999
6 000	5 100	4 800	4 200

Centres de production futurs

Par suite de la fermeture de la Compagnie minière et chimique Tselinny, tout l'uranium produit au Kazakhstan après 1999 sera extrait par des techniques de LIS. Dans un proche avenir, deux centres de production supplémentaires sont prévus sur les gisements d'Irkol et de Zarechnoe. Sur la base des capacités théoriques de production existantes, commandées et prévues, on trouvera récapitulées dans le tableau suivant les projections de capacité jusqu'en 2005. Le programme de production pour 2010 et les années ultérieures n'a pas encore été établi.

Capacité théorique de production d'uranium à court terme
(tonnes d'U/an)

1999				2000				2001				2005			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
2 000	2 000	2 000	2 000	2 500	2 500	2 500	2 500	2 800	2 800	2 800	2 800	3 500	3 500	4 500	4 500

D'une façon générale, les ressources connues en uranium du Kazakhstan pourraient permettre une augmentation relativement rapide de la production, si la demande internationale venait à s'accroître.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Le Kazakhstan connaît d'importants problèmes d'environnement concernant les déchets liés à ses installations de production d'uranium exploitées par le passé et actuellement en service. Il est de même préoccupé par les incidences sur l'environnement de l'exploitation de ses ressources en uranium constituées par des gisements renfermés dans grès, qui représentent un volume considérable et qui se prêtent à une techniques d'extraction par LIS.

Les gisements d'uranium renfermés dans des grès se rencontrent dans des bassins sédimentaires qui contiennent aussi d'importantes ressources en eaux souterraines. La contamination des eaux souterraines en liaison avec ces gîtes uranifères, imputable tant à des causes naturelles qu'à la lixiviation, a entraîné l'aménagement d'une zone d'exclusion représentant une superficie de 150 km sur 15 km. Il est désormais interdit de puiser de l'eau de boisson à partir de cette zone.

En outre, les activités d'exploitation minière et de traitement des minerais d'uranium menées depuis plus de 40 ans ont engendré une accumulation de déblais de stériles et de résidus de traitement faiblement radioactifs. On estime que le volume total des déchets radioactifs issus de l'exploitation minière et du traitement du minerai s'élève à 200 millions de tonnes. Ces déchets ont, pour une large part, été produits par des installations qui sont maintenant fermées, et les exploitants antérieurs, en l'occurrence les entreprises de l'État soviétique, n'assument pas la responsabilité de la décontamination. Étant donné qu'aucune disposition financière n'a été prise pour couvrir les mesures requises de remise en état, la République du Kazakhstan doit fournir les fonds nécessaires.

En 1997 et 1998, des études spéciales ont été entreprises dans le cadre du programme TACIS afin de dresser un inventaire de tous les sites de stockage des déchets radioactifs issus de l'extraction et du traitement du minerais existant au Kazakhstan et d'évaluer les dangers potentiels qu'ils représentent pour l'environnement. On a pu déterminer que, sur les 100 sites de stockage de déchets, seuls cinq ou six avaient des incidences notables sur l'environnement. Le risque majeur et le principal sujet de préoccupation dans le cas de tous ces sites tient à la possibilité d'une utilisation non contrôlée de ces déchets comme matériaux de construction.

Au Kazakhstan, le recours exclusif aux techniques de LIS pour produire de l'uranium a entraîné l'élimination des résidus radioactifs de traitement correspondants. Il s'accompagne d'un accroissement des risques de contamination des aquifères métallifères par les solutions d'extraction utilisées

pour la LIS. À l'heure actuelle, on procède à une étude des effets qu'exerce l'extraction par LIS sur les aquifères. Cette étude est menée dans le cadre d'un projet de coopération technique de l'AIEA visant à établir les paramètres optimaux de traitement par LIS applicables aux conditions prévalant au Kazakhstan. De plus, une étude est en cours en vue de mieux comprendre le processus d'atténuation ou de régénération naturelle de l'aquifère après lixiviation.

BESOINS EN URANIUM

Les projections des besoins en uranium du Kazakhstan ont subi certaines modifications importantes par rapports aux données figurant dans la précédente édition du Livre rouge. Le Kazakhstan a exploité le réacteur surgénérateur rapide BN-350 d'une puissance installée nette de 70 MWe, à Aktaou, dans la péninsule de Manguychlak sur la côte de la mer Caspienne. L'énergie produite est principalement utilisée pour une usine de dessalement. Il est maintenant fortement question d'arrêter ce réacteur, ce qui voudrait dire que les besoins en uranium du pays pourraient être nuls au cours des prochaines années.

Le programme national visant à mettre en valeur l'énergie nucléaire en coopération avec la Fédération de Russie n'a toujours pas obtenu toutes les approbations requises. En conséquence, tous les projets de construction de centrales nucléaires sont reportés à une date indéterminée. On ne dispose donc d'aucune information sur les besoins futurs en uranium.

Puissance nucléaire installée (en MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
70	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires (en tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
50	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

STRATÉGIE D'APPROVISIONNEMENT ET D'ACHAT

À l'heure actuelle, la totalité de l'uranium produit au Kazakhstan est vendue sur le marché mondial. Le pays ne conserve pas de stocks d'uranium sous quelque forme que ce soit.

POLITIQUES NATIONALES EN MATIÈRE D'URANIUM

La politique nationale du Kazakhstan en matière d'uranium a pour objectif principal d'accroître notablement la production par LIS d'uranium destiné à la vente sur le marché mondial. Le second objectif consiste à soutenir la fabrication de pastilles d'uranium enrichi et d'autres produits à l'usine d'Oulba, au Kazakhstan, dans le cadre d'un projet en coopération avec la Fédération de Russie.

Par Décret du Gouvernement, la Société d'État pour l'énergie atomique, Kazatomprom, a été désignée comme l'autorité compétente du Kazakhstan pour toutes les questions liées aux importations et exportations d'uranium.

• Lituanie •

RESSOURCES EN URANIUM

La Lituanie ne possède pas de ressources en uranium et ne mène actuellement aucune activité de prospection de l'uranium.

BESOINS EN URANIUM

Les projections à court terme relatives à la puissance nucléaire installée en Lituanie sont fondées sur les deux réacteurs de type RBMK de la centrale d'Ignalina d'une puissance globale de 2 760 MWe. L'avenir de cette centrale fait actuellement l'objet d'un examen par le Parlement lituanien. Les besoins prévus en uranium de la centrale dépendront de la décision du Parlement. Les projections à court terme de ces besoins en uranium sont indiquées dans le tableau qui suit. La Lituanie ne possède pas de stock d'uranium naturel. La centrale nucléaire d'Ignalina conserve, d'une façon générale, un stock de combustible enrichi représentant six mois de fonctionnement.

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
480	640	680	n.d.	n.d.	n.d.

STRATÉGIE EN MATIÈRE D'ACHAT ET D'APPROVISIONNEMENT ET PRIX DE L'URANIUM

En 1999, la Lituanie a conclu un accord bilatéral avec la Fédération de Russie afin de garantir à long terme l'approvisionnement en combustible de la centrale d'Ignalina. Il n'est fait état d'aucune information sur le prix de l'uranium.

• Malaisie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

L'historique des débuts de la prospection de l'uranium en Malaisie est présenté dans les éditions de 1983 et de 1991 du Livre rouge. Depuis 1984, aucune activité de prospection n'a été menée à Sabah ou à Sarawak, car on estime que ces régions présentent de faibles possibilités de renfermer des gisements uranifères. Les travaux de prospection se sont cependant poursuivis dans la Péninsule de Malaisie, avec des moyens financiers limités.

En 1991 et 1992, le Service géologique de Malaisie [*Geological Survey of Malaysia (GSM)*] a exécuté un programme intégré de prospection au sol portant sur plus de 8 600 km² de terrains granitiques dans les États de Pahang, Perak, Selangor, Negeri Sembilan, Johore et Kelantan. Ces travaux ont permis de localiser cinq plutons granitiques uranifères. En plus de ces travaux réalisés sur le terrain, les données numériques résultant du levé radiométrique aéroporté exécuté en 1980 ont fait l'objet d'un nouveau traitement. Les résultats ont été utilisés pour établir des profils étagés et de nouvelles cartes.

En 1995-1996, des levés radiométriques autoportés ont été effectués dans des parties des États de Pahang et de Kelantan à l'aide d'un système de spectromètres GR650 fourni par l'AIEA. On a ainsi couvert 1 000 km au total de cheminements, ce qui a permis de recueillir environ 11 500 mesures de rayonnement gamma. Quatorze zones représentant environ 100 km au total de cheminements se sont révélées comme étant susceptibles de renfermer un potentiel uranifère.

Activités récentes et en cours

Le GSM a poursuivi ses activités de prospection en 1997 et 1998 dans la Péninsule de Malaisie. Ce programme devait se poursuivre en 1999. En 1997 et 1998, des levés radiométriques autoportés ont été effectués dans les États de Selangor, Pahang et Negri Sembilan.

On n'a pas découvert de ressources en uranium en Malaisie. Il n'est fait état d'aucune estimation de ressources spéculatives.

Dépenses de prospection de l'uranium sur le territoire national

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public :				
(milliers de ringgits de Malaisie)	0	604	699	702
(milliers de USD)	0	245	187	186

• Malawi* •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection d'uranium entreprise par une société internationale au cours des années 80 a permis de découvrir le gisement uranifère de Kayelekera, situé au nord du Malawi. Il n'est fait état d'aucune activité de prospection entre 1996 et 1998. Le gisement de Kayelekera est stratiforme et de type gréseux. Il est renfermé dans une séquence d'arénite et de schiste dans la formation du Bas-Karoo datant du Permien. On y a décelé des ressources de 11 700 t d'U d'une teneur moyenne de 0,159 % d'U.

RESSOURCES EN URANIUM

Les seules ressources classiques connues du Malawi sont renfermées dans le gisement de Kayelekera.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Le Malawi fait état de ressources connues dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U et ne signale aucune autre ressource uranifère connue ou non découverte.

Ressources raisonnablement assurées* (tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
–	11 700	11 700

* S'agissant de ressources in situ.

* C'est la première fois que le Malawi fournit un rapport officiel dans le cadre du Livre rouge.

• Mexique •

PROSPECTION DE L'URANIUM

La prospection de l'uranium a cessé en mai 1983 et URAMEX, organisme en charge de cette activité, a été dissout en février 1985. Certaines des compétences d'URAMEX ont été reprises par le Conseil des ressources minérales (Consejo de Recursos Minerales). Conformément à la Loi minière mexicaine (Art. 5, II), la prospection et l'exploitation des minéraux radioactifs sont des activités réglementées qui relèvent du « Système national de zones minières réservées ».

RESSOURCES EN URANIUM

D'après les estimations établies en 1982, les ressources connues en uranium du Mexique représentent au total 2 400 t d'U récupérables à des coûts compris entre 80 et 130 \$/kg d'U. Les ressources supplémentaires non découvertes s'élèvent à 12 700 t d'U, dont 2 700 t entrent dans la catégorie des RSE-II et 10 000 t dans celle des Ressources Spéculatives. En outre, il existe des ressources non classiques représentant au total 150 000 t d'U dans les phosphates marins de la Baja California, et environ 1 000 t d'U associées à des minéralisations hydrothermales non ferreuses à Tayata (Oaxaca), Noche Buena (Sonora) et La Preciosa (Durango), qui étaient précédemment classées dans la catégorie des ressources classiques.

PRODUCTION D'URANIUM

De 1969 à 1971, la Commission du développement minier a exploité une usine à Villa Aldama, État de Chihuahua. Cette installation était utilisée pour récupérer le molybdène et l'uranium, ce dernier en tant que sous-produit, à partir des minerais extraits des gîtes de la Sierra de Gomez, de Domitilia (Peña Blanca) et d'autres indices. Au total, 49 t d'U ont ainsi été produites. À l'heure actuelle, il n'existe pas de projet de production d'uranium.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins actuels en uranium du Mexique concernent les deux tranches de la centrale nucléaire de Laguna Verde, à Vera Cruz, ayant une puissance installée de 654 MWe chacune.

Les besoins annuels en uranium sont établis sur la base du Plan d'utilisation de l'énergie défini pour cette centrale, dont les objectifs sont d'améliorer l'utilisation du combustible, grâce au recours à des modèles de combustible de type avancé, et de réduire les quantités de combustible irradié déchargé.

Gisements d'uranium au Mexique



- 1. Los Amoles
- 2. Sierra Peña Blanca
- 3. La Preciosa
- 4. La Coma-Buenavista-El Chapote
- 5. Tayata
- 6. UF 1
- 7. Noche Buena

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
1 306	1 306	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370	1 370

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
360.25	189.48	184.22	180.01	360.02	178.19	356.38	182.44	364.88

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Tous les achats opérés par la compagnie d'électricité du Mexique, la Commission fédérale d'électricité [*Comisión Federal de Electricidad (CFE)*], doivent faire l'objet d'un appel d'offres public. Dans le cas de l'uranium, la stratégie a consisté à passer des contrats de cinq ans ou moins. Les contrats actuels d'approvisionnement en uranium qui ont été passés avec CAMECO et NUKEM en 1996, prévoient la livraison de 1 137 559 kg d'U (sous forme d'UF₆) pour la période allant de 1998 à 2001.

STOCKS D'URANIUM

En général, les achats sont effectués un an avant la date prévue de livraison des assemblages de combustible à la centrale nucléaire de Laguna Verde.

Des stocks d'uranium naturel correspondant à un ou deux rechargements, sont maintenus dans les installations d'enrichissement en fonction du calendrier d'achats.

La politique suivie consiste à ne pas avoir de stocks de combustible enrichi ou fabriqué.

• Namibie •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DES MINES

Historique

La première découverte notable d'une minéralisation radioactive sur le territoire national de la Namibie a été réalisée en 1928 dans la région de Rössing par autoradiographie d'un échantillon contenant ce que l'on supposait être des minéraux de pechblende.

À la suite d'une croissance de la demande et des prix sur le marché de l'uranium, d'intenses activités de prospection de l'uranium ont démarré en Namibie à la fin des années 60. Plusieurs levés radiométriques aéroportés ont été menés par le Service géologique (*Geological Survey*) pendant cette période et de nombreuses anomalies dénotant la présence d'uranium ont été localisées. L'une de celles-ci a conduit à la découverte du gisement de Rössing, pour lequel la société Rio Tinto Zinc avait obtenu des droits de prospection en 1966. Ce gisement a donné lieu à l'aménagement d'une grande mine à ciel ouvert qui a été mise en exploitation en 1976.

La mise en valeur du gisement de Rössing, jointe à la nette orientation en hausse des prix de l'uranium, a suscité une intense activité de prospection, principalement dans le désert du Namib. On a décelé deux principaux types de gisements : des gisements de type intrusif, associés à Rössing avec de l'alaskite, et des gisements de type calcrète superficiel.

Dans la catégorie des gisements intrusifs, en dehors de celui de Rössing, le gisement de Trekkopje renferme des ressources notables. Le gisement de Langer Heinrich est le plus prometteur dans la catégorie des gisements de type calcrète superficiel. Plusieurs de ces gisements à faible teneur ont fait l'objet d'études de faisabilité, mais la contraction du marché a mis fin à toute activité supplémentaire.

Les incertitudes politiques, jointes à la baisse des prix de l'uranium, ont provoqué la brutale réduction des activités de prospection et de développement au début des années 80, fait regrettable car le perfectionnement des techniques de prospection, qui s'étaient avérées si efficaces dans le désert du Namib, était sur le point de permettre de localiser un certain nombre de gisements nouveaux. Depuis cette époque, la faiblesse persistante du marché de l'uranium a découragé la poursuite des activités de prospection, sauf dans le voisinage immédiat de la mine de Rössing.

Cependant, au cas où la demande d'uranium viendrait à se redresser de façon durable, il demeure possible que la mise en valeur de l'un des gisements localisés s'avère commercialement viable, celui de Langer Heinrich étant généralement considéré comme offrant le meilleur potentiel.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

Depuis la fin de l'expansion rapide des activités de prospection au cours des années 70, seuls des travaux limités de prospection de l'uranium ont été menés. À l'heure actuelle, deux permis de maintien des droits visant des gîtes minéraux sont en vigueur pour les gisements de Valencia (de type

intrusif associé à de l'alaskite) et de Langer Heinrich (de type renfermé dans des calcrètes superficiels). Un permis exclusif d'exploration est en vigueur pour les gîtes de Trekkopje, mais les données détaillées sur les travaux de prospection exécutés et sur leurs résultats demeurent confidentiels pendant toute la période de validité du permis.

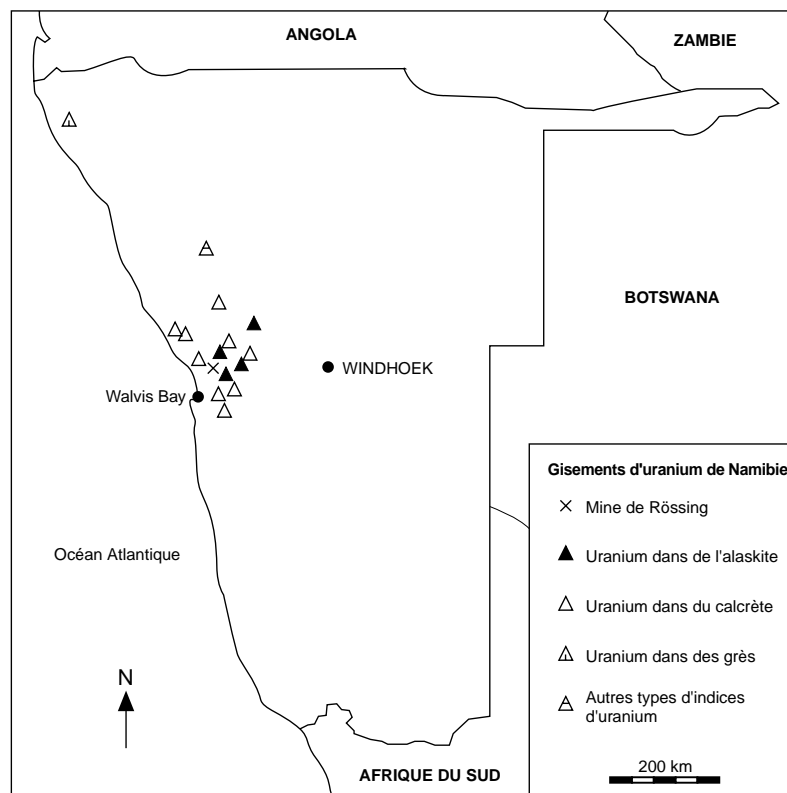
RESSOURCES EN URANIUM

Les ressources en uranium de la Namibie, entrant dans les catégories des ressources tant connues que non découvertes, se rencontrent dans un certain nombre de milieux géologiques et appartiennent par conséquent à plusieurs types de gisements. Les ressources connues sont principalement associées aux gisements de type intrusif. En outre, environ 10 % de l'ensemble des ressources connues sont renfermés dans des gisements de type superficiel.

En plus des ressources connues renfermées dans les gisements de type intrusif de Rössing et de Trekkopje, et de celles liées aux formations superficielles de calcrètes du gisement de Langer Heinrich, il existe un fort potentiel en ce qui concerne les ressources en uranium non découvertes. Encore qu'il ne soit pas évalué du point de vue quantitatif, ce potentiel se trouve dans les milieux géologiques suivants :

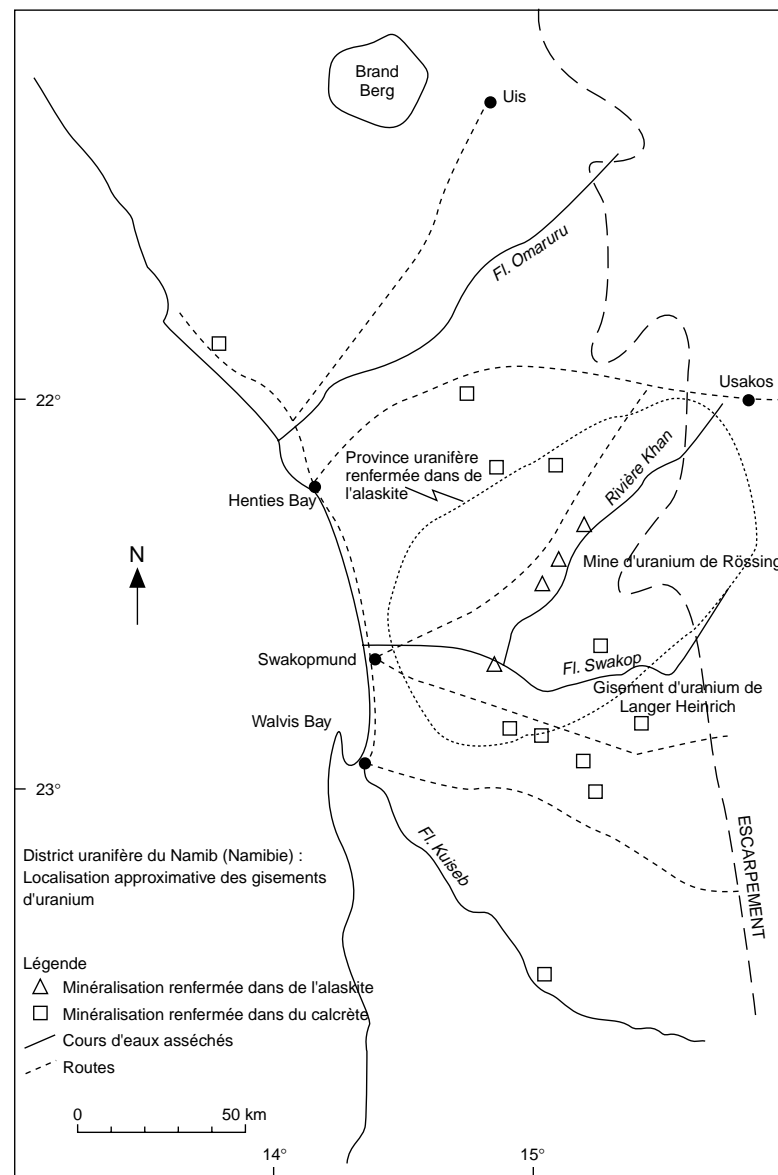
- Le terrain granitique de la zone de Damara s'étend sur 5 000 km². Ce secteur est en grande partie recouvert de dépôts superficiels et/ou de sable éolien semi-consolidé. Par le passé, les travaux de recherche se sont axés sur l'étude complémentaire des anomalies décelées par des levés radiométriques aéroportés. On présume l'existence, sous la couverture postérieure à la minéralisation, de ressources supplémentaires considérables pouvant être de l'importance de celles du gisement de Rössing.
- Les terrains sédimentaires superficiels datant du Tertiaire ou plus récents situés dans des zones semi-arides. Ce milieu est également propice à l'existence de gisements d'uranium du type renfermé dans des calcrètes. Sur 38 anomalies décelées par des levés aéroportés régionaux, 11 ont fait l'objet de sondages intensifs qui ont donné des résultats positifs. Ces travaux ont mis en évidence des ressources connues qui sont incluses dans les estimations. Dans la plupart des cas, les sondages ont rencontré une minéralisation à faible teneur associée à des paléochenaux à remplissage de calcrète. Bien que l'existence de ressources supplémentaires dans les sédiments datant du Tertiaire ne soit pas exclue, la présence d'importantes ressources non découvertes est jugée peu probable.
- Les bassins gréseux, tels les sédiments du Karoo datant du Permo-Trias, qui ont fait l'objet de recherches approfondies dans les pays voisins au début des années 70. Ces bassins ont aussi été prospectés de façon limitée en Namibie. Ces sédiments ont été largement fractionnés par les réseaux hydrographiques dans la partie nord-ouest de la Namibie, et les résultats des levés radiométriques aéroportés sont très contrastés. Les travaux de suivi au sol, notamment d'importants sondages, ont permis de localiser une minéralisation uranifère à faible teneur représentant près de 6 millions de tonnes. Cette dernière a toutefois été exclue des ressources connues en raison des coûts élevés de récupération. On estime que des ressources exploitables dans des conditions rentables peuvent être renfermées dans des bassins sédimentaires d'âge analogue dans d'autres régions inexplorées de la Namibie.

Figure 1. Gisements d'uranium en Namibie



240

Figure 2. Localisation des gisements d'uranium dans le district uranifère du Namib



Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Au 1er janvier 1999, les ressources connues de la Namibie s'élèvent au total à 288 022 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Alors que les RRA, représentant 180 509 t d'U, sont indiquées en termes de ressources récupérables, déduction faite des pertes en cours d'extraction (10 à 16 %) et en cours de traitement (14 à 30 %), les chiffres indiqués pour les RSE-I se rapportent à des ressources in situ.

Comme la dernière évaluation remonte à avant 1995, les RRA indiquées demeurent inchangées par rapport à la dernière édition du Livre rouge, hormis les réductions imputables à la production cumulée de 6 850 t d'U en 1997 et 1998.

Ressources raisonnablement assurées*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
67 239	149 274	180 509

* S'agissant de ressources récupérables.

Au 1er janvier 1999, les RSE-I représentent 107 513 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U, s'agissant de ressources in situ. En l'absence d'activités de prospection, ces ressources sont demeurées inchangées par rapport à l'édition précédente du Livre rouge.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
70 546	90 815	107 513

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les données disponibles étant limitées, il n'a pas été effectué d'estimation des RSE-II ni des RS. Le potentiel, en ce qui concerne les ressources non découvertes, est cependant considéré comme excellent, en particulier dans le cas des gisements de type intrusif.

PRODUCTION D'URANIUM

Il n'existe qu'un seul producteur d'uranium en Namibie, la société Rössing Uranium Limited, qui exploite le centre de production de Rössing.

Historique

En 1928, le capitaine G. Peter Louw a, au cours de travaux de prospection, découvert une minéralisation d'uranium près des Montagnes de Rössing dans le désert du Namib. Pendant de nombreuses années, il s'est efforcé de susciter de l'intérêt pour cette zone, mais ce n'est que vers la fin des années 50 que la société « Anglo American Corporation of South Africa » y a mené des travaux de prospection par sondage et a effectué certaines reconnaissances souterraines. Étant donné les valeurs erratiques des mesures et les perspectives économiques médiocres pour l'uranium, cette société a abandonné les recherches.

En août 1966, la société Rio Tinto Zinc (RTZ) a acquis les droits de prospection et mené un programme intensif de prospection jusqu'en mars 1973. Des travaux de topographie, de cartographie, de sondage, d'échantillonnage en masse et d'essais métallurgiques dans une unité pilote d'une capacité de 100 t/jour ont démontré la faisabilité de l'installation d'un centre de production.

La Rössing Uranium Limited a été constituée en 1970 en vue de mettre en valeur le gisement, avec RTZ pour principal actionnaire (détenant 51,3 % du capital à l'époque de la constitution de la société).

L'aménagement de la mine a commencé en 1974 et c'est en juillet 1976 qu'a été mise en service l'usine de traitement et qu'a démarré la production, avec pour objectif d'atteindre la pleine capacité nominale de 5 000 t courtes d' U_3O_8 par an (3 845 t d'U/an) au cours de 1977. En raison de la nature fortement abrasive du minerai, qui n'avait pas été déterminée au stade des essais en unité pilote, l'objectif de production n'a pu être atteint qu'en 1979, après que certaines modifications importantes aient été apportées à la conception de l'installation.

Évolution de la production d'uranium

	Total avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1999	1999 (Prévisions)
Méthode de production	<i>(tonnes d'U contenues dans le minerai)</i>					
Méthode classique :						
• À ciel ouvert	58 590	2 447	2 905	2 780	66 722	3 425
TOTAL	58 590	2 447	2 905	2 780	66 722	3 425

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La Rössing Uranium Limited est une entreprise d'économie mixte, ayant des actionnaires privés et publics comme indiqué dans la liste ci-après :

RTZ Corporation	56,3 %
Gouvernement namibien	3,5 %
Rio Algom Limited	10,0 %
IDC South Africa	10,0 %
Autres	20,2 %

La production d'uranium appartient entièrement à des organismes privés nationaux.

État de la capacité théorique de production

En 1997 et 1998, la production s'est établie à un niveau proche de 75 % de la capacité nominale, alors qu'elle n'avait été que de 41 % au début des années 90. On escompte des cadences de production analogues en 1999 et 2000.

Au cours des deux dernières années, d'importantes dépenses d'équipement ont été engagées pour améliorer la rentabilité. Les principaux postes de dépenses en capital ont été le remplacement des camions de roulage et l'aménagement d'une unité de pré-criblage en amont de l'installation de concassage secondaire. En outre, des systèmes informatisés de comptabilité et de gestion ont été installés en vue d'améliorer l'efficacité du fonctionnement et d'assurer le passage sans heurt de ces systèmes à l'an 2000. Des dépenses en capital du même ordre sont prévues au cours des deux prochaines années.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Dans le cadre des améliorations générales du fonctionnement, le niveau de l'emploi devrait continuer de baisser au cours des quelques prochaines années, l'objectif étant de réduire les coûts de production.

Effectifs du centre de production existant

(personnes-ans)

1996	1997	1998	Prévisions 1999
1 189	1 254	1 104	1 009

Précisions techniques concernant le centre de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

Dénomination du centre de production	Rössing
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	En service
Date de mise en service	Mai 1976
Source de minerai : <ul style="list-style-type: none">• Nom des gisements• Type de gisement	Rössing Intrusif
Exploitation minière : <ul style="list-style-type: none">• Type• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO 42 000 84
Installation de traitement : <ul style="list-style-type: none">• Type• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/EI/ES 30 000 86
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	4 000

Centres de production futurs

Aucun centre de production futur n'est prévu pour le moment.

Capacité théorique de production à court terme

Les projections relatives à la capacité théorique de production à court terme de la Namibie sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Capacité théorique de production à court terme

(tonnes d'U/an)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	0	4 000	4 000	0	0	4 000	4 000	0	0	4 000	4 000

2005				2010				2015			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	0	4 000	4 000	0	0	4 000	4 000	0	0	4 000	4 000

Capacité théorique de production à long terme

Si les conditions du marché devenaient plus favorables, le centre de Rössing, seul producteur d'uranium en Namibie, pourrait retrouver sa pleine capacité de production de près de 4 000 t d'U/an. Les ressources connues pourraient alimenter cette production au moins jusqu'en 2017.

Des conditions de marché favorables permettraient en outre d'aménager un centre de production supplémentaire d'une capacité de 1 000 t d'U/an. Toutefois, la disponibilité de l'eau figure parmi les facteurs susceptibles d'avoir une incidence sur toute décision en matière de production.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

La législation de la Namibie en matière d'environnement ne se limite pas exclusivement au secteur minier de l'uranium, mais régit tous les aspects de l'exploitation minière.

À l'heure actuelle, les activités intéressant l'environnement ne sont régies que par une politique de l'environnement. Toutefois, un projet de loi sur l'environnement (*Environmental Act*) et un autre intégrant la lutte contre la pollution et la gestion des déchets (*Integrated Pollution Control and Waste Management Bill*) existent déjà à l'état d'ébauche. En outre, un Fonds pour la protection de l'environnement sera constitué afin de garantir la disponibilité des ressources financières nécessaires pour la remise en état des mines.

Coûts de la gestion de l'environnement

(centre de production à ciel ouvert)

En cours d'exploitation	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Évaluation des incidences sur l'environnement avant l'exploitation	170	0	0	0	170
Surveillance	19 750	1 131	842	864	22 587
Stabilisation des verses à stériles et/ou bassins de décantation	2 978	799	339	246	4 362
Décontamination du matériel remplacé	0	0	0	0	0
Gestion des effluents (gaz, liquides)	11 670	309	448	474	12 901
Remise en état du site	4 062	174	170	185	4 591
Évacuation des déchets radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	190	10	10	10	220
TOTAL (milliers de ZAR)	38 820	2 423	1 809	1 779	44 831

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Le gouvernement namibien est conscient du fait que les gisements d'uranium du pays représentent une importante ressource économique tant pour la Namibie que pour les consommateurs d'uranium du monde entier. Il s'est donc engagé à mettre en valeur ces gisements d'une manière qui soit sûre pour ses travailleurs et viable à long terme du point de vue de l'environnement. Cette politique s'est concrétisée au plan législatif dans la Loi de 1992 sur les ressources minérales (prospection et exploitation).

La Namibie est devenue indépendante le 21 mars 1990 et la Loi a été promulguée le 1er avril 1994. Avec l'adoption de cette Loi, un certain nombre de dispositions législatives sud-africaines, qui régissaient auparavant les activités de production d'uranium, ont été abrogées ou amendées. Il s'agit, notamment, de la Loi de 1963 sur les installations nucléaires (autorisation et sûreté) [*Nuclear Installations (Licensing and Security) Act of 1963*] et de la Loi de 1967 sur l'énergie atomique (*Atomic Energy Act of 1967*) ainsi que de leurs modifications.

L'abrogation de la législation sud-africaine concernant l'uranium était justifiée en raison de sa complexité et de ses renvois inutiles à des questions qui ne s'appliquaient pas à la Namibie mais les dispositions de la Loi namibienne de 1992 sur les minéraux (Prospection et exploitation minière) ne sont pas suffisamment détaillées pour permettre la maîtrise de la sûreté ou des aspects liés à l'environnement du secteur de l'uranium. La promulgation d'une nouvelle loi ou des amendements à la législation en vigueur sont actuellement envisagés.

STOCKS D'URANIUM

Aucun stock d'uranium n'est détenu en Namibie.

PRIX DE L'URANIUM

La société Rössing Uranium Limited est le seul producteur d'uranium en Namibie. La communication d'informations sur les prix contractuels pourrait être préjudiciable aux intérêts à long terme de cette société.

• Niger •

PROSPECTION ET EXTRACTION MINIÈRE DE L'URANIUM

Historique

Au Niger, la prospection de l'uranium dans la région de l'Arlit a commencé en 1956 et a été menée par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), puis par la Cogéma. La découverte de zones minéralisées a abouti à l'exploitation minière des gisements d'Arlette, d'Artois et d'Ariège par la Société des mines de l'Air (Somair), et des gisements d'Akouta et d'Akola par la Compagnie minière d'Akouta (Cominak). Les travaux de prospection exécutés le long de l'extension nord-ouest de la zone de cisaillement d'Arlette ont conduit à la découverte du gisement de Taza. La propriété de ce gisement a été conférée à la Société minière de Tassa N'Taghalgue (SMTT), créée à cet effet, mais cette dernière a concédé une partie de ses droits d'extraction à la Somair en 1986.

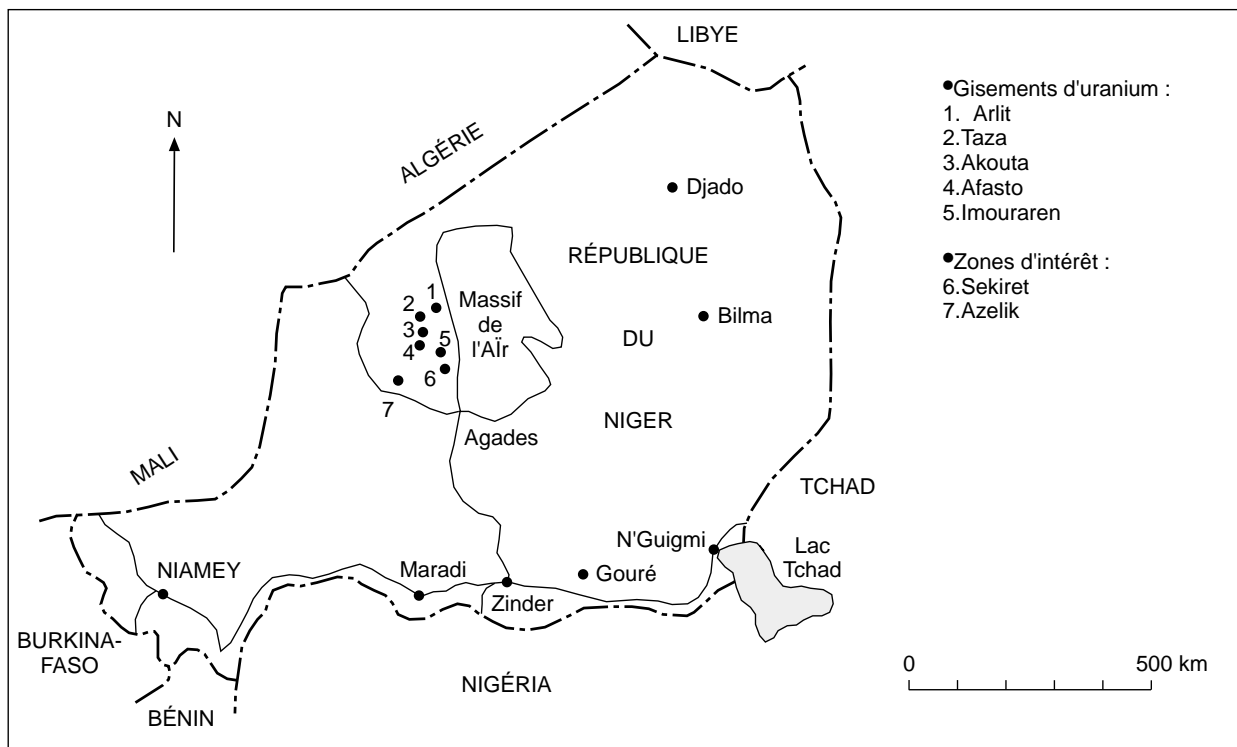
Au cours des années suivantes, tant la Somair que la Cominak ont pris part à des activités de prospection, qui avaient pour seul but de mieux évaluer des gisements connus. La Somair a délimité celui de Taza Nord et la Cominak a procédé à l'évaluation d'une zone minéralisée située au sud-est du gisement d'Akola.

Depuis 1993, la Somair comme la Cominak ont entrepris d'importants programmes de sondages. Les résultats de ces sondages ont, pour une part, conduit la Somair à réviser les estimations des ressources des gisements de Takrisa et de Tamou et la Cominak à poursuivre l'évaluation des gisements de Akouta-Sud et d'Akola. En 1996, la Société minière de Tassa N'Taghalgue a été dissoute et ses actifs, y compris le patrimoine minier, ont été vendus à la Somair.

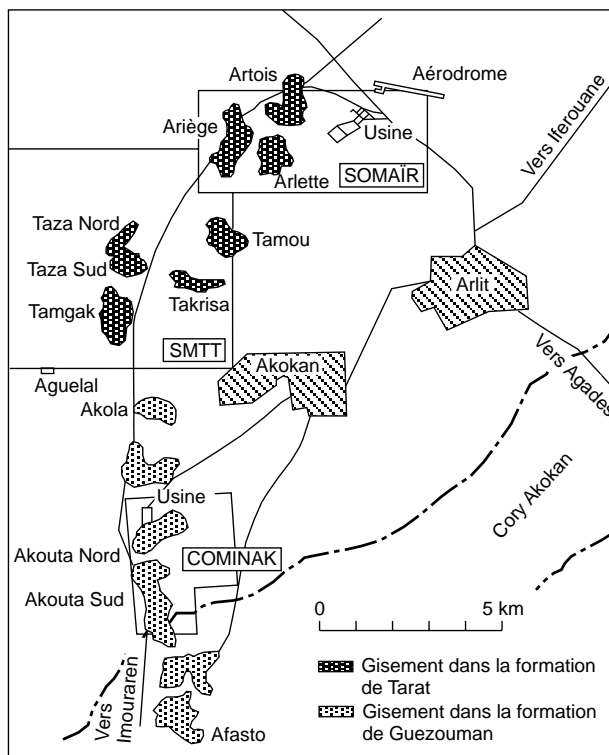
Activités récentes et en cours d'exploration et d'extraction minière de l'uranium

En 1997 et 1998, la Somair a procédé à 598 forages par percussion, d'une longueur totale de 47 431 m, principalement dans le gisement de Tamou. Une maille de sondage avec un pas de 25 m a été utilisée pour délimiter le gisement. Les limites de la minéralisation ont été déterminées au nord et des travaux complémentaires de reconnaissance ont été réalisés sur la couverture improductive adjacente. Il n'est pas prévu de sondages supplémentaires.

Gisements d'uranium et zones d'intérêt au Niger



Gisements d'uranium dans la région d'Arlit, centre de production d'uranium du Niger



Pour parfaire l'évaluation du gisement d'Akola, la Cominak a foré 100 trous de sondage d'une longueur totale de 20 659 m (en partie carottés). Les plans pour 1999 prévoient 8 000 m de sondages supplémentaires.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Longueur totale cumulée des sondages (m)	16 103	52 660	15 430	8 000
Nombre total de trous de sondage forés	83	605	93	–

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les ressources connues du Niger, d'après les estimations au 1er janvier 1999, représentent au total 89 702 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Les quantités indiquées se rapportent à des ressources in situ.

Toute comparaison directe avec les estimations des ressources au 1er janvier 1997 concernant les ressources récupérables dans la même tranche de coût est difficile dans la mesure où l'estimation précédente inclut une réduction de 16 à 18 % pour tenir compte des pertes en cours d'extraction et de traitement. Les RRA ont diminué de quelque 10 000 t d'U principalement à cause de la production cumulée d'environ 7 200 t d'U en 1997 et 1998. Toutefois, une nouvelle estimation des RSE-I se traduit par une augmentation considérable des ressources classiques connues dans la tranche de coût supérieure comprise entre 80 et 130 \$/kg d'U.

Les ressources connues du Niger sont principalement des RRA. Dans la tranche de coût inférieure à 130 \$/kg d'U, elles s'élèvent à 71 173 t d'U s'agissant de ressources in situ. Le tonnage total en 1999 est constitué pour environ 60 % par des ressources bon marché récupérables à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U. Le reste correspond à des ressources exploitables à moins de 80 \$/kg d'U.

Il n'est fait état d'aucunes RSE-I bon marché, alors que 1 200 t d'U avaient été signalées en 1997. Toutefois, dans la tranche de coût supérieure des RSE-I, on note une augmentation notable de 18 579 t d'U, qui résulte probablement des récents forages exécutés pour délimiter les prolongements des gisements de Tamou et d'Akola.

Ressources raisonnablement assurées* au 1er janvier 1999

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
43 594	71 123	71 123

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources supplémentaires estimées* – Catégorie I* au 1er janvier 1999

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	0	18 579

* S'agissant de ressources in situ.

En plus des ressources indiquées ci-dessus, il existe aussi des RSE-I représentant environ 100 000 t d'U qui ne sont affectées à aucune tranche de coût. Ces ressources sont sous le contrôle d'autres sociétés que la Somair et la Cominak. Toutes les ressources connues en uranium du Niger (RRA et RSE-I) récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U sont tributaires des centres de production existants d'Arlit (Somair) et d'Akouta (Cominak).

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Bien que le Niger ne fasse pas état de ressources non découvertes, d'autres sociétés que la Somair et la Cominak estiment qu'il existe aussi environ 80 000 t d'U qui ne sont affectées à aucune tranche de coût ou catégorie de ressource.

PRODUCTION D'URANIUM

La production d'uranium au Niger est assurée par deux sociétés, la Somair et la Cominak, qui exploitent des mines sur des gisements du type renfermés dans des grès, respectivement depuis 1970 et 1978.

La Somair dispose d'une capacité théorique de production de 1 500 t d'U par an à partir d'une exploitation à ciel ouvert, tandis que la capacité théorique de production de la Cominak, qui est de 2 300 t d'U par an, repose sur une exploitation en souterrain.

L'évolution de la production d'uranium au Niger est exposée en détail dans le tableau suivant.

Production d'uranium (tonnes d'U)

Méthode de production	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	1999 (Prévisions)
• À ciel ouvert (Somair)	25 281	1 215	1 353	1 510	29 359	1 000
• Lixiviation en tas*	5 786	0	0	0	5 789	0
• En souterrain (Cominak)	34 389	2 114	2 134	2 204	40 481	1 910
TOTAL	65 456	3 329	3 487	3 714	75 989	2 910

* Dans les éditions précédentes du Livre rouge, la production par lixiviation en tas était comprise dans la production à ciel ouvert de la Somair.

Le tableau suivant fournit plus de détails sur les centres de production d'Arlit et d'Akouta.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n°1	Centre n°2
Nom du centre de production	Arlit (Somair)	Akouta (Cominak)
Catégorie de centre de production	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	En service
Date de mise en service	1970	1978
Source de minerai : • Nom des gisements • Types de gisement	Arlette, Takriza, Tamou Grès	Akouta, Akola Grès
Exploitation minière : • Type (CO, ST) • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO 2 000 n.d.	ST 1 800 n.d.
Installation de traitement : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA/Extraction par solvants 2 000 95	LA/Extraction par solvants 1 900 93
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	1 500	2 300
Projets d'expansion	Exploitation minière du gisement de Tamou en 1999	n.d.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

La structure de la propriété dans le secteur de l'uranium n'a pratiquement pas subi de modification au cours de 1997 et 1998 ; elle se répartit comme suit :

Somair		Cominak	
36,6 %	Onarem (Niger)	31 %	Onarem (Niger)
37,5 %	Cogéma (France)	34 %	Cogéma (France)
19,4 %	CFMM (France)	25 %	CFMM (France)
6,5 %	Urangesellschaft	10 %	Urangesellschaft

Emploi dans le secteur de l'uranium

La restructuration progressive que connaît le secteur de la production depuis 1990 a abouti à une réduction continue des effectifs, qui sont passés de 3 173, en 1990, à 2 002, à la fin de 1998. En 1999, ce chiffre devrait descendre au-dessous de 2 000 personnes.

Effectifs des centres de production existants (personnes-ans)

Société	1996	1997	1998	Prévisions 1999
Somair	824	814	810	800
Cominak	1 246	1 219	1 192	1 142
TOTAL	2 070	2 033	2 002	1 942

Capacité théorique de production à court terme

Seuls ont été fournis les chiffres pour les années 1999 à 2001. Il n'est fait état d'aucune estimation pour la période ultérieure.

Capacité théorique de production à court terme (tonnes d'U/an)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
2 910	3 110	0	0	2 910	3 410	0	0	2 910	3 410	0	0

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Au Niger, l'incidence de l'industrie minière de l'uranium sur l'environnement résulte des activités menées dans ce domaine depuis plus de 25 ans. Au cours de cette période, les activités tant d'extraction que de concentration ont entraîné l'accumulation d'une quantité importante de déchets. De plus, parmi les perturbations causées en surface par l'industrie minière de l'uranium figurent quatre mines à ciel ouvert, aujourd'hui épuisées.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

L'un des principaux objectifs de la politique du Niger relative à l'uranium est de permettre à l'industrie nationale de l'uranium d'accroître sa compétitivité au plan international.

• Ouzbékistan •

PROSPECTION DE L'URANIUM ET AMÉNAGEMENT DES MINES

Historique

La prospection de l'uranium en Ouzbékistan est antérieure au démarrage en 1945 de l'exploitation minière de petits gisements de type filonien (Chakaptaz, Ouigouz Saï et autres) dans le bassin du Fergana, situé dans la partie orientale de l'Ouzbékistan. La prospection réalisée au début des années 50, notamment au moyen de levés géophysiques aéroportés, de levés radiométriques au sol et de travaux souterrains, etc., dans des zones écartées du désert du Kyzylkoum au centre de l'Ouzbékistan, a permis de découvrir de l'uranium dans la région d'Outchkoudouk. Les forages ont confirmé la découverte initiale et l'aménagement de la première mine à ciel ouvert a débuté en 1961.

Après la mise au point d'un modèle concernant les gisements d'uranium renfermés dans des sédiments oxydés non consolidés datant du Méso-Cénozoïque, les sondages carottés et une série de méthodes de diagraphie géophysique des sondages sont devenus les principaux outils de prospection utilisés pour explorer les milieux sédimentaires. En s'appuyant sur les connaissances des caractéristiques des gisements et en ayant recours à des techniques améliorées de sondage, on a prospecté de vastes secteurs de la dépression de Karakata, située dans la région de Boukinaï et la bordure méridionale des montagnes de Ziraboulak-Ziaetdin a été explorée. Ces travaux ont conduit à la découverte d'importants gisements d'uranium renfermés dans des grès, notamment ceux de Boukinaï, Sabirsäi, Youjny Boukinaï (Boukinaï Nord), Sougraly, Lyavlyakan et Ketmentchi. En outre, la prospection de gisements d'uranium dans des schistes métamorphiques dans les secteurs d'Aouminza-Beltaou et d'Altyntaou a commencé en 1961 et a abouti à la découverte des gisements d'uranium, de vanadium et de molybdène de Roudnoe et de Kostcheka.

La mise au point de la technique d'extraction par lixiviation in situ (LIS) pour récupérer l'uranium des gisements renfermés dans des grès au début des années 70 a conduit à réévaluer des gisements négligés jusque là, notamment ceux de Lyavlyakan et de Ketmentchi, et à intensifier les efforts de prospection dans les formations sédimentaires du désert du Kyzylkoum au centre de l'Ouzbékistan.

Les activités de prospection se sont concentrées sur le secteur nord-ouest des montagnes de Nourataou de même que sur la partie sud-est des montagnes de Ziraboulak-Ziaetdin. Parmi les gisements découverts dans ces zones figurent ceux d'Alendy, de Severny Kanimekh et de Youjny Kanimekh (Kanimekh Sud), dans les montagnes de Nourataou, et les gisements de Chark et de Severny Maïzak (Maïzak Nord), dans les montagnes de Ziraboulak-Ziaetdin. L'un des principaux résultats techniques obtenus à cette époque a été la reconnaissance de la nature polymétallique des gisements d'uranium renfermés dans des grès, ce qui a permis de récupérer du sélénium, du molybdène, du rhénium et de scandium comme sous-produits.

La prospection de l'uranium incombe à deux organisations. À l'intérieur et aux alentours des gisements connus, elle est du ressort de la division de géologie de la compagnie productrice, tandis que dans les nouveaux secteurs, elle est confiée à l'organisation de prospection *Krasnokolms*. Depuis le début des années 90, les sondages n'ont visé qu'à délimiter les gisements connus et rechercher d'éventuels prolongements de ces derniers.

Depuis 1994, toutes les activités de prospection de l'uranium ont été financées par le Combinat minier et métallurgique de Navoï (CMMN). Ces activités comprennent la prospection à l'intérieur et aux alentours des gisements connus et la recherche de nouveaux gisements par l'Organisation de prospection Krasnokolms et ultérieurement par l'entreprise d'État chargée de la géologie « *Kyzyltepageologia* » qui lui a succédé.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

En 1997-1998, l'entreprise d'État chargée de la géologie « *Kyzyltepageologia* » a procédé à l'évaluation des ressources connues (RRA et RSE-I) des gisements de Kendykiyoube, de Severny Kanimekh, de Tokhoumbet et d'Oulous. Les travaux de sondage en vue de mieux délimiter les RRA et les RSE-I devraient se poursuivre en 1999 en ce qui concerne le gisement de Kendykiyoube (secteur minier du Nord) et celui de Tokhoumbet (secteur minier n°5), près de Nourabad.

Les tableaux suivants présentent des données statistiques sur la prospection de l'uranium entre 1996 et 1999, y compris les activités et les dépenses du Combinat minier et métallurgique de Navoï (CMMN) et de l'entreprise d'État chargée de la géologie « *Kyzyltepageologia* ».

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé* (<i>milliers de sum</i>)*	253 655	459 673	543 866	587 720
Dépenses du secteur public (<i>milliers de sum</i>)	0	0	0	0
Dépenses d'aménagement (<i>milliers de sum</i>)	542 980	862 009	1 180 784	1 467 738
Total des dépenses (<i>milliers de sum</i>)	796 635	1 321 682	1 724 650	2 055 458
Total des dépenses (<i>milliers de USD</i>)	22 067	21 955	19 652	18 686
Sondages superficiels exécutés par le secteur privé* (en mètres)	121 946	168 471	183 525	201 230
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	539	552	588	670
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (en mètres)	0	0	0	0
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	0	0	0	0
Sondages d'aménagement (en mètres)	303 985	350 154	347 871	481 540
Nombre de trous de sondage d'aménagement	1 563	1 736	1 728	2 427
Total des sondages superficiels (en mètres)	425 931	518 625	531 396	682 820
Nombre total de trous forés	2 102	2 288	2 316	3 097

* S'agissant de compagnies d'État.

Dépenses et activités de forage de l'Entreprise d'État chargée de la géologie « *Kyzyltepageologia* »

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses (<i>milliers de sum</i>)	204 000	432 350	490 333	495 383
Dépenses (<i>milliers de USD</i>)	5 651	7 182	5 587	4 503
Sondages superficiels (en mètres)	81 409	136 907	128 978	120 000
Nombre de trous de sondage forés	423	456	432	420

Dépenses et activités de forage du CMMN

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses (<i>milliers de sum</i>)	49 655	27 323	53 533	92 377
Dépenses (<i>milliers de USD</i>)	1 375	454	610	840
Sondages superficiels (<i>en mètres</i>)	40 537	31 564	54 547	71 230
Nombre de trous de sondage forés	116	96	156	230

RESSOURCES EN URANIUM

Un grand nombre de gisements d'uranium, dont certains sont déjà épuisés, ont été découverts en Ouzbékistan. Toutes les ressources importantes sont situées dans la région du Kyzylkoum au centre du pays, qui occupe une large bande de 125 km de large sur 400 km de long d'environ, d'Outchkoudouk au nord-ouest jusqu'à Nourabad au sud-est. Les gisements sont présents dans quatre districts : Boukantaou ou Outchkoudouk, Aouminza-Beltaou ou Zarafchan, Nourataou-Ouest ou Zafarabad, et Ziraboulak-Ziaetdin ou Nourabad.

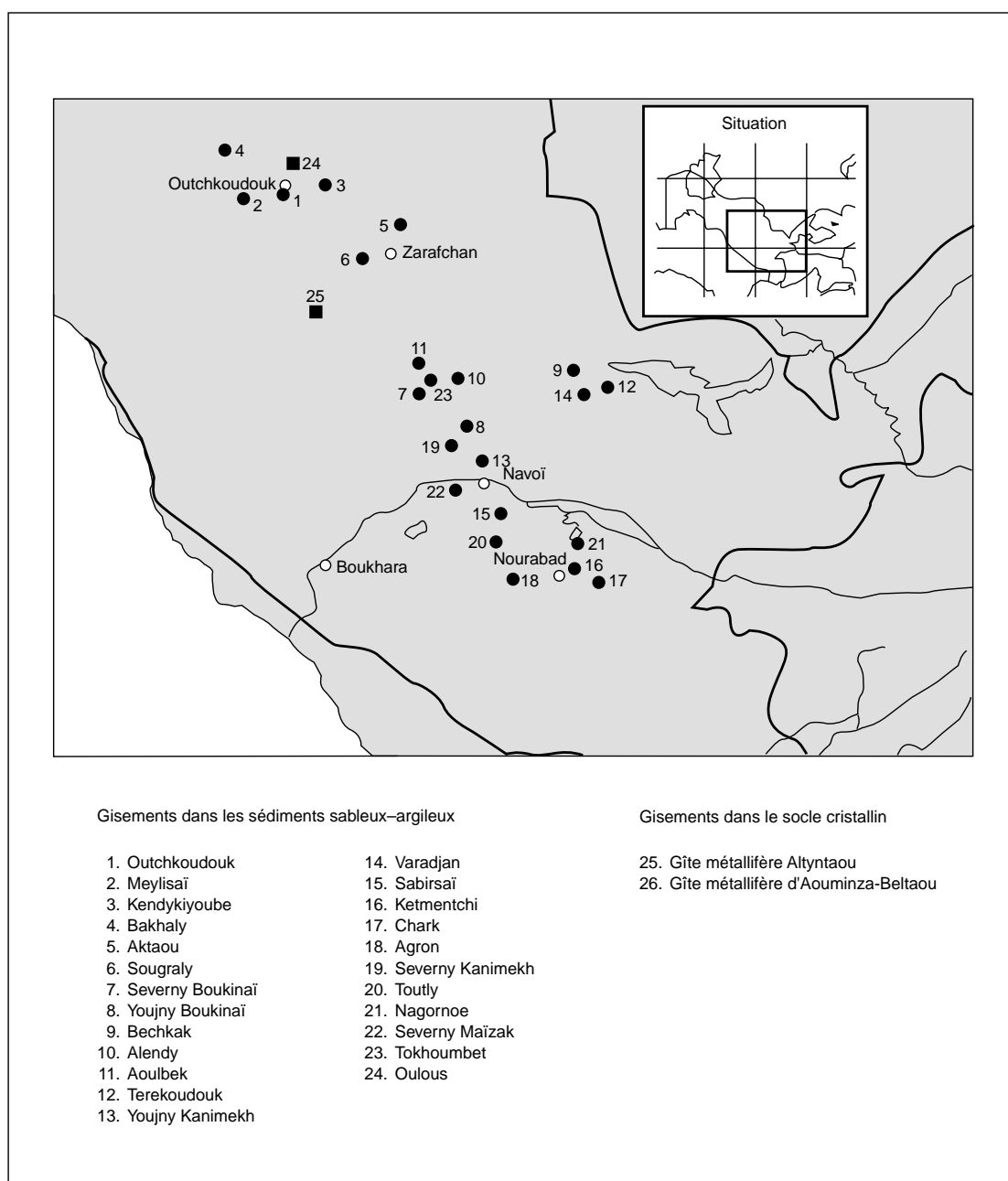
L'uranium se trouve dans deux types de gisements : ceux renfermés dans des grès et ceux de type à ampélite. Les gisements renfermés dans des grès se rencontrent dans des dépressions datant du Mésozoïque-Cénozoïque remplies sur une épaisseur atteignant 1 000 m par des sédiments clastiques datant du Crétacé, du Paléogène et du Néogène. La minéralisation se présente sous forme de pechblende accompagnée parfois de coffinite. Les teneurs moyennes du minerai varient entre 0,026 et 0,18 % d'uranium. Parmi les éléments associés figurent le sélénium, le vanadium, le molybdène, le rhénium, le scandium et des lanthanides en concentrations exploitables commercialement. Les corps minéralisés se trouvent à une profondeur comprise entre 50 et 610 m. Il est fait état de 25 gîtes uranifères de ce type (voir carte) dont un certain nombre se prêtent à une exploitation par des techniques de LIS.

Les gisements de type à ampélite sont renfermés dans des schistes noirs charbonneux et siliceux métamorphisés et tectoniquement déformés datant du Précambrien au Paléozoïque inférieur. La minéralisation comprend des minerais d'uranium, de vanadium et de phosphate. La teneur moyenne en uranium varie entre 0,06 et 0,132 %, associée à des teneurs en molybdène pouvant atteindre 0,024 %, en vanadium comprises entre 0,1 et 0,8 %, en yttrium de 6 à 8 g par tonne et en or de 0,1 à 0,2 g par tonne. Les corps minéralisés se trouvent à des profondeurs variant entre 20 et 450 m. Il existe cinq gisements de ce type (Roudnoe, Kostcheka, etc.). La plupart des ces gisements peuvent faire l'objet d'une exploitation à ciel ouvert et se prêtent à un traitement par lixiviation en tas.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Au 1er janvier 1999, les ressources connues en uranium (RRA et RSE-I) et récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U s'élevaient au total à 130 178 t d'U, compte tenu des quantités extraites. Par rapport à l'estimation précédente au 1er janvier 1997, la base de ressources a peu évolué. La réduction imputable à la production a été pour ainsi dire compensée par l'adjonction de nouvelles réserves.

Gisements uranifères en Ouzbékistan



Ressources raisonnablement assurées*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
65 616	65 616	83 085

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
39 852	39 852	46 993

* S'agissant de ressources récupérables, compte des quantités extraites.

Quant aux ressources connues récupérables à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U, 65 % d'entre elles au total sont tributaires des centres de production existants et en service.

On trouvera dans le tableau ci-après, une récapitulation par district uranifère et type de gisement, des ressources classiques connues in situ récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Au 1er janvier 1999, la quantité totale de RRA et de RSE-I s'élevait à 185 800 t d'U. Ce tableau met en évidence l'importance des gisements renfermés dans des grès, qui représentent une base de ressources globale de 138 831 t d'U, soit près de 75 % du total. Sur ce chiffre, 114 700 t d'U peuvent être extraites par des techniques de LIS à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U, les 24 200 t d'U restantes ne pouvant être récupérées qu'à des coûts susceptibles d'atteindre 130 \$/kg d'U en raison de conditions minières et techniques complexes.

Ressources classiques connues et non découvertes (in situ)*

(tonnes d'U au 1er janvier 1999)

District uranifère	Type de gisement	Catégories	
		RRA + RSE-I	RSE-II + RS
Boukantaou (Outchkoudouk)	Renfermé dans des grès Ampélite	23 630	37 382
		33 120	11 234
Total Boukantaou		56 750	48 616
Aouminza-Beltaou (Zarafchan)	Renfermé dans des grès Ampélite	45 600	47 744
		13 880	42 660
Total Aouminza-Beltaou		59 480	90 404
Nourataou-Ouest (Zafarabad)	Renfermé dans des grès Ampélite	55 820	53 542
		0	0
Total Nourataou-Ouest		55 820	53 542
Ziraboulak-Ziaetdin (Nourabad)	Renfermé dans des grès Ampélite	13 750	50 141
		0	0
Total Ziraboulak-Ziaetdin		13 750	50 141
TOTAL PARTIEL	Renfermé dans des grès Ampélite	138 830	188 809
		47 000	53 894
TOTAL		185 830	242 703

* S'agissant de ressources récupérables.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources in situ non découvertes s'élèvent au total à 242 703 t d'U, dont 97 594 t dans la catégorie des RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U et 145 109 t dans celle des RS sans spécification de tranche de coût. L'état des ressources s'est trouvé légèrement modifié par suite

d'un transfert de ressources dans la catégorie supérieure des RSE-I. Près de 80 % des ressources non découvertes, soit 188 800 t d'U, sont affectés à des gisements renfermés dans des grès et se répartissent à parts presque égales entre les quatre districts uranifères : Boukantaou (Outchkoudouk), Aouminza-Beltaou (Zarafchan), Nourataou-Ouest (Zafarabad) et Ziraboulak-Ziaetdin (Nourabad). On considère que le district d'Aouminza-Beltaou (Zarafchan) est le plus susceptible de contenir des gisements de type à ampélite.

On trouvera dans les tableaux ci-après, les ressources entrant dans les catégories des RSE-II et des RS, s'agissant **non pas de ressources in situ**, mais de ressources récupérables déduction faite de 30 % de pertes en cours d'extraction et de traitement.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
48 254	48 254	68 316

Ressources spéculatives *

(tonnes d'U)

Tranches de coût		Total
< 130 \$/kg d'U	Non spécifiée	
–	101 576	101 576

* S'agissant de ressources **in situ**.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

En Ouzbékistan, la production d'uranium a commencé en 1946 sur plusieurs petits gisements de type filonien renfermés dans des formations volcaniques, dans la vallée du Fergana et le district uranifère de Kazamazar. Les mines ne sont plus en service et les gisements sont épuisés. Le minerai était traité dans le centre de production d'uranium de Lenenabad, au Tadjikistan.

L'extraction d'uranium à des fins commerciales a démarré à Outchkoudouk, en 1958, avec l'aménagement d'une mine à ciel ouvert et d'une mine souterraine. Le minerai a été stocké jusqu'à l'achèvement, en 1964, de l'installation de traitement hydrométallurgique du minerai d'uranium à Navoi, à quelque 300 km au sud-est d'Outchkoudouk. L'usine et toutes les mines ont été exploitées par le CMMN. Des expériences de LIS ont été menées sur ce gisement dès 1963 et ont abouti en 1965 à l'application de ce procédé à l'échelle commerciale.

L'exploitation minière par des méthodes classiques en souterrain a commencé sur les gisements de Sabirsai et de Sougraly respectivement en 1966 et 1977. En 1975, on a commencé à recourir à la technique de LIS en remplacement de l'extraction souterraine pour exploiter la mine de Sabirsai.

L'exploitation de la mine de Sabirsaï par des méthodes classiques d'extraction en souterrain a cessé complètement en 1983. L'installation de LIS de Ketmentchi est entrée en service en 1978. En 1994, la baisse de la demande d'uranium a conduit à la fermeture de la mine à ciel ouvert d'Outchkoudouk, ainsi que des mines de Sougraly exploitées en souterrain et par LIS.

La production d'uranium dans la région du Kyzylkoum a atteint un niveau record au cours des années 80, période pendant laquelle elle était de 3 700 à 3 800 t d'U par an.

Évolution de la production d'uranium

(tonnes d'U)

	Avant 1996	1996	1997	1998	Total jusqu'en 1998	Prévisions 1999
Méthode de production						
Exploitation classique :						
• à ciel ouvert	36 249	0	0	0	36 249	0
• en souterrain	19 719	0	0	0	19 719	0
Total partiel	55 968	0	0	0	55 968	0
Lixiviation in situ	30 454	1 459	1 764	1 926	35 603	2 450
TOTAL	86 422	1 459	1 764	1 926	91 571	2 450

État de la capacité théorique de production

Depuis 1994, le CMMN produit de l'uranium uniquement par LIS. Les installations en service et prévues en 1999-2000 sont situées sur les gisements de Kendykiyoubé, Sabirsaï, Ketmentchi, Severny Boukinaï (Boukinaï Nord), Youjny Boukinaï (Boukinaï Sud), Lyavlyakan et Bechkak. Ces centres de LIS sont répartis entre trois divisions du CMMN : la « Division minière du Nord », implantée à Outchkoudouk, qui regroupe les centres d'Outchkoudouk et de Kendykiyoubé ; la « Division minière du Sud », implantée à Zafarabad, comprenant les centres de Sabirsaï et de Ketmentchi, et la « Division minière n°5 », implantée à Nourabad, gérant les centres de Severny Boukinaï (Boukinaï Nord), Youjny Boukinaï (Boukinaï Sud), Lyavlyakan et Bechkak.

La production des trois divisions minières est acheminée par chemin de fer à l'usine métallurgique centrale située à Navoi, qui a une capacité nominale de production de 3 000 t d'U par an.

Les précisions techniques disponibles concernant les centres de production des trois divisions minières en activité, ainsi que la Division minière de l'Est qui ne l'est pas, sont récapitulées dans le tableau suivant.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Le CMMN fait partie du holding d'État *Kyzylkoumredmetzeloto*. Par conséquent, toute la production d'uranium du CMMN, y compris la totalité des 1 926 t d'U produites en 1998, appartient au Gouvernement de l'Ouzbékistan.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

Dénomination du centre de production	Division minière du Nord	Division minière du Sud	Division minière n° 5	Division minière de l'Est
Catégorie de centre de production	Existant	Existant	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	En service	En service	En réserve
Date de mise en service	1964	1966	1968	1977
Source du minerai : • Nom des gisements	Outchkoudouk Kendykiyoube	Sabirsai Ketmentchi	Boukinaï-Nord Boukinaï-Sud Bechkak Lyavlyakan	Sougraly
• Type de gisement	Grès	Grès	Grès	Grès
Exploitation minière : • Type	LIS	LIS	LIS	n.d.
• Tonnage	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	70	75	80	n.d.
Installation de traitement : • Type	Navoi			
• Tonnage	LA			
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	n.d.			
Capacité nominale de production (t d'U/an)	99,5			
	3 000			

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les activités liées à la production d'uranium ont conduit à construire cinq villes à savoir : Outchkoudouk, Zarafchan, Zafarabad, Nourabad et Navoi. Ces villes fournissent l'infrastructure requise à une population globale de 500 000 habitants, notamment les routes, le chemin de fer et l'électricité. Le CMMN trouve dans cette population une main-d'œuvre stable et hautement qualifiée.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
8 201	8 230	8 165	8 230

Centres de production futurs

La production future d'uranium en Ouzbékistan proviendra entièrement de l'exploitation par LIS. Il n'existe pas d'informations sur la durée de vie escomptée des installations de LIS en exploitation. Toutefois, il est fait état de l'entrée en service d'une nouvelle installation de LIS sur le

gisement de Severny Kanimekh (Kanimekh Nord) dans un proche avenir. Le CMMN compte porter sa production à 2 300 t d'U en 1999, la maintenir à ce niveau jusqu'en 2004, puis l'accroître encore de manière à ce qu'elle atteigne 3 000 t d'U par an en 2005. L'Ouzbékistan entend ensuite poursuivre la production d'uranium jusqu'à 2040 à un rythme d'environ 3 000 t par an.

Capacité théorique de production à court terme

(tonnes d'U/an)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
2 300	2 300	–	–	2 300	2 300	–	–	2 300	2 300	–	–

2005				2010				2015			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
2 300	3 000	–	–	2 300	3 000	–	–	2 300	3 000	–	–

Capacité théorique de production à long terme

Il est prévu de poursuivre la production d'uranium jusqu'en 2040 à une cadence d'environ 3 000 t d'U par an. Aucune augmentation de la production au-dessus de ce niveau n'est envisagée.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Plus de trente années d'activités liées à la production d'uranium menées par le CMMN ont eu des incidences sur l'environnement naturel en Ouzbékistan. Aussi bien les zones où l'extraction et le traitement des minerais d'uranium ont été effectués par des techniques classiques que celles où ont fonctionné des installations de lixiviation in situ ont été affectées. En plus des zones directement touchées par ces activités, il existe des accumulations en surface renfermant des matériaux uranifères d'exploitation non rentable, dont le volume est estimé à 2,42 millions de m³. La teneur en uranium de ces matériaux serait de 2 à 5 mg/kg (0,002 à 0,005 % d'U). En outre, 60 millions de tonnes de résidus se trouvent près de l'usine hydrométallurgique n°1 de Navoi et certaines eaux souterraines ont été contaminées par l'exploitation par LIS. La superficie totale des zones concernées par cette exploitation est de 13 km². Les matériaux contaminés connexes récupérés en surface à partir de ces exploitations représentent environ 3,5 millions de m³.

Afin d'évaluer pleinement l'étendue de toute contamination éventuelle et de mettre au point un programme de revalorisation et de remise en état, le CMMN collabore avec les experts les plus qualifiés de l'Ouzbékistan, des spécialistes de la Communauté des États indépendants, de même qu'avec des organisations internationales.

Il ressort des résultats de la surveillance radiologique des activités d'extraction et de traitement de l'uranium menées par le CMMN que l'équivalent de dose d'exposition annuel moyen pour le groupe critique de la population vivant dans ces régions ne dépasse pas 1 mSv/an, compte tenu de la somme de tous les facteurs de risque radiologique.

La politique de l'environnement du CMMN concernant ses activités de production d'uranium consiste à :

- assurer la sûreté écologique de toutes les installations du CMMN par l'emploi de la méthode d'exploitation par LIS la moins polluante et la moins dommageable pour l'environnement ;
- fermer les entreprises d'extraction minière et de traitement qui sont moins efficaces sur le plan économique et environnemental ;
- isoler et évacuer de façon appropriée tous les déchets radioactifs accumulés ;
- remettre en état les terrains perturbés par les activités de l'entreprise dans le domaine de l'uranium.

Afin de réaliser ces objectifs, le CMMN a élaboré et met en œuvre un programme progressif d'évaluation et, si nécessaire, de remise en état des zones susceptibles d'avoir été affectées au cours de plus de 30 années d'activités de production d'uranium.

Dans l'usine hydrométallurgique de Navoï, on a mis en place un système de puits en vue de surveiller la contamination éventuelle de la nappe aquifère à partir du bassin de retenue des résidus, et de la maîtriser. Les eaux récupérées sont renvoyées à l'usine pour réutilisation dans les opérations de traitement. Une étude est en cours en vue d'obtenir les données nécessaires pour choisir et mettre en place un système d'enfouissement du bassin de retenue des résidus. Après décontamination radioactive et remise en état de tous les terrains contaminés autour du bassin de retenue et sur le trajet de la canalisation allant de l'usine au bassin, il est projeté de recouvrir le site occupé par les résidus entre 2000 et 2005.

BESOINS EN URANIUM

En l'absence de besoins en uranium au plan national, toute la production est destinée à l'exportation.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

En tant que membre de l'AIEA, la République de l'Ouzbékistan se conforme à tous les accords internationaux relatifs à l'utilisation pacifique de l'uranium produit sur son territoire.

La production d'uranium appartient à la République d'Ouzbékistan, et des entités privées, notamment des sociétés et des personnes physiques nationales et étrangères, ne sont pas autorisées par la loi à mener des activités dans le domaine de la prospection et de la production d'uranium.

• Pakistan •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

D'importantes activités de prospection de l'uranium ont été menées au Pakistan au moyen de diverses techniques, notamment la prospection en surface par des levés géologiques et géophysiques systématiques. On a ainsi étudié une grande variété de milieux géologiques, en particulier les formations de roches ignées et métamorphiques du nord du Pakistan, et le groupe sédimentaire de Siwalik qui s'étend à travers le pays, du Cachemire, au nord-est, jusqu'à la mer d'Oman, au sud-ouest.

L'évaluation a porté sur les roches ignées et/ou métamorphiques du Pakistan septentrional, notamment les granites, les métapélites graphitiques et les carbonatites. Des travaux de prospection d'envergure ont été menés dans des terrains renfermant aussi bien des métapélites que du granite. Bien que de nombreuses anomalies radioactives aient été décelées dans ces roches, on n'a guère réussi à localiser des concentrations notables d'uranium.

Au cours d'activités banales de prospection, on a constaté que certaines des carbonatites étaient radioactives. La principale source de radioactivité est le pyrochlore minéral. Une analyse préliminaire de l'un des corps minéralisés de carbonatite a révélé la présence d'uranium dans les échantillons de roches qui contiennent également des métaux rares, des terres rares, du phosphate et, dans une moindre mesure, de la magnétite. Des recherches géologiques ont donc été entreprises en vue de déterminer la direction et la taille des zones radioactives dans le corps minéralisé de carbonatite et d'évaluer les possibilités de les exploiter pour la production de plusieurs minéraux.

D'un point de vue géographique (géologique), le Pakistan est situé dans une zone de collision tectonique, où la plaque indo-pakistanaise, située au sud, glisse par subduction sous l'Assemblage des arcs insulaires le long du chevauchement mantellique principal qui, à son tour, glisse par subduction sous la plaque eurasiennne. L'activité tectonique est particulièrement importante dans le Pakistan septentrional, ce qui explique à la fois la nature très accidentée du terrain et l'instabilité du contexte géologique. La topographie accidentée rend la prospection très difficile. En outre, les conditions d'activité tectonique ont laissé peu de zones stables susceptibles de piéger et retenir des gîtes uranifères.

Activités récentes

Parmi les faits nouveaux survenus dans le domaine de la géologie et des techniques de prospection et d'exploitation de l'uranium au Pakistan, on peut citer la découverte d'un nouvel horizon uranifère dans la formation de Kamliar renfermée dans les Collines de sel, ainsi que la découverte d'un système filonien uranifère dans les roches granitiques de la zone de Maraghar, dans le district de Swat.

Formation de Kamliar

La formation de Kamliar est constituée par une séquence sédimentaire datant du Miocène moyen à tardif. Les roches sont largement disséminées dans les zones de Kohat et de Potwar et ont aussi été décelées dans l'Azad-Cachemir. Elle se compose de grès gris violacés et rouge brique foncé interstratifiés avec des schistes violacés.

Bien que certaines anomalies mineures aient été signalées par le passé, la récente découverte d'une zone minéralisée près de Kallar Kahar, dans les Collines de sel, a suscité beaucoup d'intérêt à cause de plusieurs facteurs considérés comme propices à l'existence d'une minéralisation uranifère :

- la présence d'anomalies de radioactivité et de composés chimiques de l'uranium dans les sections médianes et supérieures de la formation renfermée dans du grès partiellement calcifié ;
- l'association d'anomalies de radioactivité et de composés chimiques de l'uranium avec des grès tant calcifiés que non calcifiés ;
- l'abondance de matières organiques dans le grès hôte ;
- l'abondance de matières volcaniques dévitrifiées en totalité ou en partie, dans le grès hôte.

Le prélèvement en surface d'échantillons de l'horizon anormal a été suivi par l'excavation de tranchées dans cette zone. Les échantillons recueillis ont permis d'établir toute une gamme de modèles de lixiviation, allant de grès hautement radioactifs, ayant subi une forte lixiviation et ayant une faible teneur en composés chimiques de l'uranium, à des roches non lessivées. Ces dernières ont échappé à la lixiviation, à cause peut être de la calcification qui a suivi le dépôt de l'uranium. Des données pétrographiques semblent indiquer une abondance anormalement élevée de débris volcaniques, qui n'a jusqu'à présent été signalée dans le cas d'aucune des autres formations connues renfermant des gisements uranifères.

Des forages peu profonds ont confirmé la présence d'anomalies analogues dans le sous-sol. En raison de sa nature apparemment oxydée, cette formation n'a fait l'objet par le passé d'aucune activité de prospection d'uranium. Cette découverte a donc permis de définir un nouveau milieu géologique comportant des zones prometteuses pour la prospection de l'uranium. Compte tenu de l'importance des zones dans lesquelles cette formation est sous-jacente dans les Collines de sel, ainsi que dans les plateaux de Potwar et de Kohat, les perspectives de découvrir d'autres ressources uranifères dans le pays se sont améliorées

Zone de Maraghar

Il y a plusieurs années déjà, un système filonien traversant le complexe de gneiss granitique de Swat a été découvert dans la zone de Maraghar. Cette découverte a aussi ouvert de nouvelles voies possibles pour la prospection de l'uranium dans le pays. Comme cette découverte a été réalisée dans les très hautes montagnes de la région de Swat, on a tenté de suivre ce système filonien à des altitudes plus basses qui, du point de vue logistique, se prêtent mieux aux activités de prospection. Ces efforts ont été fructueux et les premiers travaux de prospection sont en cours dans la région. Le système filonien a fait l'objet d'études géologiques et quelques forages à faible profondeur sont actuellement en cours. D'après les résultats préliminaires, ces filons renfermeraient du minerai à forte teneur en uranium. Toutefois, on n'en a pas établi la continuité en profondeur de même que dans le sens longitudinal. Les travaux se poursuivent dans le but de déterminer l'importance de cette zone d'intérêt.

RESSOURCES EN URANIUM

Il n'est fait état d'aucune évaluation quantitative des ressources en uranium.

PRODUCTION D'URANIUM

Il n'est fait état d'aucune information quantitative sur la production de l'uranium.

Exploitation par lixiviation in situ

Une grande partie des gisements d'uranium localisés en divers endroits des monts Sulayman a été exploitée. Les corps minéralisés découverts à Nangar Nai, dans la chaîne montagneuse de Bannu, sont actuellement testés en vue d'une exploitation par des techniques de lixiviation in situ.

Les corps minéralisés d'uranium localisés dans le bassin de Bannu sont renfermés dans des grès mal consolidés. Leur exploitation à l'aide de méthodes classiques d'extraction a été jugée impraticable et dangereuse à cause d'un sol de mauvaise qualité et de l'afflux de grandes quantités d'eau. Comme solution de remplacement, on a étudié l'application de techniques de lixiviation in situ, lesquelles se sont avérées praticables car les corps minéralisés sont situés sous la nappe phréatique dans des grès très perméables. Parmi les caractéristiques géologiques moins favorables dans cette zone, il faut mentionner le pendage de la formation encaissante de grès et des imperfections structurales. En outre, le schiste argileux assurant le confinement est souvent absent au-dessous de l'horizon qui renferme le minerai.

Par la suite, des essais de lixiviation in situ ont été exécutés, pendant une période de quatre ans, en utilisant plusieurs configurations en cinq points. Sur la base des résultats de ces essais, on a défini les paramètres de lixiviation in situ, en vue de préparer le lancement de l'exploitation à l'échelle semi-commerciale vers le milieu de 1995. Les travaux de recherche et de développement se poursuivent sur le site pour affiner le réglage des opérations afin d'améliorer le taux de récupération et de réduire les coûts de production.

La technique d'extraction par lixiviation in situ fait appel à des configurations de puits en cinq et sept points. Comme agent de lixiviation et oxydant, on utilise respectivement du bicarbonate d'ammonium et de l'eau oxygénée, que l'on injecte à la pression atmosphérique. La liqueur uranifère obtenue par lixiviation est récupérée à l'aide de pompes submersibles. Le système fonctionne à un faible pH pour prévenir la mobilisation de calcium. La diffusion latérale des fluides de lixiviation est maîtrisée en maintenant un équilibre entre l'injection et le soutirage. Le champ de forages est surveillé régulièrement par des trous de sonde de surveillance.

• Pays-Bas •

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Les Pays-Bas ne possèdent pas de ressources en uranium et ne mènent à l'heure actuelle aucune activité de prospection visant l'uranium.

BESOINS EN URANIUM

À l'heure actuelle, les Pays-Bas exploitent un seul réacteur nucléaire qui est couplé au réseau. Il s'agit du REP de Borssele (449 MWe nets). Il est provisoirement prévu que la dernière charge de combustible du réacteur de Borssele soit fabriquée en 2001. Les besoins en uranium seront d'ici à cette époque de 140 tonnes d'U par an et la date du déclassement du réacteur est fixée à 2004.

STOCKS D'URANIUM

Les stocks d'uranium naturel ont été épuisés au 31 décembre 1995 et, depuis lors, les Pays-Bas n'en ont pas détenu d'autres.

• Pérou •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Les activités de prospection de l'uranium menées par l'Institut péruvien de l'énergie nucléaire (Instituto Peruano de Energia Nuclear – IPEN) ont conduit à la découverte de plus de 40 indices d'uranium dans la région de Puno, dans le sud-est du Pérou.

Les principaux indices sont ceux de Chapi, Pinocho, Chilcuno VI, Cerro Concharrumio et Cerro Calvario. Parmi ceux-ci, Chapi est considéré comme le plus important. C'est pourquoi les activités de prospection ont, pour la plupart, été menées dans cette zone. Elles ont permis de localiser une minéralisation d'uranium associée à des structures à très fort pendage qui se répartissent dans des

alignements structuraux mesurant de 15 à 190 m de longueur sur 20 à 30 m de largeur. Les teneurs en uranium varient entre 0,03 et 0,75 %, avec une moyenne de 0,1 % d'U. La minéralisation est constituée par de la pechblende, de la gummite, de l'autunite, de la méta-autunite, ainsi que d'autres minéraux remplissant les fractures à très fort pendage et à pente légère. Sur la base des données géologiques obtenues, on estime que l'indice de Chapi est susceptible de représenter environ 10 000 t d'U. L'ensemble du district de Macusani renferme des ressources potentielles estimées à 30 000 t d'U.

Par suite des restrictions budgétaires à l'IPEN, toutes les activités de prospection de l'uranium ont cessé en 1992. Toutefois, il a été fait état en 1994 de faibles dépenses de prospection s'élevant à 10 500 sols.

RESSOURCES EN URANIUM

Les ressources classiques en uranium du Pérou se trouvent principalement dans le district de Macusani (région de Puno). Dans ce district, la minéralisation d'uranium est associée à des roches volcaniques datant du Miocène au Pliocène, reposant sur des roches du socle datant du Paléozoïque.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Le Pérou fait état de l'existence, dans le district uranifère de Macusani, de ressources connues entrant dans la catégorie des RRA et dans celle des RSE-I.

Ressources Raisonnablement Assurées

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	1 790	1 790

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	1 860	1 860

* S'agissant de ressources in situ estimées au cours des cinq dernières années.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les ressources non découvertes sont estimées au total à 26 350 t d'U. Leur ventilation détaillée par catégorie de ressources et par tranche de coût est indiquée ci-dessous.

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie II*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
0	6 610	6 610

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources Spéculatives*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		Total
< 130 \$/kg d'U	Non spécifiée	19 740
19 740	0	

* Sur la base de la répartition de la roche volcanique encaissante sur une superficie de 1 000 km².

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Au Pérou, toutes les propriétés minières d'État font actuellement l'objet d'une procédure de privatisation dans un cadre politique et économique qui offre aux investisseurs privés la stabilité et des garanties à long terme. À l'heure actuelle, le Gouvernement péruvien attend les offres des compagnies étrangères et nationales qui s'intéressent à la prospection et à l'exploitation des ressources minérales, y compris l'uranium. Afin de faciliter l'évaluation du potentiel des indices uranifères, l'IPEN tient des informations géologiques à la disposition des parties intéressées.

• Philippines •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Activités récentes et en cours

En 1997 et 1998, l'Institut de recherche nucléaire des Philippines (Philippine Nuclear Research Institute), qui a remplacé la Commission de l'énergie atomique des Philippines (PAEC), a poursuivi les activités de reconnaissance et de prospection géochimique semi-détaillée des ressources en

uranium dans l'île de Palawan. Au moins deux anomalies géochimiques susceptibles de présenter de l'intérêt ont été localisées dans la région de San Vicente. Ces indices uranifères sont liés à la présence de roches granitiques et métamorphiques (phyllite et schiste).

Les fonds affectés à ce un programme ont atteint 32 000 dollars des États-Unis pour ces deux années. En 1999, il était prévu d'appliquer un programme de prospection géologique dans le nord-ouest de l'île de Palawan dans les limites d'un budget modeste de 10 000 dollars des États-Unis.

Dépenses de prospection de l'uranium

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public (milliers de pesos philippins) (milliers de dollars des États-Unis)	775 30.0	500 19.0	500 13.0	400 10.3

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Il n'existe pas de ressources connues notables aux Philippines. Des indices d'importance secondaire ont été décelés en association avec des gîtes métallifères de substitution pyrométasomatique et hydrothermaux liés à des roches intrusives de composition acide à intermédiaire, datant du Miocène moyen.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Aucune estimation formelle de tonnage des ressources non découvertes n'a été effectuée.

La partie septentrionale de l'île de Palawan, située au sud-ouest de Luçon, a été reconnue au cours de la période 1991-1992 comme constituant une zone géologiquement favorable à la découverte de ressources en uranium. Cette zone est considérée comme étant la partie affectée par un fossé tectonique d'un terrain continental dans lequel les formations les plus anciennes du socle sont constituées de roches sédimentaires et métamorphiques plissées. On estime que les roches du socle datent du Paléozoïque inférieur ou sont d'un âge plus reculé.

Les roches du socle ont été pénétrées par des intrusions granitiques et ultramafiques datant du tertiaire et partiellement recouvertes par des formations sédimentaires d'âge Tertiaire. Ces formations sont séparées par d'importantes failles de charriage. Les corps granitiques intrusifs sont considérés comme les plus susceptibles de renfermer les ressources, mais les formations métamorphiques proches de ces intrusions sont aussi considérées comme géologiquement propices à la présence d'une minéralisation d'uranium.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Comme on n'a pas encore établi l'existence de ressources en uranium, aucun problème notable lié à la mise en valeur et à l'exploitation du potentiel uranifère des Philippines n'a actuellement été décelé.

BESOINS EN URANIUM

Les Philippines disposent d'un réacteur nucléaire de type REP de 620 MWe, le PNPP-1, qui a été construit, mais n'a jamais été achevé. Il existe des plans en vue de convertir cette installation en une centrale électrique alimentée en combustibles fossiles. Il n'y aura donc pas de besoins en uranium dans un avenir prévisible.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

En droit, la prospection et l'exploitation minière de l'uranium sont ouvertes aux entreprises privées, sous réserve de respecter la réglementation en matière de sûreté nucléaire et de se conformer aux règles en vigueur de partage de la production, notamment aux dispositions de l'accord d'assistance technique ou financière comme le stipule la nouvelle législation minière. Toutes les activités de prospection et d'exploitation minière sont contrôlées par le Bureau des mines et des sciences géologiques [*Mines and Geosciences Bureau* (antérieurement le Bureau des mines)].

• Pologne* •

PROSPECTION DE L'URANIUM

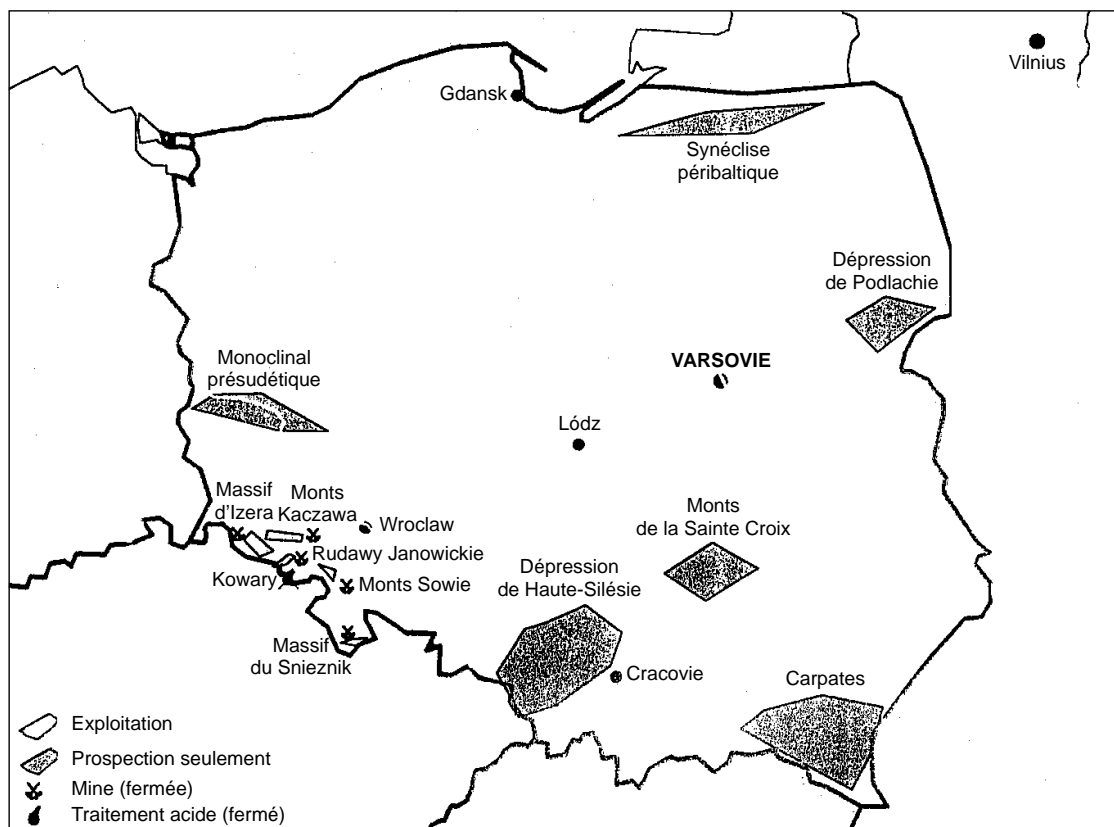
Historique

C'est en 1947 que la prospection de l'uranium a débuté en Pologne par suite de l'accord bilatéral conclu entre la Pologne et le gouvernement de l'URSS. D'importantes activités de prospection et d'exploitation minière ont été menées dans la région de la Silésie méridionale sous la direction d'experts soviétiques. Un programme systématique de prospection, comprenant des relevés

* C'est la première fois que la Pologne soumet un rapport pour le Livre rouge.

géologiques, géophysiques et géochimiques, ainsi que des recherches connexes, a été poursuivi jusqu'en 1966. Aux termes de l'accord bilatéral, la totalité de l'uranium produit en Pologne a été expédiée en Union soviétique. De travaux de prospection détaillée ont été entrepris dans des localités de Basse Silésie, des mines d'uranium étant exploitées à Kowary Podgórze, Radoniow et Kletno.

Évolution des activités de prospection minière en Pologne



PRODUCTION D'URANIUM

Historique

La production d'uranium en Pologne s'est limitée uniquement à la Basse Silésie où des mines ont été exploitées de 1948 à 1963. Au total, 660 t d'U ont été extraites. La ville de Kowary a servi à la fois de centre d'exploitation minière de l'uranium et de siège à la société minière d'uranium « *Zakłady Przemysłowe R-1 (ZPR-1)* ». Les minerais d'uranium extraits de mines souterraines ont directement été transportés en Union soviétique.

	Nombre	Surface (km ²)	Volume (m ³)
Puits et galeries	156		
Stériles et haldes de minerai	102	0,32	1 412 500
Bassin de résidus	1	0,01	130 000

L'exploitation minière de l'uranium en Pologne a cessé en 1963. Le traitement chimique des minerais à faible teneur a débuté en 1969 dans la seule installation de traitement de l'uranium de Pologne, située à Kowary. Le traitement de ces minerais de faible teneur s'est poursuivi jusqu'en 1972. Il a généré un important volume de résidus de sorte qu'il a fallu construire à Kowary un bassin pour les recevoir. On trouvera dans le tableau suivant des données relatives aux activités d'extraction du minerai d'uranium.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Il y a plus de 25 ans que toutes les activités de prospection et d'exploitation minière ont cessé en Pologne, et les entreprises responsables des problèmes connexes sur le plan de l'environnement n'existent plus. Cependant, il subsiste encore un réel besoin d'assainir l'environnement. La Loi sur le droit de la prospection et le droit minier prévoit que le Trésor national demeure responsable des charges financières afférentes à toutes les activités passées de production d'uranium en Pologne. Il incombe par conséquent au gouvernement de financer toute remise en état à partir du Fonds soit national soit régional de protection de l'environnement.

L'autorité régionale de la voïévodie et ses services d'inspection ou bureaux spéciaux sont chargés des différents aspects de la remise en état. Enfin, c'est à l'autorité locale qu'il revient d'autoriser les plans de remise en état, ainsi que d'en superviser l'exécution et d'en contrôler les effets. Les Services d'inspection chargés de la protection de l'environnement de la voïévodie sont également responsables de la surveillance de l'environnement. Quant au Président de l'Agence nationale de l'énergie atomique, il lui incombe d'assurer la surveillance radiologique qui est considérée comme partie intégrante de la surveillance de l'environnement.

À quelques exceptions près, la réglementation polonaise ne prévoit pas de concentrations maximales admissibles précises en ce qui concerne les radio-isotopes naturels. Des limites sont prévues néanmoins pour certains contaminants chimiques toxiques dans plusieurs règlements. L'exposition admissible pour les membres du groupe critique est calculée à partir de la limite générale fixée pour le surcroît d'équivalent de dose effectif, à savoir 1 mSv/an.

Depuis 1996, la Pologne a pris part, dans le cadre de PHARE, au programme multi-national pour l'environnement sur les modes de remise en état des exploitations minières de l'uranium dans les PECO. Dans le contexte de ce Programme, on a réalisé un inventaire et une base de données commune pour les PECO. D'après cet inventaire, la situation en Pologne se caractérise par un grand nombre de passifs de faible importance résultant de la prospection de l'uranium, qui sont réparties entre plusieurs localités à travers le pays et qui n'occasionnent en général que des incidences mineures sur l'environnement.

On relève seulement un nombre limité de problèmes relatifs à l'exploitation minière et au traitement du minerai ayant des incidences sérieuses. La plus importante concerne le bassin de résidus d'une superficie de 1,3 ha, situé à Kowary. Il s'agit d'une construction hydrotechnique fermée sur trois côtés par un barrage qui a été modifié à plusieurs reprises au fil des années. Le barrage a maintenant une longueur totale de 300 mètres (somme des trois côtés) avec une hauteur maximale de 12 mètres. L'ensemble de l'installation est considérée comme étant aux limites de la stabilité géotechnique. Par suite des activités de traitement de l'uranium, le bassin de résidus a été rempli par environ $2,5 \times 10^5$ tonnes de résidus de gneiss et de schistes à grains fins ayant une teneur moyenne en uranium de 30 ppm. Au début des années 70, par décision du gouvernement, la propriété des terrains et des

installations de l'ex-société minière d'uranium ZPR-1 a été transférée à l'Université polytechnique de Wrocław. Par la suite, la société ZPR-1 (propriété de l'Université) a continué d'utiliser l'usine chimique existante pour divers procédés expérimentaux appliqués à des métaux rares, des procédés chimiques de production et des procédés galvaniques, ce qui a entraîné l'évacuation supplémentaire dans le bassin d'environ 300 tonnes de résidus de métaux rares et de $5 \times 10^3 \text{ m}^3$ d'effluents issus des procédés galvaniques contenant jusqu'à 30 tonnes de solides à forte teneur en sulfates d'aluminium, de nickel, de zinc et de sodium. Les objectifs précis du programme de remise en état visent la construction des systèmes de drainage, la conception et la construction de la couverture du bassin de résidus, ainsi que la restauration finale du site. Le programme de dépollution du bassin de résidus établi en 1997 par l'Université polytechnique de Wrocław est en cours d'exécution.

Les autorités locales procèdent à l'élaboration d'un programme de restauration qui leur permettra d'assumer leurs responsabilités liées aux activités passées visant l'uranium dans la région de Basse Silésie.

• Portugal •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium a commencé, au Portugal, avec la découverte en 1912 du gisement d'Urgeiriça qui renfermait du radium et de l'uranium. Le radium a été exploité jusqu'en 1944 alors que l'uranium l'a été depuis 1951. Entre 1945 et 1962, une entreprise privée à capitaux étrangers, la Companhia Portuguesa de Radium Limitada (CPR), a procédé à des levés radiométriques, à une cartographie géologique détaillée, à l'excavation de tranchées et à des carottages avec diagraphie du rayonnement gamma dans les formations granitiques des districts de Beiras. En 1955, le gouvernement a entrepris des activités systématiques de prospection de l'uranium en ayant recours à la cartographie géologique, à des levés radiométriques autoportés et terrestres, à des études géophysiques (relevés de la résistivité), à l'excavation de tranchées ainsi qu'à des forages au diamant et à percussion. En 1961, la Junta de Energia Nuclear (JEN) avait découvert une centaine de gîtes dans des secteurs granitiques et périgranitiques hercyniens des districts de Beiras et d'Alto Alentejo. Les districts de Beiras et leurs nombreux petits gisements constituent, avec l'usine d'Urgeiriça, un ensemble intégré de production d'uranium. La zone d'Alto Alentejo pourrait alimenter un autre centre de production à l'avenir. Depuis 1976, la prospection s'est poursuivie dans les régions cristallines comportant des ressources connues en uranium. La prospection dans les régions sédimentaires a débuté en 1971, au moyen de levés géologiques, radiométriques, géochimiques et émanométriques ainsi qu'à l'aide de sondages sur la bordure occidentale datant du Méso-Cénozoïque du bassin portugais.

Les activités d'exploitation des mines d'uranium et de prospection de l'uranium ont été transférées de la compétence de la JEN à l'entreprise publique *Empresa Nacional de Urânio, S.A.* (ENU) en 1977, et à la Direction générale de la géologie et des mines (*Direcção-Geral de Geologia e Minas – DGGM*) en 1978. L'ENU a effectué des travaux de prospection dans des zones contiguës aux gisements d'uranium et à leurs prolongements.

Activités récentes et en cours

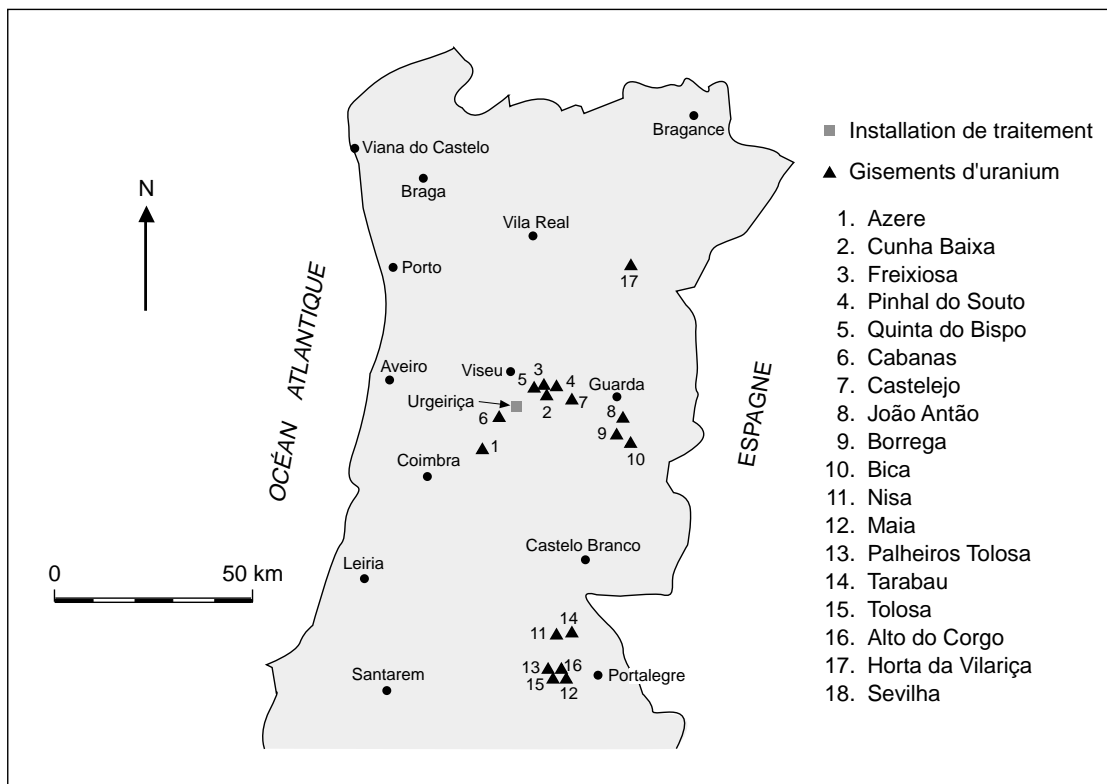
L'Institut géologique et minier (*Instituto Geológico e Mineiro – IGM*) qui a remplacé la DGGM, a cessé toute activité de prospection de l'uranium. Une carte du fond radiométrique du Portugal au 1:200 000° est en préparation (six des huit feuillets ont déjà été établis) dans le cadre d'un contrat passé avec la Direction générale de l'environnement. Un projet de prospection des terres rares est également en cours.

Les activités de prospection de l'ENU sont demeurées à un très faible niveau, avec une légère reprise en 1995 par suite de la réévaluation du projet de Nisa.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage sur le territoire national

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé (en milliers d'escudos portugais)	18 000	26 212	18 624	n.d.
(en milliers de dollars des États-Unis)	114	154	102	n.d.
Sondages superficiels exécutés par le secteur privé (mètres)	4 116	4 627	2 634	n.d.
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	108	111	79	n.d.

Gisements et indices uranifères au Portugal



RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues et non découvertes

Le Portugal fait état de RRA représentant 7 470 t d'U au total, récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 80 \$/kg d'U. En outre, il est fait état de 1 450 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 \$/kg d'U. Les ressources classiques non découvertes comprennent 1 500 t d'U dans la catégorie des RSE-II et 5 000 t d'U dans celle des Ressources Spéculatives récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 \$/kg d'U.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Entre 1951 et 1962, la CPR a produit au total 1 123 t d'U à partir de 22 concessions, dont 1 058 t d'U ont été traitées dans l'usine d'Urgeiriça et 65 t d'U ont été extraites sur le carreau des mines par lixiviation en tas. À cette époque l'uranium était précipité au moyen d'oxyde de magnésium. Au cours de la période 1962-1977, la JEN a repris les activités d'extraction et de traitement de la CPR, en introduisant l'extraction par solvant organique. Au total, 825 t d'U ont été produites par l'usine d'Urgeiriça et par l'installation pilote de Senhora das Fontes. Entre 1977 et 1994, l'ENU a produit 1 651 t d'U.

État de la capacité théorique de production

À l'heure actuelle, l'usine d'Urgeiriça, dont la capacité nominale de production est de 170 t d'U par an, est exploitée à capacité réduite. La production de concentrés (25 t d'U par an) provient du traitement de minerais pauvres par lixiviation en tas et, dans une moindre mesure, d'une exploitation par lixiviation in situ.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Les activités d'extraction et de traitement sont toutes confiées à l'ENU, entreprise entièrement d'État, qui a également mené des activités de prospection de l'uranium dans les zones situées autour de sites miniers actuels et futurs jusqu'à la fin de 1992. Depuis lors, le permis de prospecter est venu à expiration et toutes les activités de prospection ont cessé. L'ENU a été absorbée en 1992 par le holding minier d'État *Empresa de Desenvolvimento Mineiro* (EDM). Un nouveau programme de mise en valeur est prévu une fois achevées une réduction importante des effectifs et la restructuration financière. La DGGM, devenue l'IGM, avait cessé toute activité de prospection de l'uranium à la fin de 1994 et ses moyens opérationnels ont été affectés à d'autres projets.

Centres de production futurs

La capacité de production prévue du projet Nisa, au sud du Portugal, initialement prévue à 160 t d'U par an, a été révisée en baisse et est désormais de 100 t d'U par an. Le démarrage de la production est tributaire de l'évolution des marchés internationaux de l'uranium. Des études de faisabilité et d'impact sur l'environnement sont en cours.

Évolution de la production d'uranium

	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	1999 (Prévisions)
Méthode d'exploitation minière	<i>(tonnes d'U contenu dans le minerai)</i>					
Exploitation classique :						
• à ciel ouvert	1 384	0	0	21	1 405	10
• en souterrain	2 090	0	0	0	2 090	0
TOTAL	3 474	0	0	21	3 495	10
Méthode de production	<i>(tonnes d'U contenu dans le concentré)</i>					
Usine de traitement	3 127	0	0	0	3 127	0
Lixiviation in situ	248	1	0	1	250	0
Lixiviation sur place	0	0	0	0	0	0
Lixiviation en tas	267	14	17	12	310	9
Autres méthodes	0	0	0	6	6	16
TOTAL GÉNÉRAL	3 642	15	17	19	3 693	25

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1
Dénomination du centre de production	Urgeiriça
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	En service
Date de mise en service	1951
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Bica, Sevilha, Quinta do Bispo, Nisa Ibérique
Exploitation minière : • Type (CO/ST/in situ) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	CO, lixiviation en tas et en cuve
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	EI/ES
Capacité nominale de production (<i>tonnes d'U/an</i>)	170

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

L'ENU a maintenu une surveillance de plusieurs paramètres liés à l'environnement, tels que la qualité de l'air, les effluents miniers (eaux d'exhaure des mines souterraines et eaux de drainage de surface), et a procédé à la collecte d'échantillons de données sur le sol, les sédiments et la végétation en vue d'analyses complémentaires concernant les mines d'Urgeiriça, Castelejo, Cunha Baiza, Sevilha et Quinta de Bispo qui sont en cours de déclassement.

Chaque mine dispose de puits et de piézomètres. Les eaux de drainage souterraines et de surface sont analysées et évaluées au niveau de plusieurs postes de surveillance implantés en amont et en aval de chaque cours d'eau se trouvant à proximité des mines.

Les eaux souterraines sont surveillées sur une distance de 300 à 400 m au-delà du périmètre du bassin de retenue des résidus de l'usine d'Urgeiriça et les eaux rejetées sont de nouveau surveillées à une distance de 3 km en aval.

Dans le domaine de la radioprotection, plusieurs analyses sont en cours pour déceler toute trace de radioélément dans l'eau. On procède au pompage vers la surface des eaux présentes dans les mines souterraines afin de précipiter les métaux, d'éliminer l'uranium et les éléments radioactifs qu'elles contiennent, ainsi que de corriger le pH.

Plusieurs études sont aussi en cours d'exécution pour caractériser du point de vue géochimique et hydrochimique les effets négatifs que les déblais de déchets de la mine de Cunha Baixa (mine en cours de déclassement) et de la mine de Quinta do Bispo (lixiviation en tas) ont pu avoir sur l'environnement et pour établir des mesures en vue de les atténuer. Les études visant la mine de Quinta do Bispo sont maintenant terminées et l'exploitation a cessé, mais le système de lixiviation fonctionne encore. L'étude de faisabilité de la mine de Nisa est aussi achevée et l'on n'attend plus que la décision des autorités nationales.

Coûts de la gestion de l'environnement

(en milliers d'escudos portugais)

Activités existantes	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Évaluation environnementale avant exploitation		4 765	7 127	n.d.	
Surveillance		5 636	3 769	n.d.	
Stabilisation des décharges et/ou bassins de résidus		0	0	n.d.	
Décontamination du matériel remplacé		0	0	n.d.	
Gestion des effluents (gaz, liquides)		13 246	14 515	n.d.	
Remise en état du site		0	6 300	n.d.	
Évacuation des déchets radioactifs		6 308	3 300	n.d.	
Activités réglementaires		2 576	5 856	n.d.	
TOTAL	n.d.	32 531	40 867	n.d.	n.d.

Coûts de la gestion de l'environnement (suite)
(en milliers d'escudos portugais)

Après fermeture	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Surveillance		5 294	5 654	n.d.	
Fermeture des bassins de résidus		0	0	n.d.	
Déclassement/Décontamination		4 820	6 389	n.d.	
Gestion des effluents (gaz, liquides)		10 468	19 000	n.d.	
Remise en état du site		0	0	n.d.	
Évacuation des déchets radioactifs		0	4 235	n.d.	
Activités réglementaires		2 476	3 904	n.d.	
TOTAL	n.d.	23 058	39 182	n.d.	n.d.

BESOINS EN URANIUM

À l'heure actuelle, il n'est pas prévu de besoins en uranium.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Les autorités nationales compétentes en matière de politiques nationales relatives à l'uranium sont le Secrétariat d'État à l'Énergie et la Direction générale de l'énergie. Toutes les activités d'extraction et de traitement sont confiées à l'*Empresa Nacional de Uranio* (ENU), entreprise entièrement d'État, désormais filiale de l'*Empresa de Desenvolvimento Mineiro* (EDM), holding minier d'État. La prospection est libre et les concessions sont accordées par l'*Instituto Geologico e Mineiro* (IGM), conformément au droit minier portugais. Aux termes du Décret n° 120/80, l'ENU dispose du droit exclusif de mener des activités d'extraction et de traitement à compter du 15 mai 1980.

• République slovaque •

RESSOURCES EN URANIUM

Il avait été procédé, avant la dissolution de la République tchèque et slovaque, à une évaluation du potentiel uranifère de toute la région qui allait devenir le territoire de la République slovaque. Sur la base des résultats de cette évaluation, il a été conclu que la République slovaque ne possède pas de ressources connues en uranium.

PRODUCTION D'URANIUM

Dans les années 60 et 70, de petites quantités de minerai d'uranium ont été extraites en Slovaquie orientale, mais il a été mis fin à la production à cause de la faible teneur du minerai qui rendait l'exploitation économiquement non viable.

BESOINS EN URANIUM

La République slovaque possède deux centrales nucléaires situées à Bohunice et à Mochovce. La centrale de Bohunice comprend quatre tranches de type VVER 440 en exploitation d'une puissance de 408 MWe nets chacune. La centrale de Mochovce comprend une tranche de type VVER 440 en exploitation d'une puissance de 388 MWe nets.

Une tranche supplémentaire de type VVER 440 d'une puissance de 388 MWe nets est en construction à Mochovce et devrait entrer en service en 1999. Il n'est pas prévu de construire d'autres tranches de réacteurs dans un avenir rapproché.

Selon les plans, les deux premières tranches de la centrale de Bohunice demeureront en service jusqu'en 2001 ou 2002, date à laquelle débutera leur déclassement.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 025	2 430	2 430	1 620	2 430	1 620	2 025	810	1 620

Besoins annuels en uranium des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
566	618	515	347	521	347	434	174	347

STRATÉGIE EN MATIÈRE D'ACHAT ET D'APPROVISIONNEMENT

Tout le combustible requis pour le parc nucléaire slovaque est acheté à l'étranger sous forme d'assemblages combustibles. Cette stratégie en matière d'achats devrait se poursuivre.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Comme il n'y a pas de production d'uranium en République Slovaque, les assemblages combustibles sont achetés à la Fédération de Russie. L'arrangement contractuel actuel avec la Fédération de Russie est en vigueur jusqu'à la fin de 2004. Étant donné que l'approvisionnement en combustible est assuré, il n'est pas nécessaire de maintenir d'importants stocks stratégiques.

STOCKS D'URANIUM

À l'heure actuelle, 14 t d'uranium enrichi sont stockées sur le site de la centrale nucléaire de Bohunice et 4 t d'U sur celui de la centrale nucléaire de Mochovce. La quantité totale d'uranium enrichi, soit 18 t d'U, est contenue dans des assemblages combustibles déjà fabriqués et représente 102 t d'équivalent d'uranium naturel.

• République tchèque •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Les activités de prospection de l'uranium en Tchécoslovaquie (RFTS), qui ont démarré en 1946, se sont rapidement développées en un programme à grande échelle venant étayer l'industrie d'extraction de l'uranium de ce pays. Un programme de prospection systématique, comprenant des levés géologiques, géophysiques et géochimiques et des travaux de recherche connexes, a été exécuté en vue d'évaluer le potentiel uranifère de l'ensemble du pays. Les zones renfermant un potentiel attesté ont été prospectées en détail au moyen de forages et par des méthodes en souterrain.

La prospection s'est poursuivie de façon systématique jusqu'à la fin de 1989, les dépenses annuelles qui lui ont été consacrées étant de l'ordre de 10 à 20 millions de dollars des États-Unis et les travaux de sondage représentant de 70 à 120 km chaque année. Les activités de prospection ont traditionnellement été axées sur les gisements de type filonien situés dans des complexes métamorphiques (Jáchymov, Horní Slavkov, Příbram, Zadní Chodov, Rožná, Olsí et autres gîtes), dans des granitoïdes (gisement de Vítkov) du massif de Bohême, et autour des gisements renfermés dans des grès dans le nord et le nord-ouest de la Bohême (Hamr, Stráž, Brevnište, Osecná-Kotel, Hvezdov, Vnitrosudetská pánev, Hájek et autres gîtes).

En 1989, il a été décidé de réduire toutes les activités liées à l'uranium. Par suite de cette décision, les dépenses sont tombées à environ 7 millions de dollars des États-Unis en 1990, et ont continué de baisser par la suite pour n'être plus que de 660 000 dollars en 1992 et de 201 000 dollars en 1996.

Activités récentes et en cours

Aucune activité de prospection sur le terrain n'a été effectuée depuis le début de 1994. Les travaux ont été axés sur la préservation et le traitement des données de prospection précédemment recueillies. Le traitement de ces données et l'établissement d'une base de données relatives à la prospection se poursuivront en 1999.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé (millions de couronnes tchèques)	0,5	0,4	0,5	0,7
Dépenses du secteur public (millions de couronnes tchèques)	5,0	5,0	2,5	1,6
Dépenses totales (millions de couronnes tchèques)	5,5	5,4	3,0	2,3
Dépenses totales (milliers de dollars des États-Unis)	201	163	90	77

RESSOURCES EN URANIUM

Historiquement, la plupart des ressources connues en uranium de la République tchèque se trouvaient renfermées dans 24 gisements, dont 20 ont été épuisés ou fermés. Sur les quatre gisements restants, deux sont en exploitation (Stráz et Rozná), et deux, Osecná-Kotel et Brzkov, renferment des ressources qui pourront être extraites à l'avenir.

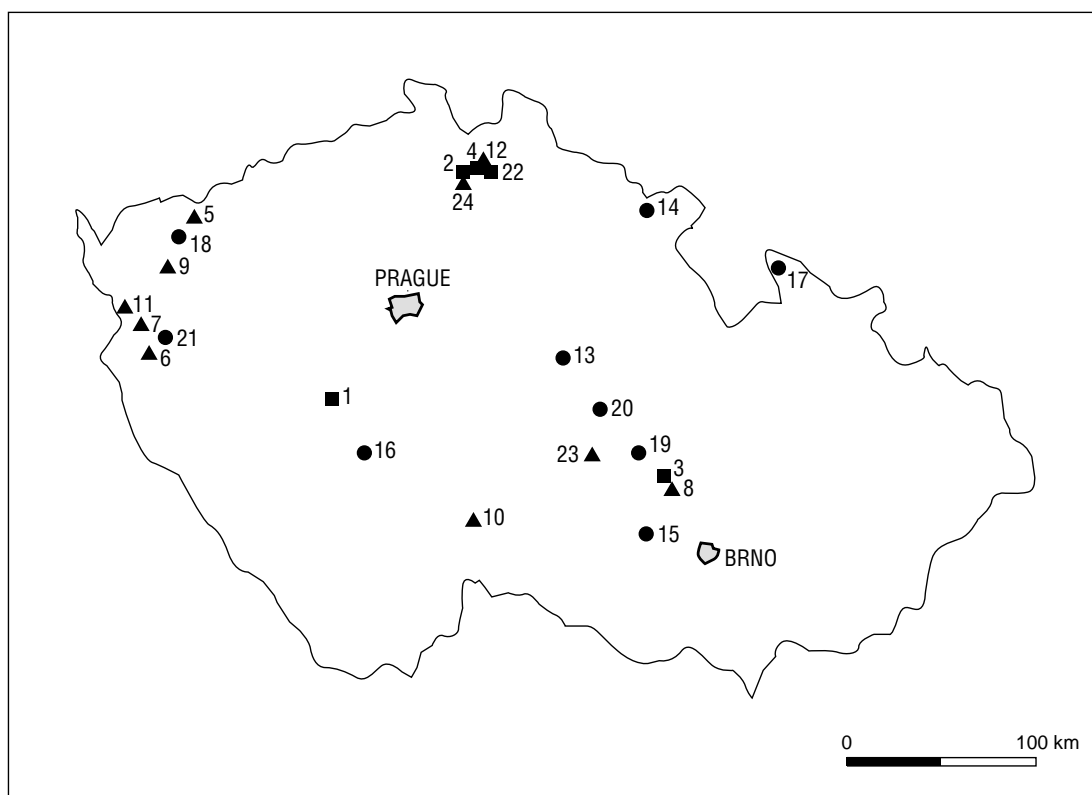
On estime qu'il existe des ressources en uranium non découvertes dans les gîtes filoniens de Rozná et de Brzkov situés dans le complexe métamorphique de Moravie occidentale, ainsi que dans les gisements gréseux du massif de Stráz, du massif de Tlustec et de la région de Hermánky tous situés dans le bassin de Bohême septentrionale datant du Crétacé.

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les ressources connues en uranium au 1er janvier 1999 ont diminué de 19 530 t d'U par rapport à la précédente estimation. Plus précisément, les RRA récupérables à un coût inférieur à 80 \$/kg d'U ont diminué de 2 520 t, tandis que dans la tranche de coût inférieure à 130 \$/kg d'U, les RRA ont abaissé de 23 320 t. La diminution des RRA découle de la réévaluation des gîtes de Hamr et de Stráz par suite de leur fermeture en 1995 et 1996, ainsi que de l'épuisement des ressources dans les centres de production en service de Rozná et de Stráz.

Les RSE-I ont augmenté de 3 700 tonnes pour atteindre 22 660 t d'U au 1er janvier 1999. Les RSE-I récupérables à un coût inférieur à 80 \$/kg d'U ont diminué légèrement de 70 t pour s'établir à 1 110 t d'U par suite de l'épuisement du gîte de Rozná, tandis que les RES-I entrant dans la tranche de coût comprise entre 80 et 130 \$/kg d'U ont augmenté de 3 770 t par suite de la réévaluation du gîte de Hamr.

Gisements d'uranium en République tchèque



N°	Deposit	Taille	État	Type	N°	Deposit	Taille	État	Type
1.	PříGram	G	V	H	13.	Licoměřice–Gřezinka	P	V	H
2.	Stráž *	G	T	S	14.	Vnitrosudetská pánev	P	V	S
3.	Rožná *	G	T	Z	15.	Jasenice	P	V	Z
4.	Hamr	G	V	S	16.	PředGořice	P	V	H
5.	Jáchymov	M	V	H	17.	Javorník–Zálesí	P	V	H
6.	Vítkov	M	V	M	18.	Hájek	P	V	S
7.	Zadní Chodov	M	V	Z	19.	Slavkovice–Petrovice	P	V	H
8.	Olší	M	V	Z	20.	ChotěBoř	P	V	H
9.	Horní Slavkov	M	V	H	21.	Svatá Anna	P	V	H
10.	Okrouhlá Radouň	M	V	Z	22.	Osečná–Kotel	G	P	S
11.	Dyleň	M	V	Z	23.	Grzkov	M	P	S
12.	Gřevniště	M	V	S	24.	Hvězdov	M	P	S

Légende

Taille : ■ G > 10 000 t d'U
 ▲ M > 1 000 et < 10 000 t d'U
 ● P > 100 et < 1 000 t d'U

État : V = épuisé
 T = en exploitation
 P = exploitation prévue ou envisagée

Type : H = gisements filoniens (filons « classiques »)
 Z = gisements filoniens (« zones »)
 M = gisements filoniens (gisements métasomatiques)
 S = stratiformes du type lié aux grès

* Usine de traitement

Les ressources connues en uranium récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U sont tributaires à 69 % des centres de production existants et fermés et à 31 % du gisement de Brzkov.

Les ressources connues en uranium récupérables dans la tranche de coûts comprise entre 80 et 130 \$/kg d'U sont partiellement liées au gisement d'Osecná-Kotel. Ces ressources sont estimées à un peu moins de 15 000 t d'U.

Ressources Raisonnablement Assurées*

(tonnes d'U au 1er janvier 1999)

Tranches de coût		
≤ 40 \$/kg d'U	≤ 80 \$/kg d'U	≤ 130 \$/kg d'U
0	4 110	6 990

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U au 1er janvier 1999)

Tranches de coût		
≤ 40 \$/kg d'U	≤ 80 \$/kg d'U	≤ 130 \$/kg d'U
0	1 110	22 660

* Les estimations se rapportent aux ressources exploitables. Des pertes en cours d'extraction de 5 % ont été déduites dans le cas des ressources exploitées à l'aide de méthodes classiques. Les pertes en cours de traitement du minerai n'ont pas été prises en compte.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Aucune nouvelle zone propice à la découverte de ressources n'a été décelée au cours des deux dernières années.

Les RSE-II ont augmenté de 1 200 t pour atteindre 9 680 t d'U au 1er janvier 1999, par suite de la réévaluation d'une partie du gîte de Brzkov dans la tranche de coût comprise entre 80 et 130 \$/kg d'U. Les ressources liées aux gîtes de Rozná et de Hvezdov demeurent les mêmes qu'au 1er janvier 1997.

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie II*

(tonnes d'U au 1er janvier 1999)

Tranches de coût	
≤ 80 \$/kg d'U	≤ 130 \$/kg d'U
5 180	9 680

* S'agissant de ressources in situ.

En plus des RSE-II, les RS sont estimées à 179 000 t d'U sous forme de ressources in situ, sans spécification de tranche de coût. On estime qu'il existe des RS dans le massif de Stráz, le massif de Tlustec et la région d'Hermánky, tous situés dans le bassin de Bohême septentrionale datant du Crétacé.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Le développement de la production industrielle d'uranium en Tchécoslovaquie a débuté en 1946. Entre 1946 et la dissolution de l'Union soviétique, la totalité de l'uranium produit en Tchécoslovaquie a été exportée vers l'Union soviétique.

Au début, la production a été assurée à partir des mines de Jáchymov et de Horní Slavkov, dont l'exploitation s'est achevée au milieu des années 60. Příbram, principal gisement filonien, a été exploité au cours de la période 1950-1991. Les centres de production de Hamr et de Stráz, alimentés par des gisements de type gréseux, sont entrés en service en 1967. La production a culminé vers 1960 avec environ 3 000 t d'U par an et s'est maintenue entre 2 500 et 3 000 t d'U par an de 1960 jusqu'en 1989-1990, date à partir de laquelle elle a commencé à décliner. De 1946 à 1998, une quantité cumulée de 105 961 t d'U a été produite dans la République tchèque.

Cette production a été obtenue pour 86 % à l'aide de procédés classiques d'extraction minière alors que le reste a été récupéré par lixiviation in situ.

On trouvera récapitulées dans le tableau suivant les statistiques de production d'uranium de 1994 à 1998, ainsi que les prévisions de production pour 1999.

Évolution de la production d'uranium

	Avant 1996	1996	1997	1998	Total avant 1998	1999 (Prévisions)
Méthode d'exploitation minière	<i>(tonnes d'U contenu dans le minerai)</i>					
Exploitation classique :						
• à ciel ouvert	348**	0	0	0	348**	0
• en souterrain	98 110**	314	313	313	90 050**	326
Sous-produit – souterrain*	2	6	16	23	47	26
TOTAL	98 460**	320	329	336	99 445**	352
Méthode de production	<i>(tonnes d'U contenu dans des concentrés)</i>					
Usine de traitement	90 011	304	313	320	90 948	336
Lixiviation in situ	14 133	300	290	290	15 013	270
TOTAL	104 144	604	603	610	105 961	606

* Épuration des eaux d'exhaure.

** Estimation.

Capacité théorique de production

La capacité théorique de production n'a pas changé au cours des deux dernières années. Les travaux de déclassement et de remise en état de la mine de Stráz, située dans le bassin de la Bohème septentrionale datant du Crétacé et exploitée par LIS, se sont poursuivis. Parallèlement à la remise en état

du gisement, on continuera d'en extraire des quantités décroissantes d'uranium au cours des prochaines années. Outre le gisement de Stráz, il ne reste qu'une seule autre mine en exploitation à l'heure actuelle, à savoir la mine souterraine de Rozná située dans le complexe métamorphique de Moravie occidentale.

Structure de la propriété dans l'industrie de l'uranium

Toutes les activités liées à l'uranium, y compris la prospection et la production, ont été assurées par une entreprise d'État, *DIAMO s.p.*, dont le siège se trouve à Stráz pod Ralskem. Il s'ensuit que l'intégralité de la production s'élevant à 610 t d'U au total en 1998, était la propriété du gouvernement national.

Effectifs de l'industrie de l'uranium

Vu la réduction continue des activités liées à l'uranium, l'emploi direct dans l'industrie tchèque de l'uranium n'était plus que d'environ 3 410 travailleurs à la fin de 1998. Ces effectifs sont affectés à des activités liées à la production d'uranium, au déclassement et à la remise en état.

Effectifs des centres de production existants

(personnes-ans)

1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
3 600	3 580	3 410	3 300

Centres de production futurs

Conformément à la décision en vigueur du gouvernement, la production d'uranium se poursuivra à une cadence réduite. Selon le scénario actuel, la mine souterraine de Rozná maintiendra une production annuelle de 310 t d'U jusqu'en 2000. La mine de Stráz fournira par lixiviation in situ une quantité décroissante d'uranium dans le cadre du programme de remise en état, la production prévue en 2000 devant atteindre 240 t d'U.

La rentabilité économique de l'exploitation de quelques parties de la mine souterraine de Hamr au cours des prochaines années est actuellement à l'étude.

Un centre de production existant sur le gisement de Brzkov pourrait être remis en service à l'avenir. Ce gisement est de type filonien et renferme des ressources connues entrant dans la catégorie des RRA et des RSE-I. Il est situé dans la partie occidentale de la zone moldanubienne en Moravie. La mine a été fermée, mais pourrait être rouverte au cas où la conjoncture serait plus favorable.

Caractéristiques techniques des centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

Nom du centre de production	Dolní Rozínka (Rozná)	Stráz
Catégorie de centre de production	Existant	Existant
Stade d'exploitation	En service	Fermé*
Date de mise en service	1957	1967
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Rozná Filonien	Stráz Grès
Exploitation minière : • Type (CO/SR/LIS) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	En souterrain 660 95	LIS – 60 (estimation)
Installation de traitement : • Type (EI/ES/LA) • Tonnage (<i>tonnes de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LALVA**/EI/BH 580 95	LIS/LA/EI 50 000 kl/jour –
Capacité nominale de production (<i>tonnes d'U/an</i>)	370	300

* Extraction dans le cadre de la remise en état.

** LALVA : lixiviation à l'air libre par voie alcaline.

Capacité théorique de production à court terme

On trouvera indiquée dans le tableau suivant la capacité théorique de production jusqu'en 2015.

Capacité théorique de production à court terme

(*tonnes d'U/an*)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	0	680	680	0	0	680	680	0	0	660	660

2005				2010				2015			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	0	110	635	0	0	84	335	0	0	87	334

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

L'extraction et le traitement des minerais d'uranium dans la République tchèque ont eu de graves incidences sur l'environnement, dont seul un programme de remise en état à long terme permettra de venir à bout. Il se poursuivra pendant de nombreuses années après l'an 2000 et nécessitera des ressources financières considérables.

À l'heure actuelle, en liaison avec la réduction de la production d'uranium, le programme de *DIAMO s.p.* met l'accent sur les activités de déclassement et de remise en état qui sont décrites ci après.

Déclassement de la mine de Hamr

Les travaux en souterrain se poursuivent et l'on procède au remblayage des espaces excavés ; ce remblayage devrait prendre fin en 2001.

Remise en état des bassins de retenue de résidus de Stráz

Les mesures prévues de remise en état ont commencé à être appliquées. L'eau libre du bassin de retenue n°1 a été éliminée et l'on prévoit d'en faire autant pour le bassin de retenue n°2. La masse de résidus déposée dans le bassin n°2 et d'autres matières contaminées provenant de la région de Hamr-Stráz seront transférées dans le bassin n°1.

Remise en état de la mine de Stráz exploitée par LIS

L'objectif de remise en état, après extraction par LIS, est de réduire progressivement la teneur en matières dissoutes des eaux souterraines des aquifères datant du Cénomaniens et du Turonien et d'intégrer progressivement les champs d'épandage dans les écosystèmes, tout en respectant la stabilité écologique des systèmes régionaux.

En 1996, a débuté la phase préparatoire de la remise en état et l'installation d'évaporation a été mise en service. Au cours de 1997 et 1998, le niveau de l'eau de l'aquifère du Cénomaniens a baissé et l'on a démarré le processus de dépollution de la zone souterraine contaminée. En 1999, l'extraction des matières dissoutes de l'eau du Cénomaniens commencera dans l'installation de dessalement.

Déclassement de la mine d'Olší

Les travaux en cours comprennent la restauration du couvert végétal des bassins de retenue et de la zone occupée par l'installation, ainsi que la poursuite du traitement des eaux d'exhaure.

Déclassement des mines de Jasnice-Pucov, Zadní Chodov et Okrouhlá Radoun

La restauration du couvert végétal est achevée et le traitement des eaux d'exhaure se poursuit pour en éliminer les radionucléides.

Déclassement de la mine de Licomerice-Brezinka

Le projet de restauration du couvert végétal a été approuvé. Sur ce site, les eaux d'exhaure sont traitées en vue d'éliminer l'uranium, le radium et le manganèse. Une particularité du site est la poursuite de la lixiviation biologique dans le puits.

Remise en état du bassin de retenue des résidus à Příbram

Les activités de remise en état se poursuivent pour éviter des doses gamma plus élevées à la surface et la formation de poussières.

Construction de la station d'épuration des eaux d'exhaure à Horní Slavkov

Il s'agit de l'une des principales mesures de remise en état entreprises par *DIAMO s.p.* La nécessité de construire cette installation est apparue au vu de l'inventaire des dégradations passées. Les eaux seront décontaminées afin d'en éliminer les radionucléides, le fer, le manganèse et certains autres éléments. Les eaux traitées seront celles provenant des puits de mine abandonnés de Horní Slavkov. La mise en service de l'usine de traitement des eaux d'exhaure est prévue en mai 1999.

Restauration du couvert végétal des bassins de retenue des résidus de l'usine de traitement des minerais de MAPE à Mydlovary

Il s'agit de l'un des projets de remise en état les plus complets entrepris par *DIAMO s.p.*, dont la durée est estimée à plusieurs décennies. Les projets techniques de restauration du couvert végétal ont été approuvés au cours des deux dernières années et la restauration elle-même a commencé.

Coûts de la gestion de l'environnement

(en millions de couronnes tchèques)

En cours d'exploitation	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Évaluation environnementale avant exploitation	n.d.	2,7	n.d.	n.d.	n.d.
Surveillance	n.d.	2,6	2,6	3,0	n.d.
Stabilisation des décharges et/ou bassins de résidus	n.d.	28,6	13,7	0	n.d.
Décontamination du matériel remplacé	0	0	0	0	0
Gestion des effluents (gaz, liquides)	n.d.	1,6	n.d.	n.d.	n.d.
Remise en état du site	0	0	0	0	0
Évacuation des déchets radioactifs	0	0	0	0	0
Activités réglementaires	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TOTAL	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Coûts de la gestion de l'environnement (suite)

(en millions de couronnes tchèques)

Après fermeture	Avant 1998	1998	1999	2000	Total
Surveillance	n.d.	12,1	12,1	12,6	n.d.
Fermeture des bassins de résidus	431,1	65,5	18,7	18,7	534,0
Déclassement/décontamination	921,9	320,5	305,0	234,5	1 781,9
Gestion des effluents (gaz, liquides)	995,8	431,1	407,0	218,6	2 052,5
Remise en état du site	183,1	62,0	31,3	30,2	306,6
Évacuation des déchets radioactifs	n.d.	0	0	0	n.d.
Activités réglementaires	n.d.	63,3	78,1	40,2	n.d.
TOTAL	n.d.	954,5	852,2	554,8	n.d.

BESOINS EN URANIUM

Le principal producteur d'électricité dans la République tchèque, la société anonyme *CEZ a.s.*, exploite actuellement quatre tranches de 440 MW à la centrale nucléaire de Dukovany, dont la puissance installée totale nette en service est de 1 648 MWe. Deux autres tranches en cours d'achèvement à la centrale nucléaire de Temelin (puissance installée nette de 2 x 912 MW) devraient entrer en service respectivement en septembre 2000 et décembre 2001. À l'heure actuelle, les besoins annuels en uranium s'élèvent à environ 355 t d'U. Lorsque la centrale nucléaire de Temelin fonctionnera à pleine puissance, les besoins totaux en uranium varieront entre 690 et 705 t d'U.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
1 648	1 648	2 560	3 472*	3 472*	3 472*

* Hypothèse la plus probable.

Besoins annuels en uranium des réacteurs

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
440	516	602	690	705	690	705	690	705

STRATÉGIE D'APPROVISIONNEMENT ET D'ACHAT

La société *CEZ a.s.* achète des concentrés d'uranium au producteur national, la société *DIAMO s.p.*, sur la base de deux contrats à moyen terme.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La société d'État *DIAMO s.p.* détient le droit exclusif de prospector, extraire et traiter le minerai d'uranium. Il est prévu de poursuivre la production sur les deux sites des mines de Stráz (dans le cadre du programme de déclasserment et de remise en état) et de Rozná, qui renferment encore des ressources suffisantes pour plusieurs années de production. La *CEZ a.s.*, seul consommateur d'uranium à des fins énergétiques dans la République tchèque, est tenue de se procurer des concentrés d'uranium exclusivement auprès de sources nationales conformément à la politique nationale en vigueur. La stratégie adoptée par le gouvernement vise à parvenir à un équilibre entre la production d'uranium et les besoins en uranium des réacteurs.

STOCKS D'URANIUM

Des stocks sous forme d'uranium naturel sont détenus par le gouvernement (plus de 2 000 t d'U) de même que par la *DIAMO s.p.* (700 t d'U). La compagnie d'électricité *CEZ a.s.* préfère conserver des stocks d'uranium sous forme de combustible déjà fabriqué.

• Roumanie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique*

La prospection de l'uranium en Roumanie a débuté vers 1950, époque à laquelle a été conclu un accord bilatéral entre les gouvernements de la Roumanie et de l'URSS (créant la co-entreprise soviéto-roumaine SOVROM-CUARTIT). Une série de levés radiométriques a alors été exécutée en vue de localiser des indices d'uranium d'intérêt industriel.

* On trouvera dans les éditions de 1993 et de 1997 du Livre rouge des informations supplémentaires à ce sujet.

La production minière a débuté en 1952 sur les gisements de Bihor et de Ciudanovita, en 1962 sur celui de Avram Iancu, et en 1983, sur ceux de Crucea et Botusana. D'autres gisements, notamment ceux de Tulghes, Ranusa, Padis, Arieseni, et Milova ont fait l'objet d'une exploration détaillée en vue d'en déterminer tout le potentiel. Des techniques d'extraction en souterrain ont été utilisées pour tous les gisements exploités, sauf ceux des monts du Banat où l'extraction s'est faite à ciel ouvert. Depuis 1978, les minerais extraits ont été en totalité traités dans l'usine de Feldiora.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium

En 1998, les activités ont diminué par suite de restrictions budgétaires.

En Roumanie, toutes les activités liées à l'uranium sont menées par des entreprises d'État. Il n'est pas entrepris de travaux de prospection à l'étranger.

Dépenses publiques de prospection et d'extraction de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses de prospection :				
<i>(milliers de lei)</i>	3 561 414	4 579 509	4 620 148	1 009 800
<i>(milliers d'USD)</i>	1 236,60	648,66	543,48	95,71
Dépenses d'aménagement :				
<i>(milliers de lei)</i>	1 554 815	3 875 200	3 253 600	n.d.
<i>(milliers d'USD)</i>	539,86	548,89	382,73	n.d.
Total :				
<i>(milliers de lei)</i>	5 116 229	8 454 709	7 873 748	n.d.
<i>(milliers d'USD)</i>	1 776,46	1 197,55	926,21	n.d.
Sondages de prospection exécutés par le secteur public (<i>mètres</i>)	9 286	6 532	3 520	1 902
Sondages liés à l'aménagement (<i>mètres</i>)	8 051	7 959	5 125	22 350
Total des sondages (<i>mètres</i>)	17 337	14 491	8 645	24 252

RESSOURCES EN URANIUM

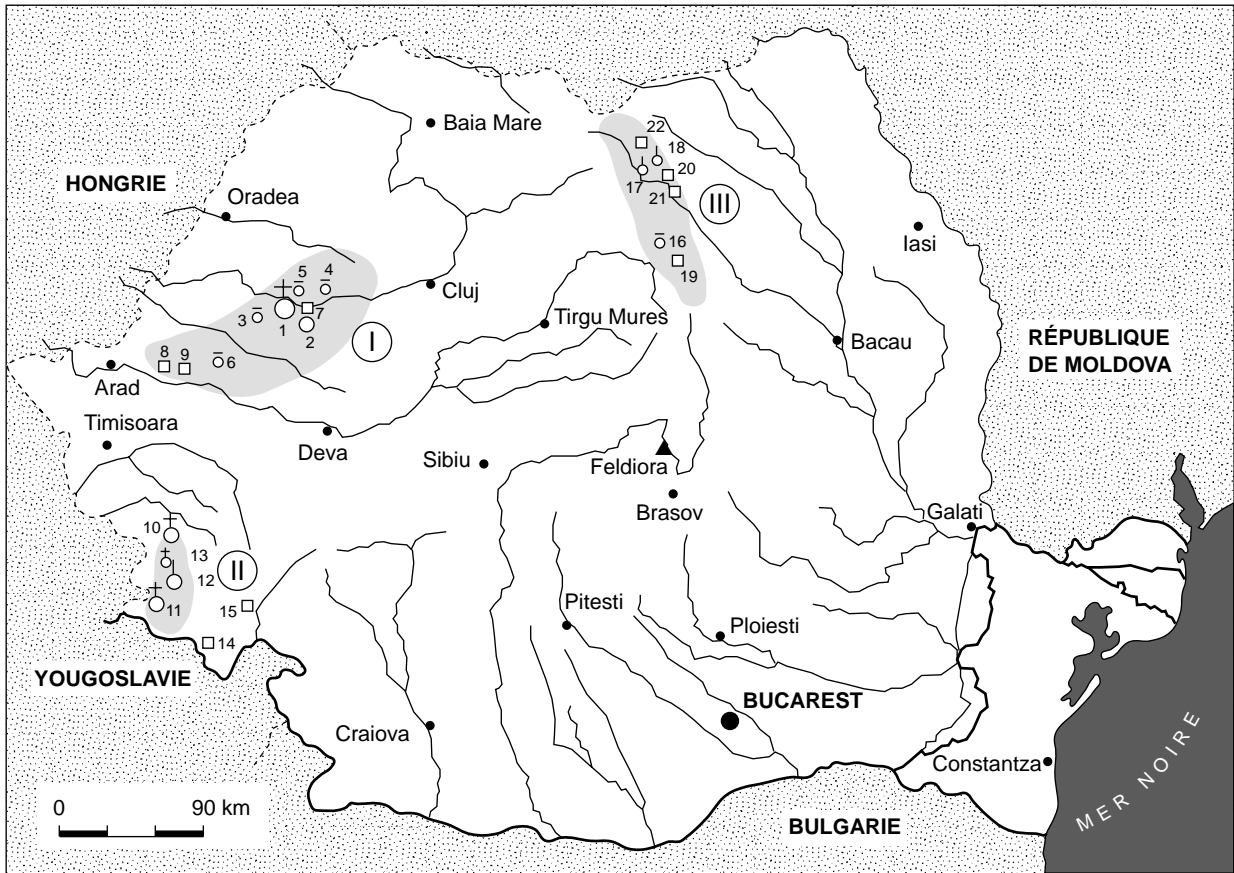
Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Il est fait état de 15 557 t d'U au total de ressources classiques connues constituées par des minerais ayant une teneur moyenne de 0,11 % d'U. Ce chiffre comprend 6 607 t d'U entrant dans la catégorie des RRA et 8 950 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Il n'est pas fait état de ressources entrant dans des tranches de coût inférieur.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il est fait état de ressources non découvertes représentant 4 970 t d'U au total. Ce chiffre comprend 1 970 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-II et 3 000 t d'U entrant dans la catégorie des RS récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U.

Gisements d'uranium en Roumanie



I. MONTS APUSENI

Gisements

1. Baita Bihor
2. Avram Iancu
3. Ranusa
4. Rachitele
5. Budureasa
6. Paiuseni

Indices

7. Arieseni
8. Milova
9. Conop

II. MONTS DU BANAT

Gisements

10. Ciudanovita
11. Natra
12. Dobrei Sud
13. Dobrei Nord

Indices

14. Ilisova
15. Mehadia

III. CARPATES ORIENTALES

Gisements

16. Tulghes
17. Crucea
18. Botusana

Indices

19. Bicazul Ardelean
20. Piriul Lesu
21. Holdita
22. Hojda

▲ Usine de traitement d'uranium de Feldiora

● Provinces uranifères

Ⓘ Carpates occidentales

Ⓙ Monts du Banat

Ⓚ Carpates orientales

○ Grands gisements : > 20 000 t métal

○ Gisements moyens : 5 000–20 000 t métal

○ Petits gisements : < 5 000 t métal

⊕ Gisements épuisés

⊖ Gisements en exploitation

○ Gisements en cours de prospection

□ Minéralisation en cours de prospection

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

De 1950 à 1960, toutes les activités relatives à l'uranium ont été menées par la co-entreprise soviéto-roumaine SOVROM-CUARTIT. Des informations supplémentaires sur la production d'uranium en Roumanie figurent dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

En 1985, la ligne de production de l'usine de Feldiora a été agrandie de manière à inclure une section de raffinage capable de produire du dioxyde d'uranium ; ce dernier sert à la fabrication du combustible destiné aux réacteurs de type CANDU en fonctionnement ou en construction à Cernavoda.

État de la capacité théorique de production

À l'heure actuelle, trois exploitations minières sont en service : Banat, Bihor et Crucea. L'usine hydrométallurgique de Feldiora utilise un circuit de lixiviation sous pression en milieu alcalin, avec récupération par échange d'ions afin de produire du diuranate de sodium. Ce produit subit ensuite un traitement complémentaire à l'usine en vue de la production d'une poudre de dioxyde d'uranium, qui permet d'obtenir par frittage des pastilles de combustible. Ce procédé est mis en œuvre dans l'atelier « R » de l'usine de Feldiora. Une seconde unité de production était projetée à l'usine de Feldiora. La construction en était presque à moitié achevée lorsque le projet a été suspendu faute de fonds. L'achèvement de cette installation porterait la capacité à 600 t d'U sous forme de concentré de dioxyde d'uranium. L'aménagement d'une mine dans le secteur de Tulghes est actuellement à l'étude.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

Nom du centre de production	Usine de Feldiora, alimentée par 3 mines
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	En service
Date de mise en service	1978
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Banat, Bihor et Crucea Hydrothermaux
Exploitation minière : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/an</i>) • Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	(Trois mines) En souterrain n.d. n.d.
Installation de traitement : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/an</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	Feldiora LPAL/EI 150 000 80
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	300
Projets d'agrandissement (<i>t d'U/an</i>)	Suspendu

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En Roumanie, les activités de prospection, de recherche, d'exploitation et de traitement concernant l'uranium sont exclusivement menées par l'État.

Emploi dans le secteur de l'uranium

Les effectifs des centres de production ont diminué progressivement passant de 5 000 en 1996, à 4 550 en 1997, 3 400 en 1998 et 2 867 en 1999.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

L'industrie roumaine de l'uranium a instauré un programme systématique de protection de l'environnement. Parmi les sources potentielles d'incidences sur l'environnement au cours des activités de prospection, d'exploitation et de traitement de l'uranium figurent :

- les effluents issus de l'extraction minière et du traitement, qui contiennent des éléments radioactifs naturels en concentration dépassant la limite maximale admissible ;
- les stériles provenant des activités minières ;
- le minerai à faible teneur en uranium (0,02 à 0,05 %) qui n'est pas traité pour le moment, mais stocké sur le carreau de la mine ;
- les résidus issus des activités de traitement, qui sont entreposés dans des bassins de séchage à l'usine de Feldiora ;
- les déchets de métaux et de bois contaminés par la radioactivité au cours de l'exploitation et du traitement des minéraux radioactifs.

Il est procédé à la fermeture de la mine de Ciudanovita dans le secteur des Monts Banat dans le cadre d'un projet pilote relevant du programme PHARE. Ce Projet est patronné par la Commission européenne et intitulé « Remediation Concepts for the Uranium Mining Operations in CEEC » (Concepts de dépollution applicables aux mines d'uranium dans les PECO).

BESOINS EN URANIUM

Sur la base des besoins connus en uranium de la centrale nucléaire de Cernavoda, la fourniture du combustible requis à partir de la production nationale ne devrait soulever aucun problème.

Puissance nucléaire installée

(MWe)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			<i>Hypothèse basse</i>	<i>Hypothèse haute</i>	<i>Hypothèse basse</i>	<i>Hypothèse haute</i>	<i>Hypothèse basse</i>	<i>Hypothèse haute</i>
650	650	650	1 300	1 300	1 300	1 950	1 300	1 950

Besoins annuels des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			<i>Hypothèse basse</i>	<i>Hypothèse haute</i>	<i>Hypothèse basse</i>	<i>Hypothèse haute</i>	<i>Hypothèse basse</i>	<i>Hypothèse haute</i>
100	100	100	200	200	200	300	200	300

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Le Ministère de l'énergie électrique a prévu de construire cinq réacteurs de type RELP (CANDU) sur le site de Cernavoda. La construction de ces cinq tranches a débuté entre 1980 et 1986. La puissance nucléaire installée de chacune de ces tranches est de 650 MWe nets. La première tranche de la centrale nucléaire de Cernavoda a été couplée au réseau et est entrée en exploitation commerciale en 1996. La mise en service commercial de la deuxième tranche est programmée pour 2002.

La construction des trois autres tranches de Cernavoda dépendra de l'intérêt manifesté par les investisseurs étrangers, de la disponibilité de l'eau lourde nécessaire pour ces tranches et des besoins en électricité de la Roumanie.

La stratégie en matière d'approvisionnement en combustible sera élaborée parallèlement aux plans de construction et de mise en service des trois autres tranches prévues de la centrale nucléaire de Cernavoda.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Depuis 1998, il existe un nouveau « Droit minier » et un organisme gouvernemental chargé ressources minérales.

Aucune société privée ou étrangère ne participe à la prospection, à la production et à la commercialisation de l'uranium en Roumanie. Aucune société publique ou privée n'est engagée dans des activités de prospection ou de production d'uranium à l'étranger. À l'heure actuelle, la Roumanie n'importe pas et n'exporte pas d'uranium.

STOCKS D'URANIUM

La Roumanie ne conserve pas de stock d'uranium.

• Royaume-Uni •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Activités récentes et en cours

Des travaux de prospection systématique menés dans le passé ont établi qu'il n'existe pas de réserves connues notables d'uranium au Royaume-Uni. Depuis 1983, il a été mis fin à toutes les activités de prospection sur le territoire national. À l'étranger, ces activités sont menées par des sociétés privées opérant par l'intermédiaire de filiales ou d'organismes affiliés autonomes installés dans le pays concerné (membres du groupe RTZ, par exemple). Le secteur privé n'a fait état d'aucune dépense de prospection sur le territoire national de 1988 à la fin de 1998, et il n'y a pas eu de dépenses du secteur public pour des travaux de prospection menés tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du Royaume-Uni.

RESSOURCES EN URANIUM

Bien que des quantités minimales d'uranium aient été extraites en Cornouailles comme activité accessoire à l'extraction de l'étain au 19^{ème} siècle, aucun gisement d'uranium n'a été localisé au Royaume-Uni. On estime néanmoins que deux districts, la région minière métallifère du sud-ouest de l'Angleterre et le nord de l'Écosse, renferment certaines ressources en uranium. Il convient de se reporter à l'édition de 1989 du Livre rouge pour de plus amples informations sur les ressources en uranium du Royaume-Uni. Aucune réévaluation géologique des ressources en uranium du Royaume-Uni n'a été réalisée depuis 1980 et aucune découverte notable n'a été enregistrée depuis cette date. Les ressources raisonnablement assurées (RRA) et les ressources supplémentaires estimées – catégorie I (RSE-I) sont pour l'essentiel inexistantes. Il existe de petites quantités in situ relevant des ressources supplémentaires estimées – catégorie II (RSE-II) et des ressources spéculatives (RS).

PRODUCTION D'URANIUM

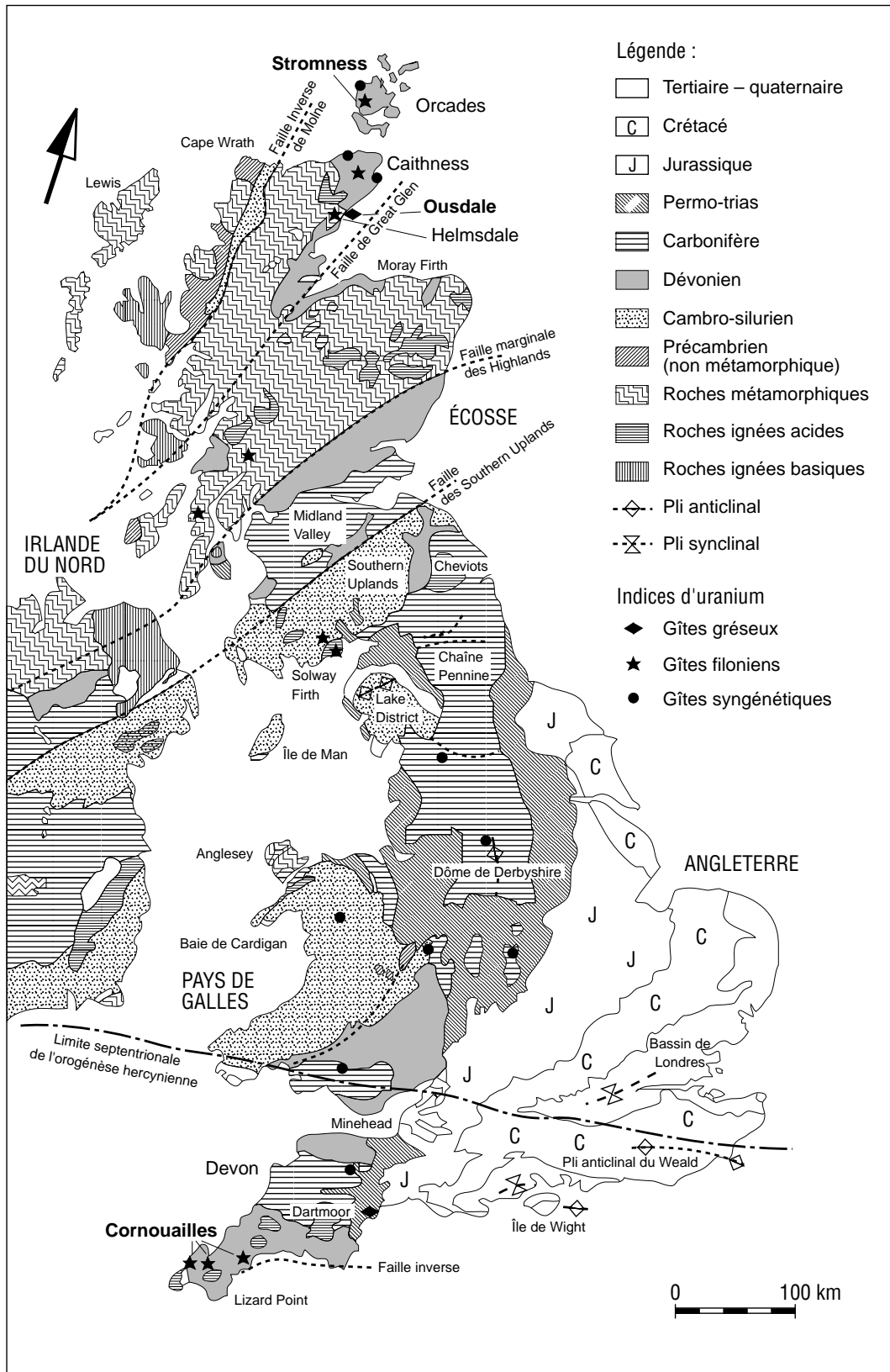
État de la capacité théorique de production

Le Royaume-Uni ne produit pas d'uranium et n'est guère susceptible de devenir un exportateur d'uranium dans un avenir prévisible.

BESOINS EN URANIUM

En 1998, les centrales nucléaires du Royaume-Uni ont produit plus de 90 TWh, soit environ 2 % de plus qu'en 1997. Ce chiffre représente approximativement 27 % de la production totale d'électricité au Royaume-Uni, en 1998.

Indices d'uranium au Royaume-Uni



Avec une production totale de 66,7 TWh assurée par ses huit centrales au cours de l'exercice financier 1997-1998, la société British Energy a confirmé sa position de principal producteur du Royaume-Uni, sa part du marché s'établissant à 21 %.

La société Urenco, organisme offrant des services d'enrichissement par centrifugation, qui a son siège au Royaume-Uni et regroupe des intérêts britanniques, néerlandais et allemands, a continué d'augmenter sa capacité d'enrichissement tout au long de 1998, parallèlement à l'accroissement de ses engagements commerciaux. En particulier, un surcroît de capacité de production est entré exploitation à Capenhurst (Royaume-Uni) où une nouvelle installation a été mise en service en décembre 1997. À la fin de 1998, la capacité totale de production des installations d'Urenco dans les trois pays s'élevait à 3 950 tonnes de travail de séparation isotopique par an.

En avril 1994, la société British Nuclear Fuels plc (BNFL) a entrepris la construction de l'Usine MOX de Sellafield (SMP), qui assurera la fabrication de combustible MOX à partir d'un mélange d'uranium et de plutonium. La décision finale visant le démarrage de l'exploitation de la SMP est actuellement attendue. Une fois en service, la capacité théorique de production de cette usine sera de 120 t par an de combustible MOX.

L'usine de retraitement du combustible sous forme d'oxyde pour réacteurs thermiques (Thorp) de la société BNFL, à Sellafield (Cumbria), est entrée en exploitation en mars 1994 et a déjà assuré le découpage et la dissolution de plus de 2 000 t de combustible irradié. Le carnet de commande actuel de l'installation Thorp représente 12 milliards de livres de Grande-Bretagne (GBP) pour les 15 prochaines années.

En mars 1997, le Secrétaire d'État à l'environnement (*Secretary of State for the Environment*) de l'époque a rejeté la demande de la société Nirex visant la construction d'une installation souterraine de caractérisation des roches sur le site adjacent au chantier de la BNFL, à Sellafield, que la Nirex étudiait en vue d'y implanter son installation projetée d'évacuation en profondeur pour déchets de moyenne activité. Les conséquences de cette décision pour la politique de gestion des déchets de moyenne activité et sa mise en œuvre continuent d'être examinées.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Dans son dernier Livre blanc sur l'énergie, publié le 8 octobre 1998, le Gouvernement a jugé que l'énergie nucléaire « apporte une précieuse contribution à la diversité des approvisionnements et à la réduction des rejets ». Le Livre blanc observe aussi, toutefois, qu'étant donné le coût des nouvelles constructions la part de l'énergie nucléaire dans la production d'électricité devrait diminuer au cours des premières décennies du siècle prochain à mesure que les installations existantes seront mises hors service. Entre-temps, les éventuelles propositions de construction de centrales nucléaires doivent être étudiées en fonction des mêmes critères que ceux applicables aux autres types de centrales, à savoir l'aptitude à assurer à des prix concurrentiels des approvisionnements en énergie qui soient sûrs, diversifiés et durables.

En 1997, le Gouvernement a formulé des propositions visant la fusion de la société Magnox Electric plc (qui détient et exploite les centrales civiles Magnox du Royaume-Uni, à savoir six centrales en service et trois centrales en cours de déclassement) avec BNFL. Cette fusion a pour objectif d'améliorer les dispositions en matière de gestion des charges financières liées au nucléaire qui incombent au secteur public, en mettant fin à une situation bancaire dans laquelle il incombe à la société BNFL de s'occuper de la majorité des charges financières relatives à la filière des réacteurs Magnox, tandis que la société Magnox en assume le coût. La fusion se déroule en deux étapes principales, dont la première, à savoir le transfert à la BNFL des parts que le secteur public détenait

dans la société Magnox, a eu lieu en janvier 1998. La seconde étape, soit la fusion complète de l'ensemble des activités des deux sociétés, devait intervenir au cours de 1999, à condition que les deux sociétés satisfassent les exigences des autorités réglementaires compétentes.

La BNFL est une société par actions contrôlée à 100 % par le Gouvernement du Royaume-Uni. Le Gouvernement s'est engagé à accorder une plus grande liberté commerciale aux organismes commerciaux relevant du secteur public. Dans ce contexte, on a envisagé d'un point de vue nouveau les options s'offrant pour l'avenir de la BNFL. En juillet 1999, le Gouvernement a annoncé qu'il avait décidé en principe qu'un partenariat entre secteurs public et privé serait profitable à la société BNFL, à son personnel, aux contribuables du Royaume-Uni et à l'ensemble de la collectivité. Ce partenariat dépendra de la mesure dans laquelle la BNFL parviendra à atteindre toute une série d'objectifs en matière de sûreté, de santé, d'environnement et de résultats économiques. Compte tenu des progrès réalisés par la BNFL à cet égard, le Gouvernement envisagera l'application de ce partenariat à la BNFL avant la fin de la présente législature.

L'intégration des sociétés Nuclear Electric Ltd et Scottish Nuclear Ltd qui, à elles deux, exploitaient les sept centrales du Royaume-Uni équipées de réacteurs avancés refroidis par gaz (RARG) et une centrale équipée d'un REP est achevée : les deux sociétés opèrent désormais sous la dénomination de British Energy.

La société BNFL Uranium Asset Management Company Ltd (UAM) a été constituée en 1996, en tant que filiale à 100 % de la BNFL avec pour mission de gérer tous les besoins d'approvisionnement en uranium de cette dernière. Par suite de l'intégration de la Magnox Electric dans la BNFL en janvier 1998, l'UAM est désormais responsable des approvisionnements en uranium de toutes les centrales Magnox en exploitation, de même que des deux centrales RARG de la British Energy en Écosse. Il continue d'incomber à British Energy d'assurer les approvisionnements de cinq RARG et du REP équipant la tranche B de la centrale de Sizewell.

En juillet 1998, le Gouvernement a annoncé qu'il serait mis fin aux opérations de retraitement commercial à Dounreay. Les installations de retraitement ne continueront de fonctionner, sous réserve des approbations réglementaires requises, que pendant la période nécessaire à l'exécution des obligations existantes et des travaux engagés. On n'acceptera plus de nouveaux contrats commerciaux de retraitement à Dounreay.

La stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement continue à s'appuyer sur l'utilisation des stocks excédentaires, s'il en existe, et à chercher à diversifier les sources d'approvisionnement tout en maintenant les coûts aussi bas que possible.

POLITIQUES RELATIVES À L'URANIUM

Aucun changement de politique concernant l'uranium n'a été signalé par le Royaume-Uni. En ce qui concerne la politique actuelle relative à la participation de sociétés privées et étrangères, la Loi de 1946 sur l'énergie atomique (*Atomic Energy Act 1946*) du Royaume-Uni confère au Secrétaire d'État au Commerce et à l'Industrie des pouvoirs étendus s'agissant des ressources en uranium du Royaume-Uni, en particulier ceux d'obtenir des informations (Article 4), d'acquérir des droits d'exploiter des minerais sans indemnisation (Article 7), d'acquérir l'uranium extrait au Royaume-Uni moyennant le versement d'une indemnisation (Article 8), et d'introduire une procédure d'autorisation en vue de contrôler ou de réglementer l'exploitation de l'uranium (Article 12A).

Il n'y a pas de politique particulière relative aux restrictions imposées à la participation d'intérêts étrangers et privés à la prospection, à la production, à la commercialisation et aux achats d'uranium au Royaume-Uni, ni aux activités de prospection menées dans des pays étrangers. Il n'y a pas de politique nationale en matière de stocks au Royaume-Uni. Les compagnies d'électricité sont libres de définir leur propre politique.

Les exportations d'uranium sont régies par l'Arrêté de 1970 sur l'exportation de marchandises (contrôle) [*Export of Goods (Control) Order 1970*] (SI n° 1288), modifié, pris en application de la Loi de 1939 sur les pouvoirs en matière d'importation, d'exportation et de douane (défense) [*Import, Export and Customs Powers (Defence) Act 1939*].

STOCKS D'URANIUM

Comme il est indiqué plus haut, les pratiques en matière de stocks au Royaume-Uni sont du ressort des divers organismes concernés. Les données précises sur le niveau des stocks sont confidentielles pour des raisons commerciales.

PRIX DE L'URANIUM

Au Royaume-Uni, les prix de l'uranium sont confidentiels pour des raisons commerciales.

• Fédération de Russie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Depuis le début de la prospection de l'uranium, en 1944, 15 districts uranifères comprenant plus d'une centaine de gisements d'uranium ont été découverts dans la Fédération de Russie. Ces districts se divisent en quatre groupes :

- Le district de Streltsovsk, qui renferme 19 gisements d'uranium et de molybdène du type volcanique guidé par la structure, à l'intérieur d'une caldeira. Le centre de production d'uranium de Priargoun actuellement en service est implanté sur ce site.

- Les districts de Vitim, du Trans-Oural et de Sibérie occidentale, contenant des gisements de dimensions moyennes à faibles, liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées (« du type remplissages de vallées », selon la nomenclature russe) qui renferment des ressources récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U. Certains de ces gisements se prêtent à une exploitation par des techniques de lixiviation in situ (LIS) et le potentiel est suffisant pour justifier le démarrage de nouveaux centres de production utilisant ces techniques.
- Le district de Stavropol, qui renfermait deux petits gisements uranifères de type filonien désormais épuisés. Les activités en cours sur ce site sont liées à l'assainissement et à la remise en état.
- Dix districts uranifères, comprenant principalement de petits gisements de types filonien, volcanique et métasomatique qui renferment des ressources à faible teneur en uranium récupérables à des coûts égaux ou supérieurs à 80 \$/kg d'U. Aux prix actuels du marché, ils ne sont pas économiquement exploitables.

L'emplacement des principaux districts est indiqué sur la carte géographique ci-après. On trouvera des descriptions de plusieurs de ces gisements dans un certain nombre de publications de l'AIEA¹.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium

En 1997 et 1998, les activités de prospection et de reconnaissance se sont surtout concentrées dans trois districts uranifères (ceux du Vitim, du Trans-Oural et de Sibérie occidentale) où elles ont porté sur les gisements liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées qui se prêtent à une exploitation par LIS.

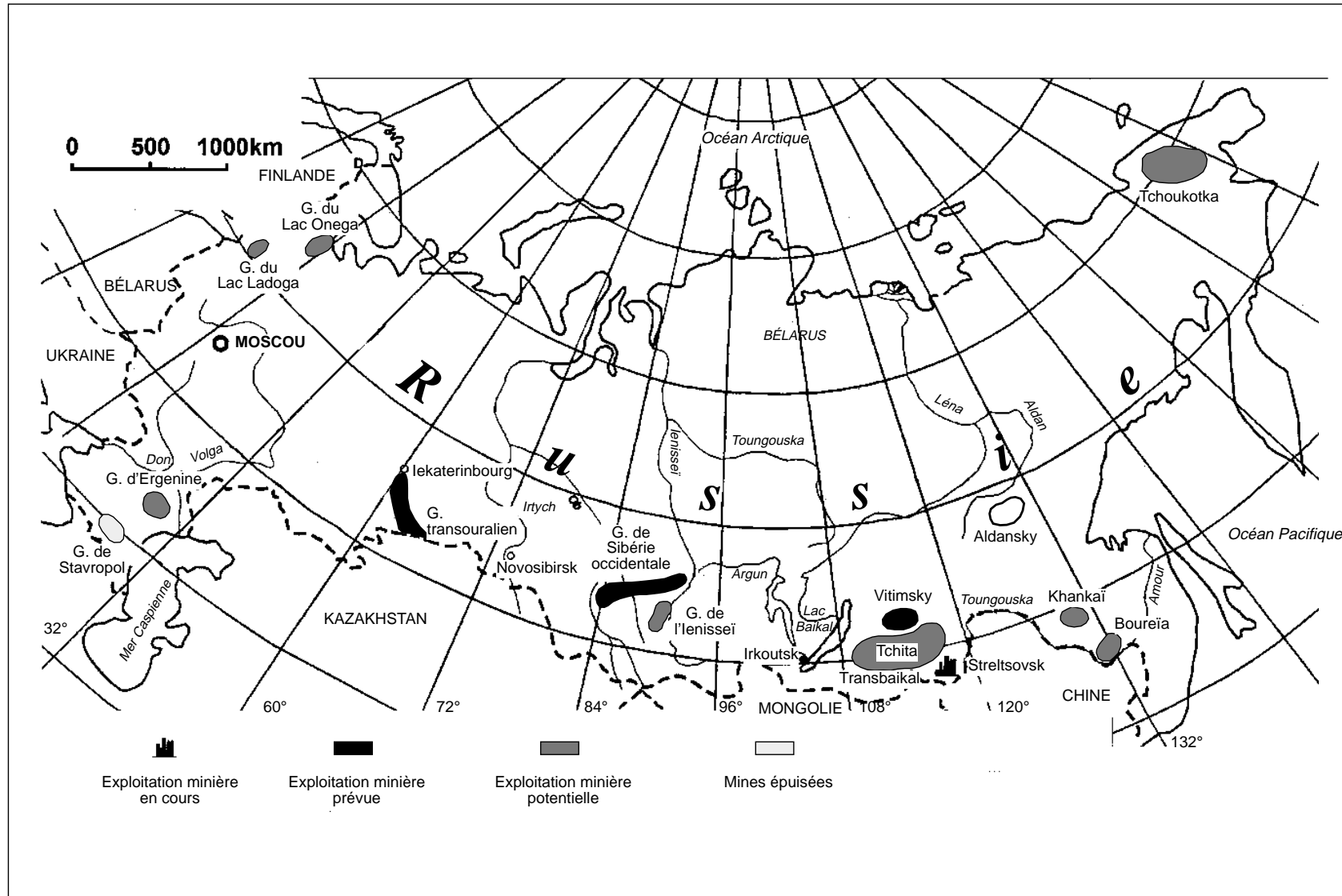
Le district uranifère du Trans-Oural est situé dans la région de Kourgan. Une installation de production par LIS est maintenant achevée sur le site du gisement de Dolmatovo. La première année, la production a été de 100 t d'U. L'usine de traitement a été installée et l'unité de lixiviation du champ de puits est prête à fonctionner. Le gisement de Khokhlovsk fait actuellement l'objet de travaux de prospection et d'évaluation en vue d'une extraction par LIS. Ce gisement renferme des RSE-II s'élevant à 10 000 t d'U.

Le district de Sibérie occidentale se trouve dans les régions de Kemerovo et de Novossibirsk. Des sondages détaillés selon un réseau à mailles de 100-25 sur 400-200 m ont été effectués dans la section centrale du gisement de Malinovsk. L'ensemble des ressources représentées par ce gisement est estimé à 15 000 t d'U.

1. AIEA (1997), Ischukova, L.P., « The Streltsovskoye uranium district » (Le district uranifère de Streltsovsk), IAEA-TECDOC 961, Vienne, Autriche.

AIEA (1995), Loutchinin, I.L., « Valley-type uranium deposits in Russia », (Gisements d'uranium liés à des remplissages de vallées en Russie) IAEA-TECDOC 823, Vienne, Autriche.

Boitsov, A.V., Nikolsky, A.L. « Characteristics of uranium deposits in Russia » (Caractéristiques des gisements uranifères en Russie), communication présentée à la Réunion du Comité technique de l'AIEA, Vienne, Autriche, 10-13 juin 1997.



Régions uranifères dans la Fédération de Russie

Le district du Vitim est situé dans la République autonome de Bouriatie. Découvert en 1998, le gisement de Cheglovsk est du type liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées, et renferme 8 000 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-II. Son évaluation est en cours. Des essais d'exploitation par LIS ont démarré sur le gisement de Khiagda.

Au cours de la période allant de 1996 à 1999, les dépenses annuelles de prospection de l'uranium dans la Fédération de Russie ont été comprises entre 4,271 millions de USD et 10,052 millions de USD. Ces chiffres ne reflètent toutefois pas le niveau réel des activités de prospection, en raison des fortes fluctuations du taux de change du rouble en 1997. Les sondages réalisés en 1998 ont atteint au total 66 826 m, soit plus du quadruple des sondages effectués en 1997.

Toutes les activités de prospection de l'uranium dans la Fédération de Russie sont menées par l'entreprise d'État *Geologorazvedka*. Aucune dépenses de prospection n'a été engagée hors du territoire russe au cour de la période 1996-1999.

Dépenses de prospection et activités de forage du secteur public

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur privé (<i>milliers de roubles</i>)	n.d.	20 800 000	26 700*	130 000
Dépenses du secteur public (<i>milliers de roubles</i>)	21 400 000	36 700 000	26 600*	36 000
Dépenses totales (<i>milliers de roubles</i>)	21 400 000	57 500 000	53 300*	166 000
Dépenses totales (<i>milliers de USD</i>)	4 271	10 052	8 650	7 909
Sondages superficiels exécutés par le secteur privé (<i>mètres</i>)	n.d.	11 200	35 257	n.d.
Nombre de trous de sondage forés par le secteur privé	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (<i>mètres</i>)	29 000	4 436	31 659	n.d.
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	240	n.d.	n.d.	n.d.
Total des sondages superficiels (<i>mètres</i>)	29 000	15 636	66 826	n.d.
Nombre total de trous de sondage forés	240	n.d.	n.d.	n.d.

* En 1998, la valeur nominale du rouble russe a été divisée par 1 000.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Les RRA et les RSE-I n'ont pas été évaluées au cours des cinq dernières années. On signale toutefois de légères modifications imputables surtout à la production. Aucun changement majeur n'est intervenu dans cette catégorie au cours des deux dernières années, les légères modifications étant imputables essentiellement à la production. La plupart des changements concernent les gisements du district uranifère de Streltsovsk qui sont exploités par le centre de production de Priargoun. De 1997 à 1999, les RRA ont baissé de 145 000 à 140 900 t d'U tandis qu'environ 4 100 t d'U étaient produites.

Quelque 10 200 t d'U entrant dans la catégorie des RRA et récupérables à des coûts inférieurs à 80 \$/kg d'U proviennent du gisement de Dolmatovo, situé dans le district du Trans-Oural. Bien que certaines estimations aient identifié des ressources supplémentaires dans la catégorie des RRA et RSE-I dans la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U, il n'en a pas été tenu compte ici car elles n'ont pas fait l'objet d'un examen par le Comité d'État sur les réserves. Dans la région du Vitim, les ressources du gisement de Khiagda s'élèvent à environ 2 600 t d'U dans la catégorie des RRA et à 50 000 t d'U dans la catégorie des RSE-I. Dans le district du Trans-Oural, les ressources comprennent environ 7 700 t d'U dans la catégorie des RSE-I (gisement de Dobrovol) et 7 500 t d'U entrant dans la catégorie des RSE-II (gisement de Khokhlovsk).

Ressources raisonnablement assurées au 1er janvier 1999*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
64 300	140 900	n.d.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I, au 1er janvier 1999*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
17 200	36 500	n.d.

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

L'évaluation des ressources classiques non découvertes récupérables à des coûts inférieurs à 80 et à 40 \$/kg d'U a été achevée en 1998. Ces ressources sont considérées comme offrant les meilleures perspectives pour l'avenir, compte tenu de la situation actuelle et future des prix de l'uranium et des besoins en uranium dans le monde.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II, au 1er janvier 1999*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
44 000	56 300	104 500

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources spéculatives au 1er janvier 1999

(tonnes d'U)

Tranches de coût			
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	Non spécifiée	Total
98 000	544 000	450 000	1 000 000

Ces ressources sont renfermées en majeure partie (92 %) dans des gisements de deux types :

- Les gisements liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées, qui se trouvent dans les districts uranifères du Trans-Oural (40 000 t d'U), de Sibérie occidentale (180 000 t d'U) et du Vitim (100 000 t d'U). On trouvera davantage de détails les concernant dans l'édition de 1997 du Livre rouge.
- Les gisements et les indices du type lié à des discordances, qui sont situés dans le bouclier de la Baltique (République de Carélie) et au sud-est du bouclier de l'Aldan (Iakoutie).

PRODUCTION D'URANIUM

La Fédération de Russie a fourni des indications détaillées sur la production d'uranium dans l'édition de 1997 du Livre rouge. Depuis cette date, la situation n'a pas connu de modification notable.

Historique

Jusqu'en 1998, la Fédération de Russie a produit 108 653 t d'U, ce qui en fait le cinquième plus grand pays producteurs d'uranium au monde.

La première organisation à produire de l'uranium a été le Complexe de Lermontov, dénommée actuellement l'Entreprise d'État de Lermontov (Almaz). Almaz se trouve à 1,5 km de la ville de Lermontov, elle-même située dans la région de Stavropol. La région comprend les gisements uranifères de type filonien de Bechtaou et de Byk, dont les ressources en uranium représentent au total 5 300 t d'U ayant une teneur de 0,1 %. Ces ressources ont été exploitées dans deux mines souterraines à partir de 1950. Les mines n°1 (Bechtaou) et n°2 (Byk) ont été fermées respectivement en 1975 et 1990. Le minerai a été traité par lixiviation à l'acide sulfurique à partir de 1954, puis de 1965 à 1989 par lixiviation en place (en gradins) et en tas. A compter des années 80 jusqu'en 1991, du minerai d'uranium provenant d'Ukraine et du Kazakhstan a aussi été traité par Almaz. La production totale s'est élevée à 5 685 t d'U, dont 3 930 t d'U extraites de mines souterraines et 1 755 t d'U obtenues par techniques de LIS.

De 1968 à 1980, 440 t d'U ont été produites par des techniques de LIS à partir du minerai extrait du gisement de Sanarsk, situé dans le district du Trans-Oural, l'exploitation ayant été assurée par l'entreprise minière de Malychevsk.

La société anonyme « Complexe minier et chimique de Priargoun » (PPGHO), a été le seul centre de production d'uranium en activité dans le pays au cours de la dernière décennie. Ce centre est situé dans la région de Tchita, à moins de 20 km de la ville de Krasnokamensk, qui compte environ 60 000 habitants. La production est alimentée par 19 gisements de type volcanique de la zone uranifère de Streltsovsk. Cette zone s'étend sur une superficie de 150 km² et la teneur moyenne en uranium est d'environ 0,2 %. Depuis 1968, on a exploité deux mines à ciel ouvert (toutes deux épuisées) et quatre mines souterraines (dont deux sont toujours en service, les deux autres étant en réserve). Depuis 1974, la concentration et le traitement du minerai s'effectuent dans l'usine hydrométallurgique locale par lixiviation à l'aide d'acide sulfurique, avec récupération ultérieure au moyen d'un procédé par échange d'ions et extraction par solvants. Depuis les années 90, le minerai à faible teneur est traité à l'aide de techniques de lixiviation en tas et en place.

En 1998, plus de 100 000 t d'U ont été produites par le Complexe de Priargoun. Ce niveau élevé de production totale fait des gisements de type volcanique de Streltsovsk l'un des principaux districts mondiaux de production d'uranium.

État de la capacité théorique de production

Le Complexe minier et chimique de Priargoun demeure le seul centre de production en service de la Fédération de Russie. Au cours de la période 1996-1998, sa production annuelle moyenne a été comprise entre 2 500 et 2 600 t d'U. Depuis 1992, l'uranium produit est exporté en totalité. L'uranium provient en majeure partie de mines souterraines, de faibles quantités étant produites par des techniques de lixiviation en tas et en place à partir de minerais à faible teneur. Toute exploitation à ciel ouvert a cessé en 1997.

Les RRA renfermées dans les gisements de Streltsovsk permettent de satisfaire les besoins prévus pour les 20 prochaines années. Étant donné la faiblesse des prix de l'uranium sur le marché mondial, il est nécessaire d'extraire des minerais à teneur relativement élevée avec une teneur de coupure de 0,28 % d'U. Le reste des minerais à faible teneur n'est par conséquent pas exploitable dans les conditions actuelles. Néanmoins, il est prévu de porter la production annuelle du Complexe de Priargoun à 3 500 t d'U dans environ cinq ans, en ayant recours à parts égales à des méthodes classiques de concentration du minerai et aux techniques de lixiviation en tas et en souterrain après abattage.

Évolution de la production d'uranium

	Avant 1996	1996	1997	1998	Total jusqu'en 1998	1999 (Prévisions)
Méthode d'exploitation minière	<i>(tonnes d'U contenu dans le minerai)</i>					
Exploitation classique						
• à ciel ouvert	38 555	100	0	0	38 655	0
• en souterrain	59 197	2 025	2 460	2 470	66 152	2 400
TOTAL	97 752	2 125	2 460	2 470	104 807	2 400
Méthode de production	<i>(tonnes d'U contenu dans le concentré)</i>					
Installation de traitement (à partir de minerai extrait)	97 752	2 125	2 460	2 470	104 807	2 400
Lixiviation in situ	3 186*	0	0	0	3 186	0
Lixiviation en place	n.d.	80	90	20	190	100
Lixiviation en tas	n.d.	400	30	40	470	100
TOTAL	100 938	2 605	2 580	2 530	108 653	2 600

* Y compris la production par lixiviation en place et en tas dans le district de Stavropol.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

Le Ministère de l'énergie atomique de la Fédération de Russie détient la totalité de la production nationale d'uranium.

Précisions techniques concernant les centres de production d'uranium

(au 1^{er} janvier 1999)

	Centre n° 1	Centre n° 2	Centre n° 3	Centre n° 4
Centre de production	Complexe minier et chimique de Priargoun	Trans-Oural	Vitim	Sibérie occidentale
Catégorie de centre de production	Existant	Commandé	Prévu	Prévu
Stade d'exploitation	En service	En réserve	–	–
Date de mise en service	1968	2000	Début des années 2000	Début des années 2000
Source de minerai : • Nom des gisements • Type de gisement	Antei, Streltsovsk, Oktyabrsk Volcanique, filonien (stockwerk)	Dolmatovo Liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées	Khiagda Liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées	Malinovsk Liés à des sédiments gréseux remplissant des paléovallées
Exploitation minière : • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	ST, LEP, LET 6 700	LIS n.d.	LIS n.d.	LIS n.d.
Installation de traitement: • Type • Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>) • Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	LA, EI 4 700 95	EI n.d. n.d.	EI n.d. n.d.	EI n.d. n.d.
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	3 500	À l'étude	À l'étude	À l'étude
Plans d'agrandissement	Traitement par LEP et LET	Gisements de Khokhlovsk et de Dobrovol	Gisement de Jeglovsk	

Emploi dans le secteur de l'uranium

En 1998, le Complexe minier et chimique de Priargoun employait 12 800 personnes, soit 200 personnes de moins qu'en 1996.

Effectifs du centre de production existant

(personnes-ans)

1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
13 000	12 900	12 800	12 500

Projections de capacité théorique de production à court terme

Les projections relatives à la capacité théorique de production à court terme sont indiquées dans le tableau suivant jusqu'en 2015.

Capacité théorique de production à court terme

(tonnes d'U/an)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
2 500	2 500			2 500	2 500			2 500	2 700		

2005				2010				2015			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
2 500	3 500			2 500	5 000			2 500	5 000		

Centres de production futurs

Il est prévu de mettre en service trois nouvelles installations de production par LIS au cours des cinq prochaines années afin d'accroître la production d'uranium dans la Fédération de Russie (voir l'édition de 1997 du Livre rouge).

Dans le district du Trans-Oural, un centre de production est commandé. Les installations sur le gisement de Dolmatovo sont achevées. La production annuelle devrait être de 100 t d'U initialement et pourrait être portée à 700 t d'U d'ici cinq à sept ans. Dans le district de Sibérie occidentale, les essais de LIS ont démarré en 1998 sur le gisement de Malinovsk. Dans le district du Vitim, des travaux expérimentaux de LIS ont aussi débuté sur le gisement de Khiagda.

DEMANDE D'URANIUM

La demande d'uranium dans la Fédération de Russie n'a pas changé depuis la dernière édition du Livre rouge ; 29 tranches de réacteurs de puissance sont en service dans neuf centrales nucléaires représentant au total une puissance installée brute de 21 242 MWe, soit :

- 13 réacteurs de type à eau sous pression, refroidis et modérés par eau (six tranches VVER-440 et sept tranches VVER-1000) ;
- 15 réacteurs à tubes de force modérés par graphite (11 tranches RBMK-1000 et quatre tranches EGP-6) ;
- une tranche surgénérateur rapide BN-600.

En 1998, les centrales nucléaires russes ont produit 103,5 TWh (48,9 TWh produits par les réacteurs VVER et 54,6 TWh par les réacteurs RBMK, BN et EGP). Ce chiffre représente 13 % de la production totale d'électricité du pays. Il est prévu d'atteindre 115 TWh en 1999.

Les besoins annuels des centrales nucléaires russes s'élèvent à 3 600 t d'U et ceux des centrales nucléaires de conception russe implantées en Europe orientale s'élèvent à 2 200 t d'U, soit un total estimé à 5 800 t d'U.

Puissance nucléaire installée

(en MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
21 242	21 242	21 242	21 242	24 420	21 242	25 240	17 500	25 300

Besoins annuels en uranium

(en tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
3 600	3 600	3 600	3 600	4 100	3 600	4 250	3 000	4 300

• Suède •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Les activités de prospection de l'uranium ont été menées au cours de la période 1950-1985. Cependant, à la fin de 1985, ces activités ont été interrompues en raison de la disponibilité de l'uranium à prix modique sur le marché mondial.

Il existe quatre principales provinces uranifères en Suède. La première se trouve dans les sédiments datant du Cambrien supérieur et de l'Ordovicien inférieur en Suède méridionale, ainsi que le long de la bordure de la chaîne calédonienne dans la partie centrale de la Suède. Les indices d'uranium sont stratiformes ; ils sont renfermés dans des schistes noirs. Le district de Billingen (Västergötland), dans lequel se trouve le gisement de Ranstad, couvre une superficie de plus de 500 km².

La deuxième province uranifère, celle d'Arjeplog-Arvidsjaur-Sorsele, se trouve immédiatement au sud du Cercle polaire arctique. Elle renferme un gisement, celui de Pleutajokk, et un ensemble de plus de 20 indices. Ces divers indices sont discordants, de type filonien ou de type en imprégnation, et sont associés à une métasomatose sodique.

La troisième province est située au nord d'Östersund en Suède centrale. Plusieurs minéralisations discordantes ont été découvertes à l'intérieur ou à proximité d'une fenêtre du socle Précambrien, à l'intérieur des Calédonides métamorphiques.

Une quatrième province se trouve près d'Åsele, en Suède septentrionale.

Activités de prospection et d'exploitation minières récentes et en cours

Il n'y a aucune activité de prospection ou d'extraction de l'uranium en cours en Suède.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

En Suède, il existe des ressources peu abondantes dans des roches granitiques (gîtes filoniens).

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'existe pas d'estimations relatives aux RSE-II ou aux RS en Suède.

Ressources non classiques

Les schistes alumineux renferment également des ressources plus importantes. Toutefois, ces gisements sont à très faible teneur et le coût de récupération est supérieur à 130 \$/kg d'U.

PRODUCTION D'URANIUM

Historique

Au cours des années 60, 200 t d'U ont été produites à partir du gisement de schistes alumineux de Ranstad. Ce site minier est actuellement remis en état afin de protéger l'environnement.

État de la capacité théorique de production

La Suède ne produit pas d'uranium et n'envisage pas d'en produire.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

La mine de Ranstad a été remise en état au cours des années 90. La mine à ciel ouvert a été transformée en lac, et la zone occupée par les résidus a été recouverte par plusieurs couches de morts-terrains afin d'empêcher la formation d'acide à partir du soufre contenu dans les résidus de schiste. Un programme de surveillance de l'environnement est en cours.

La remise en état de la mine de Ranstad a coûté la somme totale de 150 millions de couronnes suédoises. Le programme actuel de surveillance ne représente que des dépenses minimales.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins en uranium de la Suède sont d'environ 1 600 t d'U par an. Ce tonnage diminuera de 100 t d'U en 2000 et de 100 t d'U supplémentaires en 2005, par suite de l'arrêt prématuré des deux réacteurs de Barsebäck.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

Les compagnies d'électricité sont libres de négocier leurs propres achats.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

La Suède a adhéré au Traité instituant la Communauté européenne de l'énergie atomique (EURATOM) et a adapté sa politique en conséquence.

STOCKS D'URANIUM

Le Parlement de Suède a décidé en 1998 de remplacer par un mécanisme de notification l'obligation antérieures des compagnies d'électricité de conserver un stock d'uranium enrichi correspondant à une production d'électricité de 35 TWh.

PRIX DE L'URANIUM

Comme la Suède fait désormais partie du marché de l'électricité des pays nordiques, qui est déréglementé, il n'est plus rendu compte des coûts du combustible nucléaire.

• Suisse* •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

En juin 1979, le gouvernement fédéral a pris la décision d'encourager la prospection de l'uranium par l'octroi d'une subvention de 1,5 millions de francs suisses au cours de la période 1980-1984. En 1980 et 1981, environ 1 000 m de galeries de recherche ont été creusés par une société privée dans le massif hercynien des Aiguilles-Rouges et dans les gneiss avoisinants. Les travaux limités réalisés à ce jour n'ont pas permis de se faire une idée précise des facteurs régissant la minéralisation, qui est à faible teneur et disséminée dans une zone dont la géologie est très complexe.

En 1982, le gouvernement fédéral a prêté son concours à des activités de prospection au sol menées au sud d'Iserables et à des travaux de sondage à Naters (Valais). Entre 1982 et 1984, dans le cadre du programme quinquennal financé par le gouvernement fédéral, une campagne de prospection de l'uranium a été exécutée dans la région accidentée de la nappe de charriage des Alpes Pennines de Bernhard dans le Valais occidental. Les levés radiométriques et chimiques ont été principalement axés sur les dépôts détritiques datant du Permo-Carbonifère et sur les schistes plus anciens (série de Nendaz et série sous-jacente de Siviez). En raison du puissant tectonisme alpin, l'uranium est en général disséminé de façon irrégulière dans la roche. Les anomalies radioactives semblent être liées aux faciès carbonatés et chloriteux de la série de Nendaz, mais leur intérêt économique n'a pu être confirmé.

Activités récentes et en cours

Depuis 1985, toutes les activités de prospection ont été suspendues sur le territoire national. Des entreprises privées ont toutefois entrepris des activités de prospection de l'uranium dans l'*Arizona Strip*, aux États-Unis, depuis 1983.

RESSOURCES EN URANIUM

Il n'est fait état d'aucune ressource en uranium en Suisse.

PRODUCTION D'URANIUM

État de la capacité théorique de production

La Suisse n'est pas productrice d'uranium.

* Les informations de base contenues dans ce rapport sont tirées principalement de la contribution destinée à l'édition de 1991 du Livre rouge.

Centres de production futurs

Aucun centre de production n'est envisagé en Suisse à court terme.

BESOINS EN URANIUM

La Suisse dispose d'un parc nucléaire comptant cinq tranches en exploitation, à savoir les centrales de Beznau (tranches 1 et 2), Muehleberg, Goesgen et Leibstadt. En 1996, la puissance nucléaire installée nette s'élevait au total à 3 055 MWe. Un référendum national a eu lieu en septembre 1990, à l'issue duquel les Suisses ont rejeté une initiative visant à mettre fin dès que possible à l'utilisation de l'énergie nucléaire. C'était la troisième fois en 10 ans que la population suisse votait contre un renoncement à l'électronucléaire. Toutefois, l'électorat s'est prononcé en même temps en faveur d'un moratoire de 10 ans frappant la construction et l'exploitation de nouvelles centrales nucléaires.

Stratégie en matière d'achat et d'approvisionnement

La Suisse a indiqué que ses approvisionnements en uranium sont actuellement assurés à partir d'une ou de plusieurs des sources suivantes : production dans le cadre de partenariats ou de co-entreprises, contrats à long terme et contrats sur le marché spot.

Puissance nucléaire installée

(MWe)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
3 117	3 179	3 300	3 300	3 300	3 300

Besoins annuels des réacteurs en uranium

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005	2010	2015
570	480	480	580	580	580

POLITIQUES RELATIVES À L'URANIUM

Il n'a été signalé aucun changement de la politique de la Suisse en matière d'uranium dans les informations communiquées en vue de la présente édition du Livre rouge. La Suisse ne produit pas d'uranium et n'en exporte pas. Elle n'a pas de politique officielle visant les importations, car des sociétés privées prennent entièrement les achats en charge. En ce qui concerne les stocks d'uranium, les compagnies exploitant des centrales nucléaires ont pour règle de maintenir un stock d'assemblages combustibles neufs sur le site des réacteurs équivalant aux besoins de ces réacteurs pendant une à deux années.

STOCKS D'URANIUM

En Suisse, les seuls stocks d'uranium, s'il en existe, sont détenus par les compagnies d'électricité. Aucune information détaillée n'est disponible concernant les stocks d'uranium de ces compagnies.

• Thaïlande •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Des activités de prospection de l'uranium ont été menées au début des années 70 par le Ministère royal thaïlandais des Ressources minérales (DRM). Des indices d'uranium ont été découverts dans divers milieux géologiques, notamment dans des grès et des roches encaissantes granitiques. La minéralisation liée à des grès se rencontre dans le district de Phu Wiang (province de Khon Kaen), dans le nord-est de la Thaïlande. Cette région a fait l'objet d'une étude indépendante exécutée par le DRM, tandis que des recherches ont été menées en coopération avec des organismes étrangers dans la zone de Cupertino. Des indices d'uranium renfermés dans une formation granitique et associés à de la fluorine ont été découverts dans le district de Doi Tao (province de Chiang Mai) et dans le district de Muang (province de Tak) en Thaïlande septentrionale. Ces indices ont particulièrement retenu l'attention.

L'activité de prospection de l'uranium la plus importante menée en Thaïlande a été le levé géophysique aéroporté exécuté de 1985 à 1987 et couvrant tout le territoire national. Ce levé a été réalisé par la société Kenting Sciences International Limited Canada, dans le cadre d'un contrat passé par l'Agence canadienne pour le développement international (ACDI).

Activités récentes et en cours

De 1996 à 1999, aucun organisme ou société d'État n'a été engagé dans des activités de prospection de l'uranium.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Un petit gîte uranifère découvert dans des grès datant du Jurassique dans le district de Phu Wiang est estimé renfermer environ 4,5 t d'U sur la base d'une teneur de coupure de 0,01 % d'U. Ces ressources sont classées dans la catégorie des RRA récupérables à un coût inférieur à 130 \$/kg d'U.

Des régions granitiques dans les districts de Doi Tao et d'Om Koi (province de Chiang Mai), en Thaïlande septentrionale, ont été considérées comme présentant un certain potentiel uranifère. Des minéraux d'uranium ont été décelés dans des filons de fluorine. Les analyses des teneurs en uranium ont donné des valeurs comprises entre 0,2 et 0,25 % d'U. Les RSE-I seraient d'environ 7 t d'U récupérables dans la tranche de coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U, sur la base d'une teneur de coupure de 0,05 %.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Il n'est fait état d'aucune ressource classique non découverte.

• Turquie •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La prospection de l'uranium en Turquie a commencé en 1956-1957 et s'est orientée vers la recherche de gisements de type filonien dans des terrains cristallins, par exemple dans des roches ignées acides et des roches métamorphiques. Ces activités ont permis de découvrir quelques minéralisations de pechblende, qui toutefois ne constituent pas des gisements rentables. Depuis 1960, des études ont été consacrées aux roches sédimentaires qui entourent les roches cristallines et quelques petits corps minéralisés renfermant de l'autunite et de la torbernite ont été localisés dans différentes parties du pays. Au milieu des années 70, le premier gisement aveugle d'uranium associé à des minerais noirs, situé en dessous du niveau de la nappe phréatique, a été découvert dans la région de Köprübasi. Des travaux récents de prospection ont mis en évidence une minéralisation d'uranium dans des sédiments datant du Néogène dans la région de Yozgat-Sorgun, en Anatolie centrale.

Activités récentes et en cours

Les travaux de prospection radiométrique et géochimique au sol (comprenant le prélèvement d'échantillons de sédiments fluviaux), qui ont été exécutés dans le sud-ouest de l'Anatolie en 1995, 1996 et 1997, ainsi que dans le nord-ouest de la même région (bassin de Thrace) se sont révélés négatifs. Les résultats de l'analyse chimique des échantillons de sédiments fluviaux devaient être prêts en 1999. La poursuite du projet dépendra des résultats de ces analyses. Les dépenses publiques consacrées à la prospection de l'uranium se sont élevées à 200 000 USD en 1997 et à 1,2 million d'USD en 1998.

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Il est indiqué des RRA représentant un total de 9 129 tU (in situ) dans la catégorie récupérable à un coût inférieur ou égal à 80\$/kgU dans les gisements suivants :

Salihli-Köprübaşı : dix corps minéralisés représentant 2 852 t d'U et ayant une teneur de 0,04 à 0,05 % d' U_3O_8 renfermés dans des sédiments fluviaux datant du Néogène.

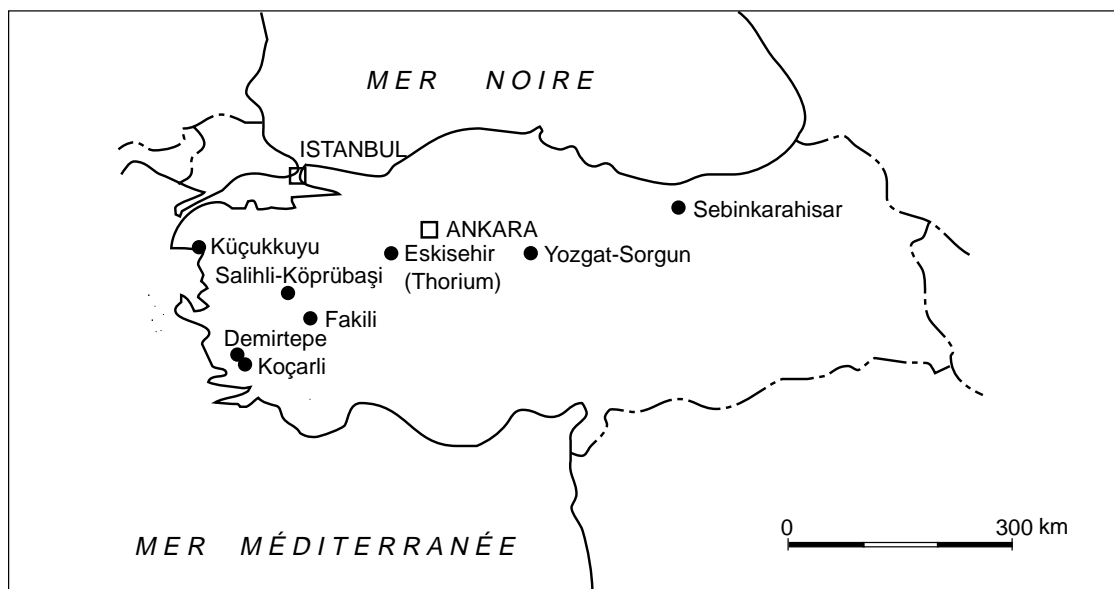
Fakili : 490 t d'U ayant une teneur de 0,05 % d' U_3O_8 , renfermées dans une formation lacustre datant du Néogène.

Koçarli (Küçükçavdar) : 208 t d'U ayant une teneur de 0,05 % d' U_3O_8 renfermées dans des sédiments datant du Néogène.

Demirtepe : 1 729 t d'U ayant une teneur de 0,08 % d' U_3O_8 , renfermées dans des zones fracturées constituées par des gneiss.

Yozgat-Sorgun : 3 850 t d'U ayant une teneur de 0,1 % d' U_3O_8 , renfermées dans des sédiments lagunaires deltaïques datant de l'Éocène.

Gisements et indices d'uranium en Turquie



• Ukraine •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

La recherche de gisements d'uranium d'intérêt commercial a débuté en Ukraine en 1944. On trouvera dans l'édition de 1997 du Livre rouge un historique des premières années de prospection de l'uranium. En 1995 il a été décidé de concentrer les efforts sur la prospection des gisements exploitables à faible coût, notamment des gisements d'uranium renfermant des minerais à teneur élevée et des minéralisations complexes d'uranium et de métaux rares. Une certaine attention est accordée aux gisements liés à des discordances et ceux de type filonien et de type filonien en remplissage de fissures (stockwerk). Les activités de prospection sont avant tout menées dans les roches cristallines et métamorphiques du bouclier ukrainien.

En 1996, la prospection visant le minerai de fer dans la partie septentrionale du bassin de Krivoï Rog a permis de délimiter par la même occasion une minéralisation d'uranium contenant jusqu'à 1,2 % d'uranium sur une épaisseur de 6,7 m. Cette minéralisation se présente sous forme de filons dans une roche encaissante de schiste et de quartzite formée par métasomatose. L'entreprise d'État Kirovgeology procède à une évaluation de cette zone.

À l'heure actuelle, on procède à l'établissement de cartes spécialisées à l'échelle 1/50 000ème des zones qui sont considérées comme offrant un bon potentiel pour la réalisation de nouvelles découvertes. Il s'agit de zones du bouclier ukrainien qui sont recouvertes de sédiments récents sur une épaisseur de 20 à 100 m, voire davantage. L'évaluation initiale des zones les plus prometteuses fait appel à des levés géophysiques généraux (prospection gravimétrique, magnétique et électrique, et par spectrométrie gamma aéroportée) et à des travaux détaillés de sondage avec enregistrement des paramètres. L'entreprise Kirovgeology a entrepris des forages de reconnaissance directs après avoir établi un diagramme de la structure géologique de la zone considérée. Ce système s'est avéré le plus efficace dans les conditions actuelles.

Activités récentes et en cours de prospection de l'uranium et de mise en valeur des mines

En 1997 et 1998, les activités menées ont comporté des programmes annuels de sondage représentant environ 20 000 m, soit une longueur en diminution par rapport à 1996. En 1999, les sondages projetés devraient atteindre une longueur dépassant le double de celle réalisée en 1998. On trouvera dans le tableau ci-après des précisions sur les dépenses de prospection et les activités de forage.

Prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public (en milliers de hryvnias)	2 600	2 900	3 900	12 500
(en milliers d'USD)	1 420	1 610	1 940	3 640
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (mètres)	45 630	19 675	21 000	52 500
Nombre de trous de sondage forés par le secteur public	443	208	298	559

RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Par rapport au précédent rapport, seules des modifications mineures ont été apportées aux estimations de RRA et de RSE-I. Au 1er janvier 1999, les RRA s'élevaient à 81 000 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Cela représente une diminution de 3 000 t d'U pour les RRA dans la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U. Les estimations de ressources sont exprimées en termes de ressources in situ. Au 1er janvier 1999, les RSE-I s'élèvent à 50 000 t d'U récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U. Par rapport aux estimations précédentes, ce chiffre représente une augmentation de 3 000 t d'U dans la tranche de coût inférieure à 80 \$/kg d'U.

L'Ukraine n'a pas établi d'estimations relatives aux RRA et aux RSE-I récupérables à des coûts inférieurs à 40 \$/kg d'U. Les estimations des ressources connues qui sont indiquées ont été effectuées au cours des cinq dernières années.

Ressources raisonnablement assurées* (tonnes d'U)

Tranches de coûts		
< 40 \$/kg/U	< 80 \$/kg/U	< 130 \$/kg/U
–	42 600	81 000

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie I* (tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg/U	< 80 \$/kg/U	< 130 \$/kg/U
0	20 000	50 000

* S'agissant de ressources in situ.

La fraction récupérable à faible coût des ressources connues est renfermée dans les gisements d'albitite de Vatoutinskoïe et de Mitchourinskoïe, ainsi que dans de petits gisements de grès à faible teneur en uranium faisant partie de la couverture sédimentaire du bouclier ukrainien. Ces derniers se prêtent à une exploitation par les techniques de lixiviation in situ (LIS).

Les ressources connues entrant dans les tranches de coûts plus élevées comprises entre 80 et 130 \$/kg d'U sont renfermées dans le gisement d'albitite de Severinskoïe, les gisements de pegmatite de Youjnoïe, Kalinovskoïe et Lozovatskoïe, ainsi que dans les gisements de bitume d'Adamovskpïe, Krasnooskoïskoïe et Berekskoïe. Parmi les ressources connues récupérables à des coûts inférieurs à 80\$/kg d'U, 83,9 % sont tributaires des centres de production existants et commandés.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

L'ensemble des ressources non découvertes (RSE-II et RS) s'élevaient à 235 000 t d'U au 1er janvier 1999, contre 241 000 t d'U au 1er janvier 1997. Comme cela a été signalé en 1997, on présume que la majeure partie des ressources non découvertes se trouve dans les types de gisements suivants : albitite (133 500 t d'U), pegmatite (15 000 t d'U), bitume (16 500 t d'U), couverture sédimentaire du bouclier ukrainien (20 000 t d'U), gisements présumés liés à des discordances

(20 000 t d'U) et gîtes de type filonien en remplissage de fissure (stockwerk) (30 000 t d'U). Aucune information précise n'est disponible sur la classification des 6 000 t d'U restantes dans la catégorie des ressources non découvertes.

Ressources supplémentaires estimées – Catégorie II* (tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
n.d.	n.d.	3 900

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources spéculatives* (tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 130 \$/kg d'U	Non spécifiée	Total
n.d.	231 000	231 000

* S'agissant de ressources in situ.

PRODUCTION D'URANIUM

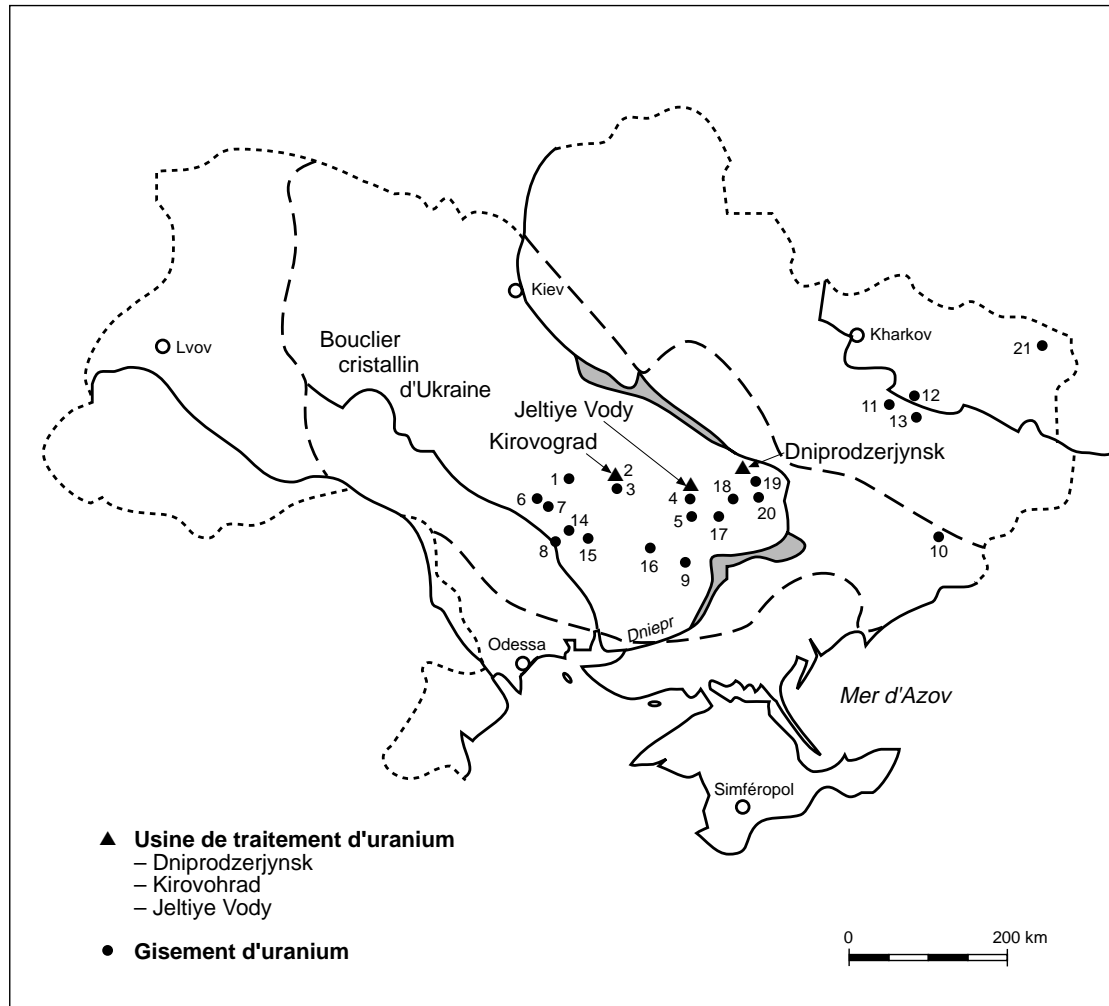
Historique

L'industrie de l'extraction et du traitement du minerai d'uranium en Ukraine a été établie en 1946 par décret spécial du Soviet (Conseil) des députés du peuple. De plus amples renseignements sur l'historique de la production d'uranium en Ukraine sont fournis dans l'édition de 1997 du Livre rouge.

Précisions techniques concernant le centre de production d'uranium

Nom du centre de production	Jeltiye Vody
Catégorie de centre de production	Existant
Stade d'exploitation	En service
Date de mise en service	1959
Source de minerai	
• Nom des gisements	90 % – Mine Ingoulsky/Gisement de Mitchourinskoïe 10 % – Mine Vatoutinsky/Gisement de Vatoutinskoïe
• Type de gisement	Albitite
Exploitation minière :	
• Type (CO/ST/in situ)	ST
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours d'extraction (%)	n.d.
Usine de traitement :	Jeltiye Vody
• Type (EI/ES/LA)	LA/EI et ES
• Tonnage (<i>t de minerai/jour</i>)	n.d.
• Taux moyen de récupération en cours de traitement (%)	95
Capacité nominale de production (<i>t d'U/an</i>)	1 000
Projets d'expansion	Doubler la capacité à 2 000 t d'U/an

Gisements d'uranium en Ukraine



- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Vatoutinskoïe | 12. Krasnooskoïskoïe |
| 2. Severinskoïe | 13. Adamovskoïe |
| 3. Mitchourinskoïe | 14. Sadovokonstantinovskoïe |
| 4. Jeltoretchenskoïe | 15. Bratskoïe |
| 5. Pervomaïskoïe | 16. Safonovskoïe |
| 6. Lozovatskoïe | 17. Devladovskoïe |
| 7. Kalinovskoïe | 18. Novogouryevskoïe |
| 8. Youjnoïe | 19. Sourskoïe |
| 9. Nikolokozelskoïe | 20. Tchervonoyarskoïe |
| 10. Nikolaïevskoïe | 21. Markovskoïe |
| 11. Berekskoïe | |

Capacité de production théorique à court terme

(tonnes d'U par an)

1999				2000				2001			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	1 000	0	0	0	1 000	0	0	0	1 000	0	0

Capacité de production théorique à court terme (suite)

(tonnes d'U par an)

2005				2010				2015			
A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II	A-I	B-I	A-II	B-II
0	1 500	0	0	0	2 000	0	0	0	2 000	0	0

Exploitation minière de l'uranium

À l'heure actuelle, deux mines (Ingoulsky et Vatoutinsky) produisent du minerai d'uranium. On prévoit d'aménager une troisième mine sur le gisement de Severinskoïe en vue d'un démarrage de la production après l'an 2000. Environ 90 % de la production actuelle d'uranium proviennent de la mine Ingoulsky qui a été aménagée sur le gisement de Mitchourinskoïe, les 10 % restants provenant de la mine Vatoutinsky qui est située près de Smolino. L'uranium a aussi fait l'objet antérieurement d'une exploitation par LIS sur les trois sites de Devladovskoïe, Bratskoïe et Safonovskoïe.

Corps minéralisé de Mitchourinskoïe

Le corps minéralisé de Mitchourinskoïe a été découvert en 1964 au cours du forage de puits pour la production d'eau. L'entreprise Kirovgeology a mené des activités de prospection en 1965 et a entrepris l'aménagement de la mine Ingoulsky en 1967.

Les gisements d'uranium se trouvent dans une importante région tectonique d'orientation nord-ouest sud-est, s'étendant sur des centaines de kilomètres de long et environ 10 km de large. La zone minéralisée a environ 10 m d'épaisseur sur 1 km de long et s'étend jusqu'à 1,5 km de profondeur. La teneur du minerai diminue avec la profondeur, les teneurs les plus intéressantes se trouvant entre 90 et 150 m au-dessous du niveau du sol. L'uranium est contenu dans une proportion de 60 % dans de la brannerite, le reste étant en majeure partie constitué par de la pechblende et de l'uraninite sous forme oxydée.

Mine Ingoulsky

Le corps minéralisé de Mitchourinskoïe est exploité dans la mine Ingoulsky. Le puits principal est situé à 2 km de Kirovograd. La production actuelle est inférieure à la capacité initialement prévue de 1 million de tonnes de minerai par an. Le plan initial prévoyait une durée de vie de 25 ans sur la base de 19,1 millions de tonnes de minerai par an. La production minière a débuté en 1971. Elle a atteint le niveau prévu de 1 million de tonnes par an en 1976 et s'est maintenue à ce niveau jusqu'en 1989.

Le minerai se trouve dans une trentaine de zones. Les réserves primitivement évaluées à 19,1 millions de tonnes de minerai ont été majorées après 1967, par suite de la localisation de 7 millions de tonnes supplémentaires de minerai. Au 1er janvier 1995, ces réserves étaient d'environ 13 millions de tonnes de minerai, pour une teneur de coupure de 0,03 % d'U. La teneur moyenne en place est d'environ 0,1 %. La dilution au cours de l'extraction est d'environ 29 %. La teneur est portée à un niveau compris entre 0,1 et 0,2 % d'U par l'utilisation sur le carreau de la mine du tri radiométrique pratiqué sur chaque wagonnet de minerai.

L'accès à la mine s'effectue par deux puits de 7 m de diamètre, dénommés Nord et Sud. Le minerai est amené à la surface au puits Nord à l'aide de deux monte-charge à godets d'une capacité de 11 tonnes. Le puits Sud est destiné aux travailleurs, aux fournitures et à l'accès technique. Un puits de ventilation fournit 480 m³ d'air par seconde. Les principaux niveaux de mine (90, 150, 210, 280 et 350) sont aménagés à environ 60 à 70 m d'intervalle.

Le minerai est extrait à l'aide des méthodes classiques de forage et d'abattage aux explosifs avec remblayage. La mine fonctionne sur la base de trois équipes de quart, avec un effectif total d'environ 850 personnes. Les grands blocs de minerai sont subdivisés en blocs de 10 à 12 m de haut à des fins d'extraction. Des cercles de sondages d'essai sont forés tous les 4 à 5 m. Après abattage, le minerai est amené dans des poches de chargement en vue de son transfert au système de galeries intermédiaires de roulage à rail. Le minerai est transporté par des bennes à propulsion électrique jusqu'au niveau du puits principal où il est broyé avant d'être remonté à la surface.

Gisement de Severinskoïe

Le gisement de Severinskoïe, situé à une vingtaine de kilomètres du gisement de Mitchourinskoïe, a fait l'objet d'une évaluation en vue d'une exploitation future après l'an 2000. Il s'agit du plus grand gisement dans la catégorie des RRA et des RSE-I, représentant 68 400 t d'U dont la teneur moyenne est d'environ 0,1 %. Ces ressources entrent dans la tranche de coût comprise entre 80 et 130 \$/kg d'U .

Usine hydrométallurgique de Jeltiye Vody

L'installation hydrométallurgique de Jeltiye Vody est exploitée par l'entreprise VostGOK. La construction a débuté en 1958 et l'usine a été mise en service en janvier 1959. La capacité nominale de production de l'usine est de 1 million de tonnes de minerai par an. Ces dernières années, l'usine a fonctionné à environ la moitié de sa capacité. L'exploitation de l'usine nécessite au total 30 à 35 personnes par quart.

Le minerai est acheminé à l'usine par chemin de fer spécial à partir des deux mines Ingoulsky et Vatoutinsky, l'une située à Kirovograd (100 km à l'ouest) et l'autre à Smolino, près de Beriozovka (150 km à l'ouest). Le minerai est produit à 90 % à Kirovograd. Après broyage et séparation en fonction de la densité au moyen de spirales, le minerai subit une lixiviation dans des autoclaves utilisant de l'acide sulfurique. Les conditions de lixiviation sont les suivantes : température comprise entre 150 et 200°C sous une pression de 20 atmosphères, avec un temps de séjour de quatre heures. La consommation d'acide est de 80 kg par tonne de minerai.

Pour récupérer l'uranium, on utilise le procédé résine en pulpe (RIP) par échange d'ions. Après élution à l'aide d'un mélange d'acide sulfurique et nitrique, la solution uranifère fait l'objet d'une concentration et d'une purification au moyen de la technologie d'extraction par solvant. De l'ammoniac gazeux est utilisé pour la précipitation. Le précipité déshydraté est calciné à 800°C pour donner un produit de couleur sombre. En 1994, l'usine de Jeltiye Vody avait produit 41,1 millions de tonnes de résidus par suite de ses opérations de traitement de l'uranium.

Extraction par lixiviation in situ

De l'uranium a été exploité par LIS sur les sites de Devladovskoïe, Bratskoïe et Safonovskoïe. L'exploitation a été pratiquée de 1966 à 1983 à l'aide des techniques de lixiviation par voie acide. L'uranium a été récupéré à partir de gisements renfermés dans des grès situés à des profondeurs d'environ 100 mètres. Pour plus d'informations, se reporter aux précédentes éditions du Livre rouge.

Structure de la propriété dans le secteur de l'uranium

En Ukraine, toutes les activités liées au cycle du combustible nucléaire sont organisées et détenues par l'État. Avant 1997, toutes ces activités étaient menées par le Comité d'État d'Ukraine sur l'utilisation de l'électronucléaire (GOSCOMATOM). Depuis cette date, le nouveau Ministère de l'énergie de l'Ukraine assume la responsabilité de l'exploitation minière de l'uranium et de sa production. La réorganisation des études géologiques dans le secteur de l'uranium est également en cours.

L'entreprise géologique d'État « Kirovgeology » a la charge de toutes les activités de prospection et de mise en valeur des ressources en uranium conduisant à la production à l'échelle industrielle. Cet organisme est une filiale du Comité d'État d'études géologiques et d'utilisation des ressources naturelles. Le siège de Kirovgeology est situé à Kiev. L'entreprise dispose de six bureaux régionaux, ou « antennes », chargés de mener les travaux de prospection de l'uranium dans toutes les zones d'intérêt d'Ukraine.

L'entreprise VostGOK, filiale du Ministère de l'énergie, est l'organisme chargé de l'extraction et du traitement de l'uranium. À l'appui de ses activités d'extraction minière et de traitement, la VostGOK exploite une importante unité de production d'acide sulfurique, gère les approvisionnements en énergie et en électricité et produit du matériel (y compris les pièces détachées connexes) destiné à l'exploitation minière. La VostGOK dispose aussi d'une division de transport ferroviaire, a deux antennes géologiques et contrôle entièrement la production d'uranium en Ukraine.

CONSIDÉRATIONS RELATIVES À L'ENVIRONNEMENT

Les accumulations de déchets liés à la production d'uranium ont des incidences négatives sur l'environnement. Ces incidences sont liées principalement aux aires d'évacuation des résidus provenant des installations de traitement hydrométallurgique. D'autres effets peuvent aussi être imputables aux stériles, aux minerais à faible teneur et aux résidus de concentration radiométrique du minerai, qui se trouvent entreposés dans les zones minières. À l'heure actuelle, aucune mine n'est en cours de déclassement en Ukraine.

En 1996, l'Ukraine a adopté une nouvelle constitution qui établit une nouvelle base législative pour la réalisation de travaux de remise en état dans le secteur de l'énergie nucléaire. Cette nouvelle législation régleme les activités liées à la sûreté radiologique, la gestion des déchets radioactifs et l'assainissement de l'environnement. Dans ce dernier cas, les activités visées ont trait aux modifications de l'activité industrielle, à la liquidation et à la fermeture permanente des entreprises d'extraction, de traitement et de manutention des minerais radioactifs (SP-LKP-91).

L'entreprise VostGOK mène actuellement un programme en vue de décontaminer et de remettre en état des sites de Jeltiye Vody qui ont été pollués par les résidus de traitement de l'uranium. Ce programme a été établi par le Conseil des ministres d'Ukraine, le 8 juillet 1995. Il sert de base à l'assainissement et à l'élimination des terres contaminées, à la réduction des concentrations de radon dans les habitations et à la mise en œuvre d'une surveillance de l'environnement dans la ville.

Un programme d'État pour l'amélioration de la radioprotection dans les installations de l'industrie nucléaire de l'Ukraine a aussi été établi. Il couvre tous les sites et tous les aspects environnementaux de l'extraction et du traitement de l'uranium. Son budget s'élève à 360 millions

d'USD. Il prévoit la décontamination des terres contaminées, la surveillance de l'environnement, la mise en place de systèmes de surveillance du personnel là où cela est nécessaire, l'amélioration des techniques permettant de traiter les effluents, les stériles renfermant de l'uranium, ainsi que le matériel et les terrains contaminés. Ce programme couvre aussi d'amélioration la réglementation nationale, le soutien scientifique et technique, et les relations avec les organisations internationales.

BESOINS EN URANIUM

Les besoins en uranium des centrales nucléaires ukrainiennes correspondent à une puissance nucléaire installée qui devrait être de 12 880 MWe entre 1998 et 2005 dans l'hypothèse faible, mais qui pourrait atteindre 15 800 MWe entre 2010 et 2015 dans l'hypothèse haute. Les besoins annuels en uranium devraient augmenter en proportion.

Puissance nucléaire installée

(MWe nets)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
12 880	12 880	12 880	12 880	14 800	14 800	15 800	14 800	15 800

Besoins annuels des centrales nucléaires

(tonnes d'U)

1998	1999	2000	2005		2010		2015	
			Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute	Hypothèse basse	Hypothèse haute
2 350	2 433	2 823	2 480	2 823	2 480	2 705	2 705	2 800

STRATÉGIE EN MATIÈRE D'ACHAT ET D'APPROVISIONNEMENT

Les installations de production d'uranium actuellement en service permettent à l'Ukraine de couvrir environ 50 % des besoins de ses réacteurs. Les concentrés d'uranium produits en Ukraine sont expédiés en totalité dans la Fédération de Russie pour conversion, enrichissement et fabrication du combustible. L'écart entre la production nationale et les besoins en combustible des réacteurs est couvert par des achats à la Fédération de Russie. L'Ukraine ne conserve pas de stocks d'uranium.

L'Ukraine projette d'accroître sa capacité d'approvisionnement en uranium afin de couvrir intégralement ses besoins. Ce programme exige d'intensifier notablement toutes les activités allant de la prospection à la production d'uranium. De plus, le Gouvernement de l'Ukraine a rendu public un programme visant à mettre en place dans le pays les moyens techniques d'assurer l'ensemble du cycle du combustible d'ici à 2010.

• Viêt Nam •

PROSPECTION DE L'URANIUM

Historique

Des travaux de prospection de l'uranium ont été exécutés dans certaines régions du Viêt Nam depuis 1955. À partir de 1978, un programme systématique de prospection régionale a été poursuivi dans l'ensemble du territoire national.

Environ 330 000 km², soit presque la totalité du pays, ont fait l'objet de levés au 1/200 000ème au moyen de méthodes radiométriques au sol associées à des observations géologiques, tandis qu'environ 103 000 km² (31 % du pays) ont fait l'objet de levés au 1/50 000ème. Près de 80 000 km², soit 24 % du pays, ont été couverts par un levé radiométrique et magnétique aéroporté au 1/25 000ème et au 1/50 000ème. On a sélectionné des indices et des anomalies qui ont été étudiés plus en détail à l'aide de sondages représentant 75 000 m et d'ouvrages d'exploration en souterrain.

Activités récentes et en cours

Les activités de prospection de l'uranium sont menées par la Division géologique pour les éléments radioactifs et les lanthanides et la Division géophysique du Département de géologie et des minéraux du Ministère de l'industrie. Les effectifs totaux de personnel affectés à des activités de prospection de l'uranium sont de l'ordre de 300 à 500 personnes attachées à plusieurs bureaux régionaux.

En 1997, 1998 et 1999, les activités de prospection ont été axées sur une évaluation plus poussée du potentiel uranifère du bassin de Nong Son (province de Quang Nam). Les travaux de prospection ont porté principalement sur deux projets :

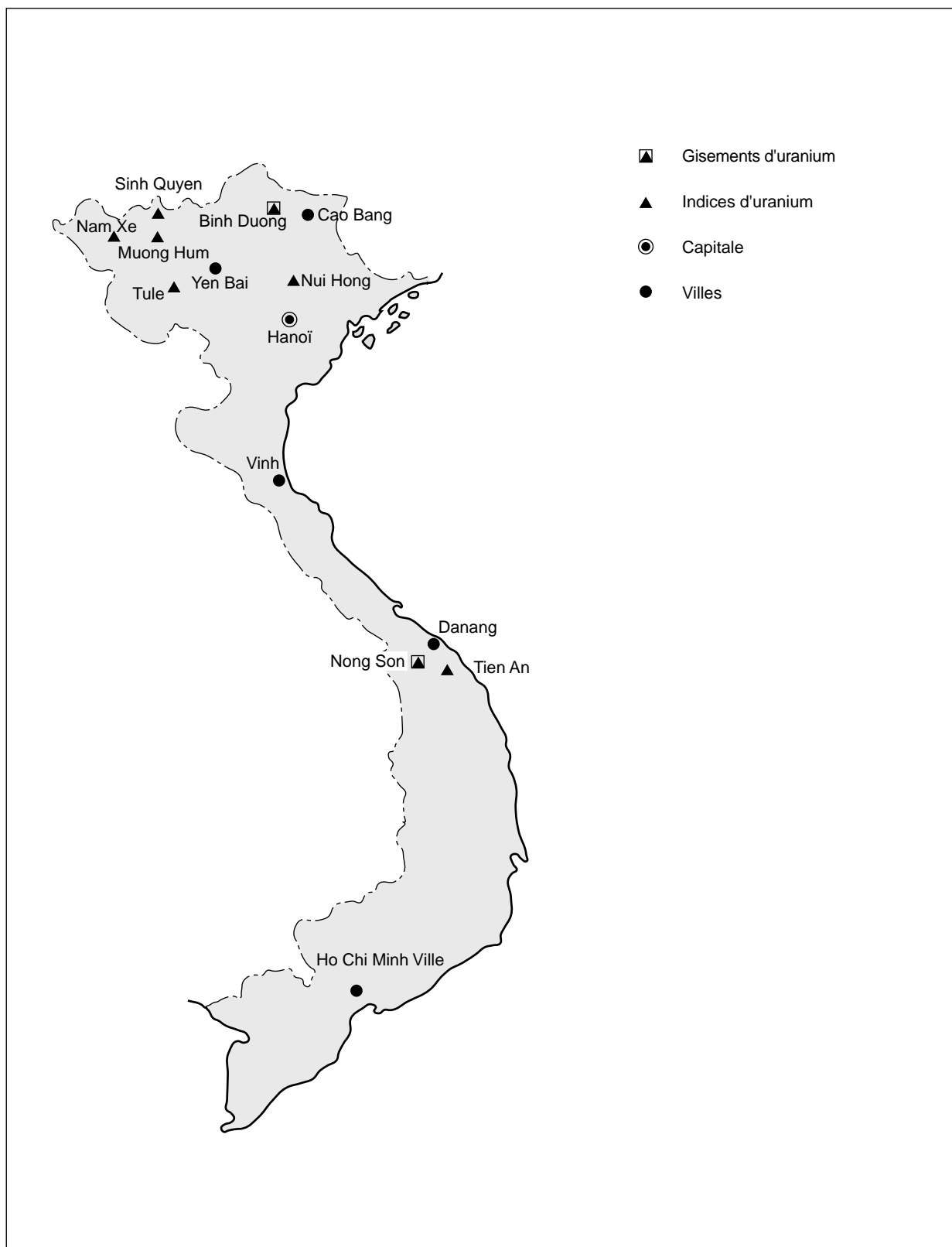
- La prospection des terrains gréseux de la région de Tabhing, située dans la partie occidentale du bassin de Nong Son.
- La prospection de la région d'An Diem où se rencontrent des indices d'uranium dans un milieu volcanique.

On trouvera dans le tableau suivant des précisions concernant les activités menées de 1996 à 1999.

Dépenses de prospection de l'uranium et activités de forage

	1996	1997	1998	1999 (Prévisions)
Dépenses du secteur public : (milliers de dollars des États-Unis)	208	227	120	120
Sondages superficiels exécutés par le secteur public (mètres)	800	n.d.	n.d.	n.d.

Principaux gisements et indices d'uranium au Viêt Nam



RESSOURCES EN URANIUM

Ressources classiques connues (RRA et RSE-I)

Le Viêt Nam fait état de ressources in situ s'élevant à 1 337 t d'U dans la catégorie des RRA récupérables à des coûts inférieurs ou égaux à 130 \$/kg d'U et de 6 744 t d'U dans la catégorie des RSE-I, renfermées dans le gisement de Khe Hoa-Khe Cao, situé dans le bassin de Nong Son.

Ressources Raisonnablement Assurées*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
n.d.	n.d.	1 337

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie I*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
n.d.	491	6 744

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources classiques non découvertes (RSE-II et RS)

Les données relatives tant aux RSE-II qu'aux Ressources Spéculatives demeurent les mêmes que dans l'édition de 1997 du Livre rouge. Les RSE-II récupérables à des coûts inférieurs à 130 \$/kg d'U sont principalement constituées par les 5 000 t d'U de l'indice de Tabhing, situé dans le bassin de Nong Son.

Ressources Supplémentaires Estimées – Catégorie II*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 40 \$/kg d'U	< 80 \$/kg d'U	< 130 \$/kg d'U
n.d.	n.d.	5 700

* S'agissant de ressources in situ.

Les Ressources Spéculatives sont estimées à 230 000 t U, dont 130 000 t qui ne sont affectées à aucune tranche de coût (voir tableau).

Ressources Spéculatives*

(tonnes d'U)

Tranches de coût		
< 130 \$/kg d'U	Non spécifiée	Total
100 000	130 000	230 000

* S'agissant de ressources in situ.

Ressources non classiques et uranium obtenu comme sous-produit

Il est fait état de ressources non classiques qui se trouveraient dans les gisements de charbon du bassin de Nong Son, dans des gîtes de terres rares, dans le gisement sédimentaire de phosphates de Binh Duong, ainsi que dans le gisement de graphite de Tien An.

POLITIQUES NATIONALES RELATIVES À L'URANIUM

Le Viêt Nam est un pays qui possède peu de combustibles fossiles. C'est pourquoi, dans sa politique énergétique, le Gouvernement fait figurer l'électronucléaire parmi les options possibles. Le Gouvernement prévoit de construire une centrale nucléaire avant 2015. Toutefois, il n'a été établi aucun plan à long terme pour développer un système d'approvisionnement national en uranium.

Annexe 1

**MEMBRES DU GROUPE CONJOINT AEN/AIEA SUR L'URANIUM ET
AUTEURS DE CONTRIBUTIONS À LA PUBLICATION**

<i>Afrique du Sud</i>	M. B.B. HAMBLETON-JONES M. L.C. AINSLIE	Atomic Energy Corporation of South Africa Ltd., Pretoria
<i>Allemagne</i>	D. F. BARTHEL (Président)	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hanovre
<i>Argentine</i>	M. A. CASTILLO	Comisión Nacional de Energía Atómica Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares, Buenos Aires
<i>Arménie</i>	M. G. ARAM	Ministère de l'énergie, Département de l'énergie atomique, Erevan
<i>Australie</i>	M. I. LAMBERT M. A. McKAY Dr. R. HUTCHINGS M. M. RIPLEY	Australian Geological Survey Organisation (AGSO), Canberra Conseiller aux affaires nucléaires, Australian High Commission, Londres Conseiller aux affaires nucléaires, Ambassade d'Australie, Vienne, Autriche
<i>Belgique</i>	Mme F. RENNEBOOG	Synatom, Bruxelles
<i>Brésil</i>	M. M.O. FRAENKEL M. M.C. MIRANDA FILHO M. P. C. RODRIGUES	Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), Rio de Janeiro Industria Nucleares do Brasil INB-S/A Resende – Rio de Janeiro

<i>Canada</i>	Dr. R. VANCE	Division de l'uranium et des déchets radioactifs, Direction des ressources énergétiques, Ressources Naturelles Canada, Ottawa
	M. P. L. DE	Bureau de gestion des déchets de faible activité, EAACL Gloucester, Ontario
<i>Chine</i>	M. R. ZHANG M. J. XU	Bureau of Mining and Metallurgy China National Nuclear Corporation (CNNC), Beijing
<i>Égypte</i>	M. A.B. SALMAN M. M. ATTAWIYA	Autorité chargée des matières nucléaires (NMA), El-Maadi, Le Caire
<i>Espagne</i>	M. J. RUIZ SANCHEZ-PORRO	Empresa Nacional del Uranio S.A. (ENUSA), Ciudad Rodrigo, Salamanque
	M. J. ARNAIZ DE GUEZALA	Empresa Nacional del Uranio S.A. (ENUSA), Madrid
<i>États-Unis</i>	M. J. GEIDL (Vice-Président)	Energy Information Administration US Department of Energy Washington
	M. W. FINCH	US Geological Survey Denver
<i>Finlande</i>	Dr. K. PUUSTINEN	Département de géologie économique Service géologique de Finlande Espoo
<i>France</i>	M. J-L. BALLERY (Vice-Président) M. H. CATZ M. X. APOLINARSKI Mme L. HENRION	Commissariat à l'énergie atomique Centre d'études de Saclay
	M. J-R. BLAISE M. H.L.J. SANGUINETTI	Cogéma, Vélizy

<i>Gabon</i>	M. P. TOUNGUI	Ministère des mines, de l'énergie, du pétrole et des ressources hydrauliques, Libreville
<i>Grèce</i>	M. D.A.M. GALANOS	Institut de géologie et de prospection minérale, Athènes
<i>Hongrie</i>	M. G. ÉRDI-KRAUSZ	Mecsekuran Ltd. Pécs
<i>Inde</i>	M. C.K. GUPTA	Bhabha Atomic Research Centre Mumbai, Bombay
	M. D. C. BANERJEE	Atomic Minerals Directorate for Exploration and Research, Department of Atomic Energy, Hyderabad
<i>Iran, République Islamique d'</i>	M. S. H. HOSSEINI M. B. A. SAMANI	Organisation de l'énergie atomique d'Iran, Téhéran
<i>Japon</i>	M. H. MIYADA	Tono Geoscience Center Japan Nuclear Cycle Development Institute, Gifu
<i>Jordanie</i>	Dr. S. AL-BASHIR M. Y. DA'SSIN M. I. AL-RAWASHDED	Jordan Phosphate Mines Company, Amman
	M. H. AKRABAWI M. G. AL-KILANI	Ministère de l'énergie et des ressources minérales, Amman
<i>Kazakhstan</i>	M. G.V. FYODOROV	Agence de l'énergie atomique du Kazakhstan, Almaty
<i>Lituanie</i>	M. K. ZILYS	Représentant permanent par intérim de la Lituanie, Vienne, Autriche

<i>Maroc</i>	M. D. MSATEF	Centre d'Études et de Recherches des Phosphates Minéraux, Casablanca
<i>Namibie</i>	M. K. HAMUTENYA M. H. ROESENER	Ministry of Mines and Energy, Windhoek
<i>Ouzbékistan</i>	M. N. S. BOBONOROV M. A.L. ORGAKOV	Comité d'État chargé de la géologie et des ressources minérales de la République de l'Ouzbékistan, Tachkent
	M. S.B. INOZEMTSEV M. V. K. ISTAMOV	Complexe minier et métallurgique de Navoi, Navoi
	M. I.G. GORLOV	Entreprise géologique d'État "Kyzyltepageogogiya" Tachkent
<i>Pakistan</i>	M. M.Y. MOGHAL	Atomic Energy Minerals Centre Lahore
	M. K.A. SHOAIB	Ministre technique, Mission permanente du Pakistan auprès de l'AIEA, Vienne, Autriche
<i>Pays-Bas</i>	M. R.W.P. STEUR	Ministère des affaires économiques La Haye
<i>Philippines</i>	Mme P.P. GARCIA	Ambassade des Philippines, Pretoria
<i>Pologne</i>	Mme Z. WACLAWEK	Agence nationale de l'énergie atomique Varsovie
<i>Portugal</i>	M. R. DA COSTA	Instituto Geológico e Mineiro Lisbonne
<i>Roumanie</i>	M. T.F. IUHAS M. D. FILIP Mme O. COMSA M. A. CARP Mme G. C. GRAUR	Compagnie nationale de l'uranium Agence nationale de l'énergie atomique Bucarest

<i>Russie, Féd. de</i>	M. A.V. BOITSOV (Vice-Président) M. A.V. TARKHANOV	Institut pan-russe de technologie chimique, Ministère de l'énergie atomique, Moscou
	M. V.V. KROTKOV	JSC « Atomredmetzoloto », Ministère de l'énergie atomique, Moscou
	M. S. S. NAUMOV	Geologorazvedka, Moscou
<i>Rép. tchèque</i>	M. J. ŠURÁN (Vice-Président)	DIAMO s.p. Stráz pod Ralskem
<i>Royaume-Uni</i>	M. K. WELHAM	Rio Tinto plc Londres
<i>Suède</i>	D. I. LINDHOLM†	Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company, Stockholm
<i>Suisse</i>	M. R.W. STRATTON	Nordostschweizerische (NOK) Kraftwerke AG Baden
<i>Turquie</i>	M. Z. ERDEMIR	Turkish Electricity Generation Ankara
<i>Ukraine</i>	M. A.Ch. BAKHARZHIYEV	Entreprise géologique d'État "Kirovgeology", Kiev
	M. A. P. CHERNOV M. V.M. PAVLENKO	Ministère de l'énergie d'Ukraine Kiev
	M. B.V.SUKHOVAROV- JORNOVYI	Centre pour la science et la technologie dans le domaine énergétique, Kiev
	M. A.V. ANISIMOV	Université de Kiev, Kiev
	M. V. KNYAZHYTSKY	Mission permanente de l'Ukraine auprès de l'AIEA, Vienne, Autriche
	M. A.S. SKIDAN	Société énergétique "Union industrielle de Kharkiv", Kharkiv

<i>Viêt Nam</i>	M. N.L. DO	Commission de l'énergie atomique du Viêt Nam Hanoi
	Dr. B. X. TRINH	Dépt. de la géologie et des ressources minérales Ministère de l'industrie Hanoi
<i>Commission européenne</i>	M. J-M. HALLEMANS	Direction Générale XVII (Énergie) Énergie nucléaire Bruxelles
	M. A. BOUQUET	Agence d'approvisionnement d'Euratom Bruxelles
<i>AIEA</i>	M. D. H. UNDERHILL (Secrétaire scientifique)	Division du cycle du combustible nucléaire et de la technologie des déchets Vienne
<i>OCDE/AEN</i>	M. I. VERA (Secrétaire scientifique)	Division du développement de l'énergie nucléaire Paris

Annexe 2

LISTE DES ORGANISMES AYANT CONTRIBUÉ AU PRÉSENT RAPPORT

Afrique du Sud	Atomic Energy Corporation of South Africa Limited, P.O. Box 582, Pretoria 0001
Allemagne	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, D-30657 Hanovre
Argentine	Comisión Nacional de Energía Atómica, Unidad de Proyectos Especiales de Suministros Nucleares, Avenida del Libertador 8250, 1429 Buenos Aires
Arménie	Ministère de l'énergie, Départ. de l'énergie atomique, Government House, 2 Republic Square, 375010 Erevan
Australie	Department of Industry, Science and Resources, Coal and Mineral Industries Division, Uranium Industry Section, GPO Box 9839, Canberra, ACT 2601
Belgique	Ministère des affaires économiques, Administration de l'énergie, Service de l'Énergie Nucléaire, 154 Boulevard Emile Jacqmain, B-1210 Bruxelles
Brésil	Comissão Nacional de Energia Nuclear, 90 Rua General Severiano, 22294-900, Botafogo, Rio de Janeiro
Canada	Division de l'uranium et des déchets radioactifs, Direction des ressources énergétiques, Ressources Naturelles Canada, 580 Booth Street, Ottawa, Ontario K1A 0E8
Chili	Comisión Chilena de Energía Nuclear, Departamento de Materiales Nucleares, Amunategui No. 95, Santiago
Chine	Bureau des mines et de la métallurgie, Société nucléaire nationale de Chine (CNNC), P.O. Box 2102-9, Beijing 100822 Bureau de géologie, Société nucléaire nationale de Chine (CNNC), P.O. Box 762, Beijing 100013
Corée, Rép. de	Division de la coopération internationale dans le domaine de l'énergie atomique, Ministère de la science et de la technologie, Government Complex Building II, Gwachun, 427-760
Égypte	Autorité chargée des matières nucléaires, P.O. Box 530, El Maadi, Le Caire

Espagne	ENUSA, Gestión de Uranio – Dirección Comercial, 12 Santiago Rusiñol, E-28040 Madrid
États-Unis	Energy Information Administration, Coal, Nuclear, Electric and Alternate Fuels (EI- 50), U.S. Department of Energy, Washington, D.C. 20585
Finlande	Ministère du commerce et de l'industrie, Département de l'énergie, P.O. Box 37, FIN-00131 Helsinki Service géologique de Finlande, P.O. Box 96, FIN-02151 Espoo
France	Commissariat à l'énergie atomique, Centre d'études de Saclay, F-91191 Gif-sur-Yvette Cédex
Gabon	Ministère des mines, de l'énergie, du pétrole et des ressources hydrauliques, Cabinet du Ministre, B.P. 874 & 576, Libreville
Hongrie	Mecsekurán Ltd., P.O. Box 65, H-7633 Pécs
Inde	Atomic Minerals Directorate for Exploration and Research, Department of Atomic Energy, 1-10-153-156, Begumpet, Hyderabad 500 016 Uranium Corporation of India Ltd., Jaduguda Mines P.O., Bihar, Singhbhum (East), Inde 832 102
Indonésie	Centre de mise en valeur des minéraux nucléaires (NMDC), Agence nationale de l'énergie nucléaire (BATAN), Jln. Cinere Pasar Jumat, P.O. Box 6010, Djakarta 12060
Iran, République islamique d'	Organisation de l'énergie atomique d'Iran, P.O. Box 11365/8486, Téhéran
Italie	Délégation de l'Italie auprès de l'OCDE, 50, rue de Varenne, F-75007 Paris
Japon	Agence pour la science et la technologie (STA), 2-1 Kasumigaseki, 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100
Jordanie	Autorité chargée des ressources naturelles, P.O. Box 7, Amman Jordan Phosphate Mines Co., P.O. Box 30, Amman
Kazakhstan	Agence de l'énergie atomique de la République du Kazakhstan (KAEA), Chaykina str. 4, Almaty, 480020
Lituanie	Ministère de l'économie, Division de l'énergie nucléaire, Gedimino Avenue 38/2, 2600 Vilnius
Malaisie	Service géologique de Malaisie, 19th-21st Floor, Luth Building, Jalan Tun Razak, 50736 Kuala Lumpur
Malawi	Geological Survey Department, P.O. Box 27, Zomba, Malawi

Mexique	Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, Dr. Barragan No. 779, Col. Narvarte, 03202 Mexico, D.F.
Namibie	Geological Survey of Namibia, Ministry of Mines and Energy, P.O. Box 2168, Windhoek
Niger	Ministère des mines et de l'énergie, B.P. 11700, Niamey
Ouzbékistan	Comité d'État chargé de la géologie et des ressources minérales de la République d'Ouzbékistan, 11 Shevchenko st., 700060 GSP, Tachkent Combinat minier et métallurgique de Navoi, 27 Navoi st., 706800 Navoi Entreprise géologique d'État "Kyzyltepageologia", Tachkent, 7a Navoi st., 700000 Tachkent
Pakistan	Pakistan Atomic Energy Commission, P.O. Box 1114, Islamabad
Pays-Bas	Ministère des affaires économiques, Division de l'électricité, P.O. Box 20101, NL-2500 EC La Haye
Pérou	Instituto Peruano de Energía Nuclear, Avenida Canada 1470, San Borja
Philippines	Philippine Nuclear Research Institute, Don Mariano Marcos Avenue, Diliman, Quezon City
Pologne	Agence nationale de l'énergie atomique (PAA), ul. Krucza 36, 00921-Varsovie
Portugal	Ministério da Economia, Instituto Geológico e Mineiro, 38 Rua Almirante Barroso, P-1000 Lisbonne
Roumanie	Uranium National Company S.A., 68 Dionisie Lupu Street, Bucarest
Russie, Féd. de	Ministère de l'énergie atomique de la Fédération de Russie, JSK "Atom-redmetzoloto", Bolshaya Ogdynka st. 24/26, Moscou, 109017 Entreprise « Geologorazvedka », Marshala Rybalko 4, Moscou, 123436
République slovaque	Autorité de la réglementation nucléaire de la République slovaque, Bajkalská 27, P.O. Box 24, 820 07 Bratislava 27
Suède	Projet KOM en matière de combustible nucléaire et d'environnement (NFE), P.O. Box 5810, S-102 48 Stockholm
Suisse	Nordostschweizerische Kraftwerke AG, Parkstrasse 23, CH-5401 Baden
République tchèque	DIAMO s.p., Máchova 201, 471 27 Stráz pod Ralskem CEZ, a.s., Section du cycle du combustible nucléaire, Jungmannova 29, 111 48 Prague 1

Royaume-Uni	<p>Department of Trade and Industry, Londres SW1H OET</p> <p>British Energy plc, 10 Lochside Place, Édimbourg EH12 9DF</p> <p>British Nuclear Fuels plc (BNFL), Risley, Warrington, Cheshire WA3 6AS</p>
Thaïlande	Département des ressources minérales, Division de géologie économique, Rama VI Road, Bangkok 10400
Turquie	Autorité turque de l'énergie atomique, Eskisher Yolu No. 9, 06530 Ankara
Ukraine	Entreprise géologique d'État "Kirovgeology", 8 Kikividze Street, 252103 Kiev
Viêt Nam	<p>Commission de l'énergie atomique du Viêt Nam, 59 Ly Thuong Kiet, Hanoi</p> <p>Division géologique chargée des éléments radioactifs et des terres rares, Département de la géologie et des ressources minérales</p>

TYPES GÉOLOGIQUES DE GISEMENTS D'URANIUM¹

Les ressources mondiales en uranium peuvent être classées, d'après le contexte géologique dans lequel elles se trouvent, en quinze principaux types de gisements, selon leur importance économique actuelle :

1. gisements liés à des discordances ;
2. gisements renfermés dans des grès ;
3. gisements liés à des conglomérats à galets de quartz ;
4. gisements filoniens ;
5. gisements liés à des complexes bréchiques ;
6. gisement intrusif ;
7. gisements associés aux phosphates ;
8. gisements en remplissage de cheminées bréchiques ;
9. gisements volcaniques ;
10. gisements superficiels ;
11. gisements métasomatiques ;
12. gisements métamorphiques ;
13. lignites ;
14. gisements de schistes noirs ;
15. autres types de gisements.

Les principales caractéristiques de ces gisements sont décrites ci-après :

1. Gisements liés à des discordances

Des gisements liés à des discordances se rencontrent à proximité des principales discordances. De tels gisements se sont formés principalement dans des bassins intracratoniques il y a environ 1 800 à 800 millions d'années mais aussi pendant le Phanérozoïque. Les corps minéralisés que l'on trouve à Cluff Lake, Key Lake et Rabbit Lake au nord de la Saskatchewan (Canada) et dans la zone d'Alligator Rivers, en Australie septentrionale, sont des exemples de ce type.

2. Gisements renfermés dans des grès

La plupart des gisements de ce type se trouvent dans des formations déposées en milieu fluvial ou en bordure de milieux marins. Des grès d'origine lacustre ou éolienne sont également minéralisés, mais les gisements d'uranium sont beaucoup moins courants dans ces formations. Les roches

1. Cette classification a été mise au point par l'AIEA en 1988/89 et remplace celle définie et utilisée dans les Livres rouges de 1986, 1988, 1990 et 1992.

encaissantes sont presque toujours des grès à grain moyen à grossier, mal triés, contenant de la pyrite et de la matière organique d'origine végétale. Les sédiments sont d'ordinaire associés à des tufs. Les gisements non oxydés de ce type contiennent de la pechblende et de la coffinite dans des grès arkosiques et quartzitiques. Des minéraux d'uranium secondaires comme la carnotite, la tuyamunite et l'uranophane se forment par altération sous l'effet des intempéries.

Les États-Unis tirent la majeure partie de leur production d'uranium des grès de la cordillère occidentale qui datent du Tertiaire, du Jurassique et du Trias. En Argentine, en Europe (Allemagne, Hongrie, République tchèque) et en Asie centrale (Kazakhstan, Ouzbékistan), les grès du Crétacé et du Permien constituent des roches encaissantes importantes. D'autres gisements notables d'uranium se rencontrent dans des grès deltaïques du Carbonifère au Niger, dans des lutites lacustres du Permien en France et dans des grès du Permien dans la région des Alpes. Les gisements que l'on trouve dans les grès marins littoraux du Précambrien au Gabon ont également été classés comme étant des gisements renfermés dans des grès.

3. Gisements liés à des conglomérats à galets de quartz

Les conglomérats à galets de quartz minéralisés en uranium actuellement connus datent tous d'une période bien déterminée des temps géologiques. Ils apparaissent dans des formations à la base du Protérozoïque inférieur qui recouvrent de façon discordante les roches du socle archéen constitué par des couches granitiques et métamorphiques. Des gisements rentables de ce type existent au Canada et en Afrique du Sud et la présence de minéralisations, qui ne sont pas jugées économiquement récupérables, est signalée au Brésil et en Inde.

4. Gisements filoniens

Dans les gisements filoniens d'uranium, les minéraux d'uranium remplissent des cavités telles que les fentes, les fissures, les espaces poreux, les brèches et les stockwerks. Les ouvertures sont de dimensions très variables, allant des filons massifs de pechblende de Jachymov (République tchèque), Shinkolobwe (République démocratique du Congo) et Port Radium (Canada), aux fentes, fissures et failles étroites à pechblende de certains corps minéralisés d'Europe, du Canada et d'Australie.

5. Gisements liés à des complexes bréchiques

Les gisements de ce type se sont formés en milieu continental au cours du Protérozoïque, en l'absence d'activité orogénique. Les roches encaissantes sont notamment des vulcanites clastiques, felsiques, et des roches sédimentaires. Les zones minéralisées en uranium s'observent à la base de séries reposant sur des complexes granitoïdes du socle. On observe généralement dans le minerai deux phases successives de minéralisation, la première étant parallèle à la stratification et la seconde la recoupant. Ce type est principalement représenté par le gisement d'Olympic Dam, en Australie méridionale. Des gisements connus en Zambie, la République démocratique du Congo et dans le groupe de Aillik, au Labrador (Canada), pourraient se rattacher à cette catégorie.

6. Gisements intrusifs

Les gisements de ce type sont associés aux roches intrusives ou anatectiques de composition chimique variée (alaskite, granite, monzonite, syénite peralcaline, carbonatite et pegmatite). Le

gisement de Rössing en Namibie, les indices d'uranium dans les gisements de cuivre porphyriques tels que Bingham Canyon et Twin Butte aux États-Unis, les gisements d'Ilimaussaq au Groenland, et de Palabora en Afrique du Sud ainsi que ceux de la zone de Bancroft au Canada appartiennent à ce type.

7. Gisements associés aux phosphates

Les phosphates sédimentaires contiennent des concentrations faibles d'uranium dans des apatites à grains fins. Aux fins du présent rapport, l'uranium de ce type est considéré comme une ressource non classique. Citons comme exemples les gisements de Floride, États-Unis, où l'uranium est récupéré comme sous-produit, et les importants gisements d'Afrique du Nord et des pays du Moyen-Orient.

8. Gisements en remplissage de cheminées bréchiques

Les gisements de ce groupe sont localisés dans des cheminées verticales, circulaires, remplies par les débris éboulés de la partie supérieure de la cavité. L'uranium est concentré dans la matrice bréchique perméable ainsi que dans l'auréole fracturée autour de la cheminée. Les gisements d'Arizona Strip en Arizona, États-Unis, sont un exemple de ce type.

9. Gisements volcaniques

Les gisements d'uranium de ce type sont des concentrations liées aux strates et aux structures dans des roches volcaniques acides. L'uranium est communément associé au molybdène, à la fluorine, etc. Les gisements d'uranium de Michelin au Canada, Nopal I à Chihuahua (Mexique), Macusani au Pérou et de nombreux gisements en Chine et dans la CEI se rattachent à ce type.

10. Gisements superficiels

Les gisements uranifères superficiels peuvent être définis dans l'ensemble comme des sédiments uranifères déposés en général entre le Tertiaire et l'ère récente, qui n'ont pas été profondément enfouis et peuvent, ou non, avoir été calcifiés dans une certaine mesure. Les gisements d'uranium récemment découverts, qui sont liés à du calcrète et que l'on trouve en Australie, en Namibie et en Somalie dans des zones semi-arides où la circulation de l'eau est principalement souterraine, appartiennent à ce type de gisement. Des dépôts d'uranium se rencontrent en outre dans la tourbe ou en liaison avec des tourbières, dans des cavités karstiques ainsi qu'en remplissage de fissures d'origine pédogénétique ou structurale.

11. Gisements métasomatiques

Les gisements inclus dans ce groupe sont des gisements d'uranium renfermés dans des métasomatites alcalines (albitites, aegyrites, amphibolites alcalines) généralement recoupés par des granites à microcline. Les gisements d'Espinharas au Brésil, de Ross Adams en Alaska, États-Unis, ainsi que le gisement de Jeltiye Vody dans la zone de Krivoï Rog, Ukraine, sont des exemples de ce type.

12. Gisements métamorphiques

Les gisements d'uranium appartenant à ce groupe se rencontrent dans des métasédiments et/ou roches métavolcaniques, généralement sans manifestation directe de minéralisation post-métamorphique. Les gisements de Forstau en Autriche appartiennent à cette catégorie.

13. Lignites

Les gisements de ce type, généralement classés comme des ressources d'uranium non classiques, se rencontrent dans des lignites, et dans des argiles et/ou des grès directement adjacents aux lignites. Des gisements uranifères tels que le Bassin de Serres (Grèce), ceux du Dakota du Nord et du Dakota du Sud (États-Unis), et celui de Melovoe (CEI), sont des exemples de ce type.

14. Gisements de schistes noirs

De faibles concentrations d'uranium se rencontrent dans des schistes carbonés marins. Dans ce rapport, ces ressources sont également considérées comme des ressources non classiques. Les schistes alunifères uranifères de Suède, le Chatanooga Shale aux États-Unis appartiennent à ce type, mais c'est également le cas du gisement de Chanziping encaissé dans des roches pélitiques, argilo-siliceuses et carbonées dans la Région Autonome du Guangxi en Chine, et celui de Gera-Ronneburg dans la partie orientale de l'Allemagne.

15. Autres types de gisements

Les gisements difficiles à classer dans les types déjà décrits sont regroupés sous cette rubrique. Ils comprennent, par exemple, les gisements uranifères situés dans les calcaires Jurassiques du Todilto dans le district de Grants, au Nouveau Mexique, États-Unis.

Annexe 4

**INDEX DES RAPPORTS NATIONAUX PARUS DANS LES ÉDITIONS DU
LIVRE ROUGE DE 1965 A 1999**

On trouvera ci-après la liste de tous les rapports nationaux et l'année où ces rapports ont été publiés dans le Livre rouge. Une liste de toutes les éditions du Livre rouge se trouve à la fin de cet index.

Afrique du Sud	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986			1992	1994	1996	1998	2000
Algérie						1975	1977	1979	1982									
Allemagne				1970		1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Argentine		1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Arménie																		2000
Australie		1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Autriche							1977											
Bangladesh											1986	1988						
Belgique									1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Bénin													1990					
Bolivie							1977	1979	1982	1983	1986							
Botswana								1979		1983	1986	1988						

Brésil				1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986			1992	1994	1996	1998	2000
Bulgarie													1990	1992	1994	1996	1998	
Cameroun							1977		1982	1983								
Canada	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Chili							1977	1979	1982	1983	1986	1988		1992	1994	1996	1998	2000
Chine													1990	1992	1994	1996	1998	2000
Colombie							1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990			1996	1998	
Corée, République de						1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Costa Rica									1982	1983	1986	1988	1990					
Côte d'Ivoire									1982									
Cuba												1988		1992		1996	1998	
Danemark (Groenland)	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986		1990	1992		1996	1998	
Égypte							1977	1979			1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
El Salvador										1983	1986							
Équateur							1977		1982	1983	1986	1988						
Espagne	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Estonie																	1998	
États-Unis	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Éthiopie								1979		1983	1986							
Finlande					1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
France	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Gabon		1967		1970	1973				1982	1983	1986					1996	1998	2000

République slovaque															1994	1996	1998	2000
République tchèque															1994	1996	1998	2000
RFTS													1990					
Roumanie														1992	1994	1996	1998	2000
Royaume-Uni						1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Russie, Fédération de															1994		1998	2000
Rwanda											1986							
Sénégal									1982									
Slovénie															1994	1996	1998	
Somalie							1977	1979										
Soudan							1977											
Sri Lanka							1977		1982	1983	1986	1988						
Suède	1965	1967	1969	1970	1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Suisse						1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Surinam									1982	1983								
Tanzanie													1990					
Thaïlande							1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Togo								1979										
Turquie					1973	1975	1977	1979	1982	1983	1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000
Ukraine															1994	1996	1998	2000
URSS														1992				
Uruguay							1977		1982	1983	1986	1988	1990					

Vénézuela											1986	1988						
Viêt Nam														1992	1994	1996	1998	2000
Yougoslavie														1992				
Zaire		1967			1973		1977					1988						
Zambie											1986	1988	1990	1992	1994	1996	1998	
Zimbabwe									1982			1988		1992	1994	1996	1998	

ÉDITIONS DU LIVRE ROUGE DEPUIS 1965

OCDE/AEEN :	Ressources mondiales en uranium et en thorium, Paris, 1965 ;
OCDE/AEEN :	Ressources en uranium, estimations révisées, Paris, 1967 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Production d'uranium et demande à court terme, Paris, 1969 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1970 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1973 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1975 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1977 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1979 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1982 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1983 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1986 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1988 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1990 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	1991 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1992 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	1993 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1994 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	1995 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1996 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	1997 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 1998 ;
OCDE/AEEN-AIEA :	1999 – Uranium : Ressources, Production et Demande, Paris, 2000.

**ÉQUIVALENTS ÉNERGÉTIQUES DE L'URANIUM ET COEFFICIENTS
DE CONVERSION DE L'ÉNERGIE**

Le nombre croissant des questions reçues ces dernières années, relatives aux coefficients énergétiques applicables aux divers types de réacteurs, a fait apparaître l'utilité d'établir des tableaux d'équivalence.

En conséquence, l'AEN et l'AIEA ont demandé aux organismes publics compétents de ses pays Membres de bien vouloir communiquer les valeurs de coefficients d'équivalence.

Le tableau qui suit a été élaboré à partir des réponses obtenues.

ÉQUIVALENTS ÉNERGÉTIQUES DE L'URANIUM UTILISÉ DANS DIVERS TYPES DE RÉACTEURS¹

PAYS	ALLEMAGNE		CANADA	ÉTATS-UNIS		FRANCE	JAPON		ROYAUME-UNI		FÉD. DE RUSSIE		SUÈDE	
	REB	REP	CANDU	REB	REP	REP/N4	REB	REP	MAGNOX	RARG	VVER-1000	RBMK-1000	REB	REP
Taux de combustion :														
a) MWjour/t d'U naturel ou équivalent uranium naturel	5 665	5 230	7 770	4 996	4 888	5 848	5 532	4 694	5 900	n.d.	4 855	4 707	6 250	5 780
b) MWjour/t d'U enrichi	40 000	42 000	–	33 000	40 000	42 500	33 000	43 400	–	24 000	42 000	22 000	40 000	42 000
Taux d'enrichissement(% ²³⁵ U)	3.20	3.60	–	3.02	3.66	3.60	3.00	4.10	–	2.90	4.23	2.40	3.20	3.60
Teneur de rejet (% ²³⁵ U)	0.30	0.30	–	0.30	0.30	0.25	0.25	0.30	–	0.30	0.25	0.25	0.25	0.25
Rendement de conversion de l'énergie thermique en électricité	33.50%	34.20%	30%	32%	32%	34.60%	33%	34%	26%	40%	33.30%	31.20%	34.00%	34.50%
Équivalent en énergie thermique d'une tonne d'uranium naturel (en 10 ¹⁵ Joules) ²	0.490	0.452	0.671	0.432	0.422	0.505	0.478	0.406	0.512	0.360	0.419	0.406	0.540	0.500
Équivalent en énergie électrique d'une tonne d'uranium naturel(en 10 ¹⁵ Joules) ²	0.164	0.155	0.201	0.138	0.135	0.175	0.158	0.140	0.133	0.144	0.139	0.127	0.184	0.173

1. Ces chiffres ne tiennent pas compte du recyclage du Pu et de l'U. Ils ne tiennent pas compte non plus des besoins initiaux du premier cœur, ce qui réduirait l'équivalence d'environ 6 %, compte tenu d'une durée de vie de l'installation de 30 ans environ et d'un facteur de charge de 70 %.
 2. Compte non tenu de l'énergie consommée pour l'enrichissement en ²³⁵U du combustible des REO et des RARG. En supposant un taux d'enrichissement de 3 % en ²³⁵U et une teneur de rejet de 0,2 %, l'équivalent énergétique devrait être multiplié par un coefficient 0,957.
- n.d. Données non disponibles.

Coefficients de conversion et équivalence énergétique des combustibles fossiles
(à titre de comparaison)

1 cal	=	4,1868 J
1 J	=	0,239 cal
1 tonne d'équivalent pétrole (net, faible capacité calorifique-FCC)	=	42 GJ ¹ = 1 TEP
1 tonne d'équivalent charbon (standard, FCC)	=	29,3 GJ ¹ = 1 TEC
1 000 m ³ de gaz naturel (standard, FCC)	=	36 GJ
1 tonne de GNL	=	46 GJ
1 000 kWh (énergie primaire)	=	9,36 GJ
1 TEP	=	10 034 Mcal
1 TEC	=	7 000 Mcal
1 000 m ³ de gaz naturel	=	8 600 Mcal
1 tonne de GNL	=	11 000 Mcal
1 000 kWh (énergie primaire)	=	2 236 Mcal ²
1 TEC	=	0,697 TEP
1 000 m ³ de gaz naturel	=	0,857 TEP
1 tonne de GNL	=	1,096 TEP
1 000 kWh (énergie primaire)	=	0,223 TEP
1 tonne de bois de chauffage	=	0,380 TEP
1 tonne d'uranium (dans un réacteur à eau ordinaire, en cycle ouvert)	=	10 000 - 16 000 TEP = 14 000 - 23 000 TEC

-
1. Coefficients de conversion standard du Conseil mondial de l'énergie (tirés de WEC, *1998 Survey of Energy Resources*, 18^{ème} édition).
 2. En adoptant le coefficient de conversion du Conseil mondial de l'énergie de 1 000 kWh (consommation finale) = 860 Mcal.

Annexe 6

TAUX DE CHANGE*
(Unité monétaire nationale par USD)

PAYS (abréviation monétaire)	Juin 1996	Juin 1997	Juin 1998	Janvier 1999
Afrique de Sud (ZAR)	4.340	4.470	5.170	5.869
Allemagne (DEM)	1.530	1.700	1.780	1.676
Argentine (ARS)	1.000	1.000	1.000	1.000
Australie (AUD)	1.260	1.310	1.610	1.634
Autriche (ATS)	10.900	11.900	12.400	11.793
Belgique (BEF)	31.500	34.800	36.700	34.574
Brésil (BRL)	0.987	1.070	1.153	1.207
Bulgarie (BGL)	135.000	1 500.000	1 745.000	1 665.000
Canada (CAD)	1.370	1.380	1.460	1.540
Chili (CLP)	405.000	415.000	450.000	468.000
Chine (CNY)	8.280	8.280	8.270	8.266
Colombie (COP)	1 050.000	1 058.000	1 300.000	1 460.000
Corée (République de) (KRW)	785.000	881.000	1 352.000	1 209.200
Costa Rica (CRC)	201.000	225.000	253.550	270.650
Cuba (CUP)	1.000	1.000	1.000	1.000
Danemark (Groenland) (DKK)	5.920	6.470	6.770	6.490
Égypte (EGP)	3.370	3.370	3.385	3.397
Espagne (ESP)	129.000	144.000	151.000	142.606
États-Unis (USD)	1.000	1.000	1.000	1.000
Finlande (FIM)	4.730	5.110	5.400	5.096
France (FRF)	5.200	5.740	5.970	5.622

* *Source* : Bureau de l'administration et des finances du Programme des Nations Unies pour le Développement, New York.

PAYS (abréviation monétaire)	Juin 1996	Juin 1997	Juin 1998	Janvier 1999
Gabon (GBF)	520.000	574.000	597.000	562.209
Grèce (GRD)	243.000	274.000	305.000	282.000
Hongrie (HUF)	146.000	182.000	206.000	217.000
Inde (INR)	34.000	35.500	39.440	42.280
Indonésie (IDR)	2 330.000	2 398.000	11 700.000	7 406.000
Italie (ITL)	1 560.000	1 665.000	1 740.000	1 659.540
Japon (JPY)	107.000	117.000	138.000	115.000
Jordanie (JOD)	0.708	0.708	0.708	0.708
Kazakhstan (KZT)	66.000	75.000	76.000	82.000
Lituanie (LTL)	4.000	4.000	4.000	4.000
Malawi (MWK)	–	15.200	25.890	43.333
Malaisie (MYR)	2.500	2.460	3.728	3.766
Maroc (MAD)	8.610	9.390	9.610	9.159
Mauritanie (MRO)	136.000	143.000	176.300	202.830
Mexique (MXN)	7.350	7.890	8.500	9.700
Mongolie (MNT)	495.000	790.000	822.000	900.000
Namibie (ZAR)	4.340	4.470	5.170	5.869
Niger (XOF)	520.000	84.200	84.800	86.000
Norvège (NOK)	6.550	7.080	7.520	7.580
Ouzbékistan (UZS)	36.100	60.200	87.760	110.000
Pays-Bas (NLG)	1.710	1.910	2.000	1.888
Pérou (PEN)	2.350	2.630	2.840	3.120
Philippines (PHP)	25.900	26.200	38.600	38.750
Portugal (PTE)	158.000	170.000	182.000	171.829
Roumanie (ROL)	2 880.000	7 060.000	8 501.000	10 551.000
Royaume-Uni (GBP)	0.650	0.612	0.600	0.600
Russie (Fédération de) (RUR)	5 010.000	5 720.000	6.162	20.990
République slovaque (SKK)	30.100	32.500	34.080	36.233

PAYS (abréviation monétaire)	Juin 1996	Juin 1997	Juin 1998	Janvier 1999
République tchèque (CZK)	27.300	33.100	33.260	30.012
Slovénie (SIT)	130.000	154.000	160.000	160.000
Suède (SEK)	6.750	7.680	7.700	8.000
Suisse (CHF)	1.260	1.410	1.480	1.370
Syrie (SYP)	26.600	43.300	45.000	46.000
Tadjikistan (TJR)	–	400.000	754.000	1 198.330
Thaïlande (THB)	25.100	25.900	40.000	36.700
Turquie (TRL)	77 050.000	138 000.000	252 000.000	315 000.000
Ukraine (UAK)	189 000.000	1.800	2.010	3.430
Uruguay (UYU)	7.710	9.260	10.300	10.710
Viêt Nam (VND)	11 000.000	11 640.000	12 975.000	13 843.000
Yougoslavie (YUN)	5.050	5.610	11.080	10.057
Zambie (ZMK)	1 240.000	1 280.000	1 670.000	2 300.000
Zimbabwe (ZWD)	9.800	11.000	17.920	36.233

Annexe 7

**GROUPEMENTS DE PAYS ET DE ZONES GÉOGRAPHIQUES*
UTILISÉS DANS LE PRÉSENT RAPPORT**

On trouvera ci-après la liste des pays et des zones géographiques figurant dans chaque groupement.

1. Amérique du Nord

Canada**	États-Unis d'Amérique**	Mexique**
----------	-------------------------	-----------

2. Amérique centrale et du Sud

Argentine	Bolivie	Brésil
Chili	Colombie	Costa Rica
Cuba	El Salvador	Équateur
Guatemala	Guyana	Panama
Paraguay	Pérou	République dominicaine
Uruguay	Venezuela	

3. Europe occidentale et Scandinavie

Allemagne**	Autriche**	Belgique**
Danemark**	Espagne**	Finlande**
France**	Irlande**	Italie**
Norvège**	Pays-Bas**	Portugal**
Royaume-Uni**	Suède**	Suisse**

4. Europe centrale, de l'Est et du Sud-Est

Arménie	Bélarus	Bulgarie
Croatie	Estonie	Grèce**
Hongrie**	Lituanie	Pologne**
République slovaque	République tchèque**	Roumanie
Russie, Fédération de	Slovénie	Turquie**
Ukraine	Yougoslavie	

* Cette liste a été établie dans l'optique d'une description des pays sur une base géographique et n'a donc aucune signification politique.

** Pays Membres de l'OCDE.

5. Afrique

Afrique du Sud	Algérie	Botswana
Cameroun	Côte d'Ivoire	Égypte
Éthiopie	Gabon	Ghana
Jamahiriya arabe libyenne	Lesotho	Liberia
Madagascar	Malawi	Mali
Maroc	Mauritanie	Namibie
Niger	Nigeria	République Centrafricaine
Républiques démocratique du Congo (ex-Zaïre)	Rwanda	Sénégal
Togo	Somalie	Soudan
	Zambie	Zimbabwe

6. Moyen-Orient, Asie centrale et méridionale

Bangladesh	Inde	Iran (République islamique)
d') Jordanie	Kazakhstan	Kirghizistan
Ouzbékistan	Pakistan	République arabe syrienne
Sri Lanka		

7. Asie du Sud-Est

Indonésie	Malaisie	Philippines
Thaïlande	Viêt Nam	

8. Zone du Pacifique

Australie**	Nouvelle Zélande**
-------------	--------------------

9. Asie de l'Est¹

Chine	Corée, République de**	République populaire
Japon**	Mongolie	démocratique de Corée

1. Comprend le Taïpei chinois.

Annexe 8

TERMES TECHNIQUES

Pour compléter certains tableaux, les abréviations suivantes pour les termes techniques concernant l'extraction et le traitement du minerai ont été utilisées :

	Type	Abréviation
Exploitation minière	À ciel ouvert En souterrain	CO ST
Installation de traitement	a) Préparation du minerai Concassage – Broyage par voie humide Broyage semi-autogène	CBH BSA
	b) Tri et préconcentration Tri radiométrique Séparation gravimétrique Séparation magnétique Flottation	Tri rad. Sép-grav. Sép-magn. Flot.
	c) Lixiviation Lixiviation par voie acide Lixiviation par voie acide à deux étages Lixiviation sous pression par voie alcaline Lixiviation in situ Lixiviation en place Lixiviation en tas Lixiviation par percolation Lixiviation à l'air libre par voie alcaline	LA LA2 LPAL LIS LEP LET LPerc LALVA
	d) Extraction Échange d'ions Extraction par solvants	EI ES

ÉGALEMENT DISPONIBLE

Publications de l'AEN d'intérêt général

Rapport annuel 1998 (1999)

Disponible sur le web.

Bulletin de l'AEN

ISSN 0255-7495

Abonnement annuel : FF 240 US\$ 45 DM 75 £ 26 ¥ 4 800

Le Point sur les rayonnements – Applications, risques et protection (1997)

ISBN 92-64-25483-8

Prix : FF 135 US\$ 27 DM 40 £ 17 ¥ 2 850

Le Point sur la gestion des déchets radioactifs (1996)

ISBN 92-64-24692-4

Prix : FF 310 US\$ 63 DM 89 £ 44

Programmes de gestion des déchets radioactifs des pays Membres de l'AEN/OCDE (1998)

ISBN 92-64-26033-1

Prix : FF 195 US\$ 33 DM 58 £ 20 ¥ 4 150

Développement de l'énergie nucléaire

Méthodes d'évaluation des conséquences économiques des accidents nucléaires

ISBN 92-64-27658-0

Prix : FF 200 US\$ 31 DM 60 £19 ¥ 3 250

Business as Usual and Nuclear Power (2000)

ISBN 92-64-17175-4

Prix : FF 160 US\$ 25 DM 48 £ 16 ¥ 2 850

Réduction des coûts en capital des centrales nucléaires (2000)

ISBN 92-64-27144-9

Prix : FF 240 US\$ 38 DM 72 £ 24 ¥ 4 400

Aspects environnementaux de la production d'uranium (1999)

ISBN 92-64-27064-7

Prix : FF 280 US\$ 47 DM 84 £ 29 ¥ 5 550

Actinide and Fission Product Partitioning and Transmutation (1999)

Proceedings of the Fifth International Information Exchange Meeting,
Mol, Belgium, 25-27 November 1998

Gratuit sur demande ou web.

Séparation et transmutation des actinides et produits de fission (1999)

Synthèse des travaux

Gratuit sur demande ou web.

En préparation

Données de l'OCDE sur l'énergie nucléaire 2000

Bon de commande au dos.

BON DE COMMANDE

Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire, 12 boulevard des Iles, F-92130 Issy-les-Moulineaux, France
 Tel. 33 (0)1 45 24 10 15, Fax 33 (0)1 45 24 11 10, E-mail: nea@nea.fr, Internet: <http://www.nea.fr>

Qté	Titre	ISBN	Prix	Total
Frais d'envoi*				
Total				

*Union européenne : FF 15 – Autres pays : FF 20

Paiement inclus (chèque ou mandat à l'ordre des Éditions de l'OCDE).

Débitez ma carte de crédit VISA Mastercard Eurocard American Express

(N.B.: Vous serez débité(e) en francs français).

Numéro de carte	Date d'expiration	Signature
Nom		
Adresse	Pays	
Téléphone	Fax	
Mél		

LES ÉDITIONS DE L'OCDE, 2, rue André-Pascal, 75775 PARIS CEDEX 16
IMPRIMÉ EN FRANCE
(66 2000 07 2 P) ISBN 92-64-27198-8 n° 51116 2000



Uranium 1999

Ressources, production et demande

Depuis quelques années, le marché mondial de l'uranium se caractérise par un déséquilibre entre la demande et l'offre et une tendance persistante vers des prix bas. Actuellement, la production mondiale d'uranium couvre entre 55 et 60 pour cent des besoins totaux des centrales nucléaires, le reste étant comblé par des ressources secondaires, provenant notamment de la conversion de matières « démilitarisées » et de stocks d'uranium, principalement d'Europe de l'Est. La disponibilité future des ressources secondaires est relativement incertaine, mais les capacités de production prévues à partir de ressources à faible coût devraient satisfaire une part importante de la demande jusqu'en 2015. Ce rapport met en lumière les changements attendus de l'offre et de la demande d'uranium dans les 15 prochaines années.

Le « Livre rouge », préparé conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'Agence internationale de l'énergie atomique, constitue l'ouvrage mondial de référence dans le domaine de l'uranium. Ce rapport rassemble des données statistiques officielles provenant de 49 pays sur les ressources, la prospection, la production et la demande au 1^{er} janvier 1999. Il comprend des informations nouvelles importantes émanant des principaux centres de production d'uranium d'Afrique, d'Australie, d'Europe de l'Est, d'Amérique du Nord et des nouveaux États indépendants. Il présente aussi une analyse, effectuée par des experts internationaux, de ces statistiques et des projections mondiales de l'expansion de la puissance nucléaire installée, des besoins en uranium et de la production d'uranium.

